முதுகுத்தண்டுடையவைகளின் ஒப்பு உறுப்புமைப்பியல்

(Comparative Anatomy of Chordates)

முதல் புத்தகம்

வே. சேது

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

பேரூர்.

த. பா. நி. (கூ. வெ.) வரிசை எண் 669.

முதுகுதண்டுடையவைகளின்
ஒப்பு உறுப்பமைப்பியல்

(முதல் புத்தகம்)

ஆசிரியர்
வே. சேது, பி.எஸ்ஸி., (ஹானர்ஸ்),
பேராசிரியர், உயிரியல் துறை,
மதுரை மருத்துவக் கல்லூரி, மதுரை.

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

First Edition—December, 1975

T.N.T.B.S. (C.P.) No. 669

© Government of Tamilnadu

Comparative Anatomy of Chordates

V. SETHU

Price Rs. 14-20

Published by the Tamilnadu Textbook Society under the Centrally Sponsored Scheme of Production of books and literature in regional languages at the University level, of the Government of India in the Ministry of Education and Social Welfare (Department of Culture), New Delhi.

Printed by :
Novel Art Printers,
202, Jani Jan Khan Road,
Madras-600014

அணிந்துரை

திரு. இரா. நெடுஞ்செழியன்
(தமிழகக் கல்வி அமைச்சர்)

தமிழைக் கல்லூரிக் கல்வி மொழியாக ஆக்கிப் பதினேந் தாண்டுகள் ஆகிவிட்டன. குறிப்பிட்ட சில கல்லூரிகளில் பட்டப் படிப்பு வகுப்புவரை மாணவர்கள் தங்கள் பாடங்கள் அனைத்தையும் தமிழிலேயே கற்றுவருகின்றனர். 1969ஆம் ஆண்டிலிருந்து அறி வியல்பாடங்களையும் தமிழிலேயே கற்பிக்க ஏற்பாடு செய்துள்ளோம். தமிழிலேயே கற்பிப்போம் என முன்வந்துள்ள கல்லூரி ஆசிரியர் களின் ஊக்கம், பிற பல துறைகளில் தொண்டு செய்வோர் இதற் கெனத் தந்த உழைப்பு, தங்கள் சிறப்புத் துறைகளில் நூல்கள் எழுதித் தர முன்வந்த நூலாசிரியர்கள் தொண்டுணர்ச்சி இவற்றின் காரணமாக இத் திட்டம் நம்மிடையே மகிழ்ச்சியும் மன நிறைவும் தரத்தக்க வகையில் நடைபெற்றுவருகிறது. இவ்வகையில், கல்லூ ரிப் பேராசிரியர்கள் கலை, அறிவியல் பாடங்களை மாணவர்களுக்குத் தமிழிலேயே பயிற்றுவிப்பதற்குத் தேவையான பயிற்சியைப் பெறு வதற்கு மதுரைப் பல்கலைக் கழகமும், சென்னைப் பல்கலைக் கழகமும் ஆண்டுதோறும் எடுத்துவரும் பெருமுயற்சியைக் குறிப்பிட்டுச் சொல்லவேண்டும்.

வரலாறு, அரசியல், உளவியல், பொருளாதாரம், மெய்ப் பொருளியல், புவியியல், புவியமைப்பியல், மனையியல், கணிதம், இயற்பியல், வேதியியல், உயிரியல், வானியல், புள்ளியியல், விலங் கியல், தாவரவியல், பொறியியல், சட்டம் ஆகிய எல்லாத் துறை களிலும் மூல நூல்கள் மொழிபெயர்ப்பு நூல்கள் என்ற இரு வகை யிலும் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம் வெளியிட்டுவருகிறது.

இவற்றுள் ஒன்றான 'முதுகுதண்டுடையவைகளின் ஒப்பு உறுப் பமைப்பியல்' என்ற இந் நூல் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனத் தின்...669 ஆவது வெளியீடாகும். கல்லூரித் தமிழ்க் குழுவின் சார் பில் வெளியான 35 நூல்களையும் சேர்த்து இதுவரை...704 நூல்கள் வெளிவந்துள்ளன. இந் நூல் மைய அரசு கல்வி, சமூக நல அமைச் சகத்தின் மாநில மொழியில் பல்கலைக் கழக நூல்கள் வெளியிடும் திட்டத்தின்கீழ் வெளியிடப்படுகிறது.

தமிழில் பயிலும் மாணவர்கள் உலக மாணவர்களிடையே சிறந்த இடம் பெறவேண்டும் என்பதே நம் குறிக்கோளாகும். கல்லூரிகளிலும் பல்கலைக் கழகங்களிலும், கலையியற் பாடங்களையும் அறிவியற் பாடங்களையும், தொழில்நுட்ப அறிவுப் பாடங்களையும் பயிலுகின்ற மாணவர்கள், அவற்றைத் தமிழில் பயில வேண்டும் என்பதை வலியுறுத்தி வருவதற்குக் காரணம், தமிழறிவு வளர வேண்டும் என்பதைவிட, தமிழ் மக்களின் அறிவு ஆற்றல் எளிதாக, விரைவாக வளரவேண்டும் என்பதுதான். 'எதிலும் தமிழ் எங்கும் தமிழ்' என்ற குறிக்கோளை நிறைவேற்ற வேண்டிய கடப்பாடு, தமிழகத்து ஆசிரியப் பெருமக்களையும் மாணவர்களையும் சார்ந்த தாகும். தமிழ்நாட்டுப் பல்கலைக் கழகங்களின் பல்வகை உதவி களுக்கும் ஒத்துழைப்புக்கும் நம் மனம் கலந்த நன்றி உரியதாகுக.

இரா. நெடுஞ்செழியன்

பொருளடக்கம்

		பக்கம்
1.	அறிமுகம் ...	1
2.	முதுகுதண்டுடையவை ...	14
3.	முதுகெலும்பிகளின் பாகுபாடு ...	58
4.	கருவியல் ...	79
5.	புறவுறை மண்டலம் ...	110
6.	சட்டக மண்டலம்-I—அறிமுகம் ...	160
7.	சட்டக மண்டலம்-II—அச்சுச் சட்டகம் தொண்டைக் குப்பின்பாகம் ...	172
8.	சட்டக மண்டலம்-III—உள்ளுறுப்புச் சட்டகம் ...	216
9.	சட்டக மண்டலம்-IV—இணைப்புறுப்புச் சட்டகம் ...	232
10.	சட்டக மண்டலம்-V—மண்டையோடு ...	275
11.	தசை மண்டலம் ...	313
12.	ஸ்பிளாங்க்னோ உடற்குழி ...	354
13.	சுவாச மண்டலமும் உணவு மண்டலமும் ...	368

1. அறிமுகம்
(Introduction)

முதுகுதண்டுடையவைகளின் ஒப்பு உறுப்பமைப்பியல் என்பதே பொதுவாக ஒப்பு உறுப்பமைப்பியல் (Comparative Anatomy) எனப்படும். உறுப்பமைப்பியல் அறிஞர் ஒவ்வொருவரும் ஒப்பு உறுப்பமைப்பியலை தங்களுக்கு விருப்பமான கோணத்தில் நோக்குவதால் அதனைக் குருடர்கள் யானையைக் கண்ட கதைக்கு ஒப்பாகக் கூறலாம். ஓர் அறிஞருக்கு ஒப்பு உறுப்பமைப்பியல் என்பது உறுப்பொத்த உறுப்புகள் (homologus organs) எவ்வாறு வெவ்வேறு விலங்குகளில் வேறான பணிகளை உடையனவாகச் செயல் படுகின்றன 'என்றும், இச் செயல் வேறுபாடு அவ்வுறுப்புகளின் அமைப்பிலே எவ்வித வேறுபாடுகளைத் தோற்றுவிக்கும் என்பதனை யும் விளக்குவதாக அமையும். மேலும் முற்றும் வேறுபாடான அடிப்படை அமைப்பினையுடைய உறுப்புகள் செயல் ஒற்றுமையினால் எவ்வாறு ஒத்த அமைப்பினை உடையனவாக உள்ளன என்பதனையும் விளக்குவதாகக் கருதப்படும். மற்றும் ஓர் அறிவியலறிஞர் ஒப்பு உறுப்பமைப்பியல் என்பது விலங்குகளின் உறுப்பமைப்பியலில் காணப்படும் வேறுபாடுகளின் (variation) பட்டியலே என்று கருதுவார். மற்றும் சிலர் ஒப்பு உறுப்பமைப்பியல் என்பது விலங்குகளின் வகைபாட்டினைக் கருப்பொருளாகக் கொண்டு ஆய்வதாக மதிப்பிடுவர். ஆகவே உறுப்பமைப்பியலைப் பலர் பல நோக்குடன் ஆய்ந்தறியக்கூடும்.

ஒப்பு உறுப்பமைப்பியலை எல்லாக் கோணங்களினின்றும் தெளிவாக விளக்குவது இயலாத ஒன்றும். ஆகவே உறுப்பமைப் பியலின் ஒவ்வொரு கோணத்தினின்றும் அதனைப்பற்றிய சுருக்க மான விளக்கத்தினைப் பெற்று உறுப்பமைப்பியலின் பொதுவான அடிப்படையமைப்பினை அறிய முற்படலாம். உறுப்புகளின் பரிணாமமும், அவற்றின் செயல் முக்கியத்துவமுமே பொதுவான

அடிப்படையமைப்பாகும். பரிணுமப்போக்கும், பொருளும் ஒப்பு உறுப்பமைப்பியலை முழுமையுடையதாக ஆக்குகின்றன. ஒப்பு உறுப்பமைப்பியலைப் பகுதி பகுதியாக அறிவதைவிட அதன் முழுமைத்தன்மை உறுப்புகளின் பரிணுமத்தில் பெரிதும் தெளிவாகின்றது. எந்தக் கோணத்தினின்றும் ஒப்பு உறுப்பமைப்பியலை அறியமுற்பட்டாலும் அது, முதுகுதண்டுடையவைகளின் உறுப்புகளில் காலத்தால் நிகழ்ந்த மாற்றங்களையும் அம் மாற்றங்களின் முக்கியத்துவத்தையும் விளக்குவதாக அமையும்.

சில அடிப்படையான பரிணுமக் கலைச்சொற்களும் கருத்துகளும்

குலவளர்ச்சி (Phylogeny): முட்டையினின்று ஓர் உயிரி வளர்ந்து இறத்தல் வரை நிகழும் நிகழ்ச்சிகள் தனி உயிரி வளர்ச்சி (Ontogeny) எனப்படும். தானுக உயிரி வாழ்வதற்குமுன் நிகழும் வளர்ச்சி, கரு வளர்ச்சி எனப்படும். ஆகவே, கருவளர்ச்சி என்பது தனி உயிரியின் வளர்ச்சிப்பகுதியாகும். ஒன்றுடன் ஒன்று தொடர்புடைய அடுத்தடுத்து நிகழும் பல தனி உயிரிகளது வளர்ச்சிகளின் ஒட்டுமொத்தமே உயிரின் வரலாறுகும். தொடரும் தனி உயிரிகளின் வளர்ச்சியே குலவளர்ச்சியாகும். குல வளர்ச்சி பெரும்பாலும், முதிர்ந்த உயிரிகளின் பண்புகளை அடிப்படையாகக் கொண்டே நிர்ணயிக்கப்படும். இக் கொள்கை, குலவளர்ச்சியைப் பற்றிய தவருன கருத்து நிலவ 'ஏதுவாகியது. பலர், குலவளர்ச்சி என்றுலே அதில் முதிர்ந்த நிலையுடைய உயிரிகளின் பண்புகள் அடுத்தடுத்துத் தோன்றும் என்று தவருக எண்ணத் தொடங்கினர். குலவளர்ச்சியினைப் பொதுவாகப் பரிணுமப்போக்கு என்றோ அல்லது 'குடும்ப வரலாறு' (Family History) என்றோ கூறலாம். அமைப்பிலே ஏற்படும் மாற்றத்தினையும் அம் மாற்றத்தோடு நிகழும் செயல் மாற்றத்தினையும் விளக்குவதே குலவளர்ச்சியாம். ஆகவே ஓர் அமைப்பின் குலவளர்ச்சித் தோற்றம் (Phylogenetic origin), கருவளர்ச்சித் தோற்றத்தினையோ, தனி உயிரி வளர்ச்சித் தோற்றத்தினையோ விளக்குவது அன்று. மாறுக, அவ் வமைப்பின் பரிணுமத் தோற்றத்தினையே விளக்குவதாம்.

உறுப்பொத்தவையும் செயலொத்தவையும் (Homology and Anology)

இரண்டு அல்லது பல இனங்களின் உறுப்புகள், பொதுவான மூதாதையர்களிடமிருந்து தோன்றுமேயாளுல் அவை உறுப்பொத்தவை எனப்படும். இதனையே மிகவும் தெளிவாகக்

குலவளர்ச்சி உறுப்பொத்தவை (Phylogenetic homology) என்பர். ஆனால் ஒரே உயிரியில் ஓர் உறுப்பு வரிசையாக ஒரே அமைப்பில், பன்முறை வெவ்வேறு பகுதிகளில் காணப்படுமானால் அந்நிலை வரிசைகளை உறுப்பொத்தவை (Serial homology) என்பர். ஒன்று அல்லது பல விலங்குகளில் உள்ள பகுதிகள் செயலால் ஒத்த நிலையைச் செயலொத்தவை என்பர். பல உயிரிகளிலுள்ள உறுப்பொத்த உடற்பகுதிகள் ஒரே செயலினை உடையனவாகவோ அல்லது அற்றனவாகவோ காணப்படலாம். ஒருசில உயிரிகளில் உடற் பகுதிகள் உறுப்பொத்தவையாகவும் செயலொத்தவையாகவும் அமைவதுண்டு. காட்டாக, குதிரை, பசு இவைகளின் வால்கள் உறுப் பொத்தனவாகவும் செயலொத்தனவாகவும் செயல்படுகின்றன. ஆனால் நீர்நாய் (Beaver), குதிரை இவைகளின் வால்கள் உறுப் பொத்தனவாகக் காணப்பட்டபோதும் செயலொத்தன அல்ல.

உறுப்பொத்தவை என்பதனை நிர்ணயிக்கும் வழிமுறைகள் முற்றும் முழுமையுடையவை, கருத்துவேறுபாட்டினை உருவாக்கும் தன்மையற்றவை என்று கூறுவதற்கில்லை. முழுமையுடைய நிர்ணயிக்கும் முறையில் ஒப்புமை செய்யப்படும் விலங்குகளின் மூதாதையர்களின் வழியில் தோன்றிய ஒவ்வொரு தலைமுறையினைப் பற்றியும் தெளிவான அறிவு வேண்டும். இது முற்றும் முடியாத ஒன்றும். ஆகவே உறுப்பொத்தவையை நிர்ணயிக்கும்போது கருவளர்ச்சி, நரம்போட்டம் போன்றவைகளில் ஒத்த நிலையும் அகழ்தெலிகளில் பொதுத்தோற்ற அமைப்பு என்பவைகளே கருத்தில் கொள்ளப்படும். இவ்வாறான பல அடிப்படையில் உறுப் பொத்தவைகளை நிர்ணயிக்கும்போதும் தவறு எளிதாக நிகழ வாய்ப்புண்டு. பலவற்றில் உறுப்பொத்தவைகளின் உண்மையான அமைப்புத் தெளிவாக விளங்காதபோதும் ஒப்பு உறுப்பமைப்பில் உறுப்பொத்தவை முழுவதும் அடிப்படையான அமைப்பாகும். இதனை அடிப்படையாகக் கொண்டே, ஒப்பு உறுப்பமைபபியல் விளக்கப்படுகிறது.

குலவளர்ச்சிக்கு உறுப்பொத்தவை அடிப்படையாக அமைவது போன்றே உறுப்புகளின் செயலொத்த தன்மை, தோற்றமைப்புச் சூழ்நிலையியலுக்கு (Ecomorphology) அடிப்படை யானதாம். தோற்றமைப்புச் சூழ்நிலையில் குலவளர்ச்சியிலே முற்றும் வேறுபாடான உறுப்பு உயிரிகள் ஒரே சூழ்நிலையில் வாழவேண்டிய அவசியத்தால், உறுப்புகள் ஒத்த அமைப்பினைப் பெறுகின்றன என்றும், இதனைக் குவிவு விளைவு (Convergent effect) என்றும், குலவளர்ச்சியினை ஒன்றாகக் கொண்ட இரண்டு அல்லது பல உயிரி களின் உறுப்புகள் வேறுபட்ட சூழ்நிலையில் வாழவேண்டிய

அவசியத்தால் வெவ்வேறான அமைப்பினை உடையவாகின்றன என்றும், இவ்விளைவினை விரிவு விளைவு (divergent effect) என்றும் கூறுவர். தோற்றமைப்புச் சூழ்நிலையியல் என்பது புதியதோர் பகுதியாம். இப்பகுதி ஒப்பு உறுப்பமைப்பியலைச் செயல் அடிப்படையில் விளக்குவதாம்.

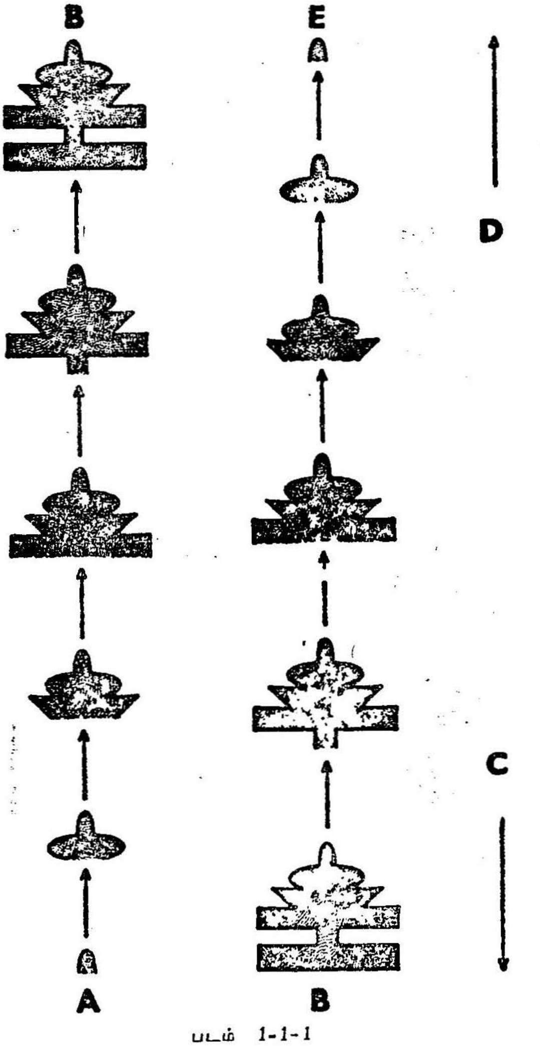
பரிணாமம் என்றால் என்ன?

உயிரிகளின் பரிணாமமே இந்நூல் முழுவதும் பரிணாமம் என்ற சொல்லால் குறிக்கப்படுகிறது. உயிர்ப்பரிணாமம் என்பது அசைக்க முடியா ஓர் உண்மையாகக் கருதப்படுகிறது. இதற்குச் சான்றுகள் பல. பரிணாமத்தினை ஒருவர் நம்புகிறாரா இல்லையா என்பதே இந்நூலுக்கு அப்பாற்பட்டதொன்றாகும்.

பரிணாமம் என்பது உருவாக்கமும் செயலூக்கமும் உடைய ஒரு செயலாம். இதன் முக்கிய குறிக்கோள் சூழ்நிலையின் முக்குகள் (Niches) அனைத்திற்கும் ஏற்ற தகவமைப்பினைப் பெற்று உயிரிகள் வெற்றியுடன் வாழ வேண்டுமென்பதே. பரிணாமம் என்பது பொதுவாக முடிவில்லாத ஒரு நிகழ்ச்சி எனலாம். எவ்வாறெனில் ஒரு சூழ்நிலையில் வேறுபட்ட பல விலங்குகள் வாழ முற்படும்போது புதியதோர் அமைப்பு உருவாகிறது. இவ்வமைப்பு வேறு வகையான உயிரிகள் வாழ வாய்ப்புடையதாகும். ஆகவே சூழ்நிலைகளில் புதிய முக்குகளை உருவாக்குவதும், உயிரிகள் வாழத் துவங்குவதும் பரிணாமத்தின் முக்கிய நிகழ்ச்சிகளாம்.

வளரா உறுப்புகளும் எச்ச உறுப்புகளும் (Rudimentary and Vestigeal Organs)

ஓர் உயிரியின் உறுப்பினை அதன் மூதாதையருடைய அவ்வுறுப்பு அமைப்புடன் ஒப்புமை செய்யும்போது அவ்வுறுப்பு உருவத்தால் சிறுத்தும் செயல்தன்மை குன்றியதாகவும் காணப்பட்டால் அதனை எச்ச உறுப்பு (Vestigeal organ) எனலாம். வளரா உறுப்புகள் (Rudimentary organs) இரு நிலைகளில் காணப்படும். இவ்வுறுப்புகள் குறித்த செயலைச் செய்விக்கும் நிலையில் வளர்ச்சி குன்றியதாகக் காணப்படும். இதனை எச்ச உறுப்புகளினின்று வேறுபடுத்தி அறிதல் வேண்டும். இருவகை வளரா உறுப்புகளின் நிலைகளாவன: (1) குலவளர்ச்சி வளரா உறுப்புகள் (Phylogenetic rudimentary organs): இவ்வகையில், உறுப்பு, குறிப்பிட்ட செயலைச் செய்விக்க ஏற்ற வளர்ச்சியினை அடையாமல் குன்றிய வளர்ச்சியினையுடையதாகக் காணப்படும். இக்குன்றிய வளர்ச்சியினை அவ்வுறுப்புடைய நிலை அவ்வுயிரிகளினின்று பின்தோன்றிய சந்ததிகளில்



படம் 1-1-1

எச்ச உறுப்பு—வளரா உறுப்பு என்ற இரண்டின் பொருளினைப் படம் விளக்குகிறது.

A—வளரா உறுப்பு; B—நன்கு வளர்ந்த உறுப்பு; C—முன்னோர்கள் அல்லது வளர்ச்சிக் காலத்தின் துவக்க நிலைகள்; D—வளர்ச்சிக் காலத்தின் கடை நிலைகள் அல்லது வழித் தோன்றல்கள். E—எச்ச உறுப்பு.

அவ்வுறுப்பினை ஒப்பு நோக்கினால் தெளிவாகும். (2) தனி உயிரி வளர்ச்சி வளரா நிலை (Ontogenetic rudimentary organs): இவ்வகையில் ஓர் உறுப்பினை, துவக்க வளர்ச்சியிலும் பின்னுள்ள வளர்நிலைகளிலும் ஒப்புமை செய்வோமானால், துவக்க நிலைகளில் உறுப்பு வளராத்தன்மை தெளிவாகத் தெரியும். இதனையே 'தனி உயிரி வளர்ச்சி வளரா நிலை' என்பர். மலைப்பாம்புகளில் மலப்புழை அருகே காணப்படும் கூர்முட்கள் (Spurs) பின் இணைப்புறுப்புகளின் எச்சமே. ஏனெனில் மலைப்பாம்புகள், பின் இணைப்பு உறுப்புகள் நன்கு வளர்ச்சியுற்ற மூதாதையர்களிடமிருந்து தோன்றியவை. பாலூட்டிகளில் நன்கு வளர்ந்து செயல்படும் அகச்செவி நத்தைக் கூடு எலும்பினையும் இருவாழ்விகள், ஊர்வன இவற்றில் காணப்படும் நத்தைக்கூடு எலும்பினையும் ஒப்புமை செய்வித்தால் இருவாழ்விகள், ஊர்வன என்பனவற்றில் உள்ள அமைப்பு வளரா நிலையினது என்பது தெளிவாகும்.

இனக்கூட்டங்கள் (Population)

பரிணாமம் இனக்கூட்டங்களின் நிலையிலேயே நிகழ்வதாகக் கருதப்படுகிறது. இனக்கூட்டம் என்பது பல உயிரிகளின் கூட்டமைப்பே. இவைகள் தங்களிடையே இனம் பெருக்கும் தன்மையன. பரிணாமம் நிகழத் தேவையான மாற்றங்கள் உயிரிகளிலே நிகழுதல் வேண்டும். இவ்வாறு தனி உயிரிகளில் தோன்றும் மாற்றங்களின் வெற்றியோ அல்லது நிலைக்கும் தன்மையோ அம் மாற்றங்கள் நிகழும் தனி உயிரிகளின் எண்ணிக்கையைச் சார்ந்தமைகிறது. பரிணாம முக்கியத்துவம் உடைய மாற்றங்கள் ஓர் இனத்திலுள்ள உயிரிகள் அனைத்திலும் நிகழுதல் வேண்டும். ஆகவே தனி உயிரிகளில் நிகழும் மாற்றங்களினின்றே வாழத் தகுதியுள்ள நன்மாற்றங்கள் தேர்வு செய்யப்படுகின்றன. ஆகவே பரிணாமம் பற்றிய அறிவியல் விளக்கம் முடிவில் இனக்கூட்டத்தின் மரபியலாகவே (Population genetics) அமைகிறது. பரிணாமம் பற்றிய தெள்ளிய விளக்கம் பெற இனக்கூட்டம் பற்றிய கருத்துகளும், இனக்கூட்டங்களின் வகைகள் பற்றியும் தெளிவாக அறிந்திருத்தல் வேண்டும். பொதுவாக ஜீன் கூட்டமைவினைப் (genepool) பகிர்ந்துகொள்ளும் உயிரிகளின் தொகுதியே இனக்கூட்டம் (Population) எனலாம்.

பரிணாமச் செயலாக்கம் (Mechanism of Evolution)

சேர்க்கைக் கருதுகோள் (Synthetic hypothesis): இயற்கையில் கண்ட உண்மைகளையும், ஆய்வுக் கூடத்திலே ஆய்வுகள் வழிக் கண்ட முடிபுகளையும் ஒன்றித்த பரிணாமக் கருத்தே சேர்க்கைக்

கருதுகோள் எனப்படும். இதனை இருவகை அறிவியலார் உருவாக்குகின்றனர். இயற்கையில் உள்ள உயிரிகளைப்பற்றிய அறிவுடையார் இயற்கை அறிவியலார் என்றும், மரபுவழி எவ்வாறு பண்புகள் தலைமுறைக்குத் தலைமுறை கடத்தப்படுகின்றன என்பதனை விளக்குபவர் மரபியல் அறிவியலார் என்றும் வழங்கப்படுவர். இவர்களின் கருத்துச் சேர்க்கையே சேர்க்கைக் கருதுகோள் எனப்படும். இயற்கையில் காணப்படும் உண்மையினை மரபியலடிப்படையில் விளக்குவதே சேர்க்கைக் கருதுகோள் (Synthetic hypothesis) என்பதாம்.

பரிணாமத்தின் முக்கிய மூன்று அங்கங்களாவன. 1. வேறுபாட்டில் விரிவு (range of variation), 2. இவ்வேறுபாட்டு விரிவில் மாற்றங்கள் (alterations in those ranges), 3. அடுத்தடுத்துத் தோன்றும் வாழும் உயிரினங்களின் தலைமுறைகளில் தோன்றுதல்.

வேறுபாட்டில் விரிவு : ஓர் இனக்கூட்டத்திலுள்ள எல்லா உயிரிகளின் பண்புகளும் மிகமிக அரிதாகவே முற்றும் நிலைத்து மாறாத் தன்மையினதாம். ஒவ்வொரு பண்பும் ஓரளவாவது வேறுபடுகின்றது. இதனையே வேறுபாட்டு விரிவு என்பர். ஒரே இனத்தைச் (Species) சார்ந்த பாம்புகளின் முள்ளெலும்புகளின் எண்ணிக்கையைக் காட்டாகக் கொள்வோமானால் ஓர் உயிரியில் 137 முதல் 153 வரையிலும், மற்றதில் 149 முதல் 171 வரையிலும் காணப்படுகின்றன. இதனைப்போன்றே ஒவ்வொரு பண்பும் குறிப்பிட்ட சில வழிகளில் வேறுபடுகின்றன. இவ் வேறுபாட்டளவே வேறுபாட்டு விரிவு என்றழைக்கப்படும்.

பண்புகள் ஏன் வேறுபடுகின்றன? ஏன் அவைகள் நிலைத்தனவாக அமையவில்லை? என்ற வினாக்களுக்கு ஏற்ற விடை எண்ணத்தாலும் கருதமுடியாத வேறுபாட்டினை உருவாக்கும் சூழ்நிலையே காரணம் என்றறிதல் வேண்டும். சூழ்நிலையில் தோன்றும் மாற்றங்கள், உயிரிகளின் மரபு பொருளின் (genetic matter) மீது செயல்பட்டு அதனை நிலையற்றதாக்குகின்றது. சூழ்நிலைமாற்றம், மரபுபொருளினை நிலையற்றதாக்கும் செயல், மரபுபொருள் வளர்ச்சியில் மாறுபாட்டிற்கு இடம் தருகின்ற தன்மையால் (Flexibility in developmental capacity) வரையறுக்கப்படுகிறது. ஒருசில உயிரிகளில் மரபுபொருள், மிகுதியான அளவு மாறுபாட்டுக்கு இடந்தருவதாகவும், மற்றும் சிலவற்றில், இத் தன்மை குன்றியதாகவும் காணப்படும். ஆகவே வேறுபாட்டு விரிவு என்பது காரணிகளின் கூட்டு விளைவே எனலாம். அக் காரணிகளாவன: 1. மரபுபொருளின் நிலையற்ற தன்மை, 2. மரபு அமைப்பு

சூழ்நிலை மாற்றத்திற் கேற்ப, வளர்ச்சியில் மாறுபாட்டுக்கு இடம் தரும் தன்மை. இவ்விரு காரணிகளில் ஏதேனும் ஒன்றில் மாற்றம் நிகழ்ந்தாலும், அம் மாற்றம் வேறுபாட்டு விரிவில் மாற்றம் விளை விக்கும் என்பதாம்.

வளர்ச்சி மாறுபாட்டுக்கு இடந்தரும் தன்மையின் அளவு ஒத்த மரபமைப்பினையுடைய உயிரினங்கள் வேறுபட்ட சூழ்நிலைகளில் வளர்ச்சி அடையுமேயானால் அவை வேறுபாடான அமைப்பினை உடையனவாகத் தோன்றும் என்பது தெளிவு. குறிப்பிட்ட சில சலமாண்டர்கள் இருள்சூழ்ந்த குகைகளில் வளர்ச்சியடையுமே யானால் அவை செயல்தன்மையுடைய விழிகளை அற்றனவாகின்றன. அதேவகை முட்டைகளை இயல்பான சூழ்நிலையில் வளர்ப் போமானால், அவை செயல்படும் விழிகள் உடையனவாகத் தோன்று கின்றன. வெப்பமான நீரில் வளரும் மீன்களைவிட குளிர் நீரில் வளரும் மீன்களின் முதுகெலும்பில், குறைந்த எண்ணிக்கையுடைய முள்ளெலும்புகள் உருவாகின்றன. மிதியடி அணிவோரின் கால் களின் அடிப்பகுதி, மிதியடி அணியாதவரின் கால்களின் அடிப் பகுதியினை விட மெலிந்தும் மென்மையாகவும் காணப்படும் என்பது தெளிவு. ஆகவே, வெப்பநிலை, ஈரப்பதனம், உணவு, ஒளி, புவிஈர்ப்பு அல்லது வாழிடம் என்பனவற்றில் ஏற்படும் மாற் றங்கள், ஒத்த மரபமைப்பினையுடைய உயிரினங்களின் தோற்ற அமைப்பில் (Phenotype) வேறுபாடுகளை உருவாக்கும் என்பதாம்.

மரபமைப்பின் நிலையாத்தன்மை

முதுகெலும்பிகளில் ஒரே இனத்தைச் சார்ந்த ஒரு சில உயிரி களில்கூட ஒத்த மரபமைப்பு அமைவது வெகு அரிதாம். இதனையே மரபமைப்பின் நிலையாத்தன்மை என்கிறோம். மரபமைப்பில் தோன்றும் வேறுபாடுகள் அனைத்தும் சூழ்நிலையில் அமையும் வேறுபாட்டினை அடிப்படையாகக் கொண்டவைகளே. மரபமைப் பில் வேறுபாடுகள், திடீர்மாற்றங்களினுலும்(Mutation) குரோமோ சோம்களின் பிறழ்ச்சிகளினுலும், ஜீன் வேறுபாடுடைய கூட்டமைப்புகளில் அமைவதாலும் தோன்றுகின்றன.

மரபமைப்பின் அடிப்படை அலகு ஜீன். வளர்ச்சிப் படிநிலைகளைக் கட்டுப்படுத்தி நிர்ணயிப்பதும் ஜீன். குரோமோசோம்களில் குறிப்பிட்ட இடத்தில் சிக்கலான அமைப்புடைய மூலக்கூறு களாகவோ அல்லது பல மூலக்கூறுகளாகவோ காணப்படுவது

ஜீன். ஆகவே ஜீனைக் கடத்துவது குரோமோசோம்களே. திடீர் மாற்றங்கள் எல்லா ஜீன்களிலும் ஒரே நேரத்தில் நிகழ்வதில்லை. தனித்தனியாகத் திடீர் மாற்றங்கள் நிகழும். இவ்வாறு திடீர் மாற்றங்கள் நிகழ்வதால் ஒவ்வொரு வகை உயிரிகளிலும் ஒருவகை யான திடீர் மாற்றங்கள் காணப்படும். இவ்வாறு தோன்றும் திடீர் மாற்றங்களில், இனச்செல்கள் தோன்றுவதுதான் மர பமைப்பு முக்கியத்துவம் உடையன. பெரும்பான்மையான திடீர் மாற்றங்கள் கேடு விளைவிப்பன. ஆகவே கேடுவிளைவிக்கும் திடீர் மாற்றங்களையுடைய உயிரினம், இனம் பெருக்குவதற்கு முன்பே இறக்கக்கூடும். நன்மை பயக்கும் திடீர் மாற்றங்களையுடைய உயிரினங்கள் மேலும் சிறப்புடன் வாழப் பயன்படுகின்றன. மேலும் இம்மாற்றங்கள் இனத்தில் (Species) நிலைத்தமைகின்றன. செல்லின் சூழலில் நிகழும் மாற்றங்கள் அனைத்தும் திடீர்மாற்றங் களைத் தோற்றுவிக்கும் தன்மையன. எக்ஸ்-கதிர் வீச்சுகளும் காஸ்மிக் கதிர்வீச்சுகளும் திடீர்மாற்ற வீதத்தினை மிகுதியாக்கும் தன்மையன. குன்றல் பிரிவுகளில் குரோமோசோம்கள் மரபுக்கு மாறான முறையில் செயல்படும்போது குரோமோசோம் பிறழ்ச்சிகள் நிகழுகின்றன. காட்டாக ஓர் இணையின் ஒத்த குரோமோசோம்களில் ஒன்றின் பகுதி, மற்றதுடன் இணைப்புறுவது குரோமோசோம் பிறழ்ச்சி என்பதாம். இவ்வகையான பிறழ்ச் சிகள் கேடு அற்றனவாகில் அவை தலைமுறைக்குத் தலைமுறை கடத் தப்படும்.

குரோமோசோம்களின் பிறழ்ச்சிகளினாலும் குன்றல் பிரிவின் போது நிகழும் குறுக்கு மாற்றங்களினாலும் (cross net) உயி ரினங்களிடையே அகவளர்ப்பு முறையினைப் பயிற்றுவதாலும் ஜீன் கூட்டமைப்பு வேறுபாடுடையதாகும். பெரும்பான்மையான பரிணாம மாற்றங்கள் ஜீன்கள் மாறிக் கூடுவதாலேயே தோன்று கின்றன எனக் கருதப்படுகிறது. இவ்வாறு ஜீன்கள் மாறிக்கூடும் போது தற்செயலாக, ஒரு குறிப்பிட்ட கூட்டமைப்பு உருவாவ துண்டு. ஜீன்களின் இக்கூட்டமைப்பு ஏனைய கூட்டமைப்புகளை விடச் சிறப்புடையதாக அமைவதுண்டு. இவ்வாறு உருவாகும் ஜீன்களின் சிறப்புடைய கூட்டமைப்பு, மிகுதியான வாழும் தகுதியினை (Survival Value) உயிரிக்கு நல்கும். இக்கூட்டமைப்பு சிறப்புத்தன்மையால் அவ்வினத்தின் பெரும்பான்மையான உயிரி களில் அமைந்து நிலைக்கும். இவ்வாறு உருவாகியவைமீது இயற்கைத் தேர்வு செயல்பட்டு, நன்மை மிகுதியாகப் பயக்கும் கூட்டமைப்புகளைத் தேர்வுறச் செய்யும்.

மாற்றங்களின் பண்புகள் (Characteristics of alterations)

ஓர் இனத்திலுள்ள உயிரினங்கள் அனைத்திலும் மரபமைப்பில் உருவாகும் மாற்றத்தினாலேயே தோற்றமைப்பில் (Phenotype) மாற்றங்கள் தோன்றுகின்றன. வளர்ச்சி மாறுபாட்டுக்கு இடம் தரும் தன்மையின் அளவு பெரும்பாலும் மரபுபொருளினின்று தோன்றுவதாகும். ஒரு வகையினைச் சேர்ந்த உயிரிகளுக்கும் மற்றொரு வகையினைச் சேர்ந்த உயிரிகளுக்கும் இடையே தோன்றும் தோற்றமைப்பு வேறுபாடுகள் நான்கு பண்புகளை உடையன. 1. சிக்கலுடைய நிலை (Complexity), 2. வகை (Form), 3. வேகம் (Speed), 4. முறை (Mode).

குறிப்பிட்ட தோற்றமைப்புப் பண்பினை நிர்ணயிக்கும் ஜீன்களின் எண்ணிக்கையைச் சார்ந்ததே சிக்கலுடைய நிலை. பெரும்பான்மையான மாற்றங்கள் பல ஜீன்களினாலேயே நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன. ஏனெனில் ஒரு பண்பினை மாற்றும்போது அதனைச் சார்ந்த பலவும் மாறுவது இயல்பு. மிக அரிதாகவே ஒரே ஜீன் ஒரு பண்பினை நிர்ணயிப்பதாகக் காணப்படுகிறது.

வேறுபாட்டு விரிவில் நிகழும் மாற்ற வகையினைக் குறிப்பதே வகை என்ற தலைப்பின்பால் அடங்கும். இருவகையான மாற்றங்கள் வேறுபாட்டு விரிவில் நிகழும். அவைகளுள் ஒன்றில் வேறுபாட்டு விரிவு மிகவும் குறுகியதாக மாற்றமடைந்து ஏறக்குறைய புதிய அமைப்பில் நிலைக்கத் துவங்கும். மற்றதில் முன்பிருந்த சராசரி அமைப்பில் மாற்றமோ அல்லது வரையறையிலேயே மாற்றமோ நிகழும். 137 முதல் 153 வரை முள்ளெலும்புடைய பாம்புகளின் மூதாதையர் அமைப்பு 142 முதல் 148 வரையோ அல்லது 137 முதல் 145 வரையோ அமையுமேயானால் இதனையே வேறுபாட்டு விரிவு குறுகியமையும் நிலை எனலாம். மாறாக 135 முதல் 153 வரையுள்ள எண்ணிக்கையுடைய முள்ளெலும்புகளைக்கொண்டதாக மாற்றமடைதல், மாற்றம் (Shift) எனப்படும். இவ்வகையில் வேறுபாட்டு விரிவு குறுகியமையவில்லை; மாற்றம் மட்டுமே நிகழ்ந்துள்ளது.

வேகம் என்பது கலப்புறும் இனங்களிடையே நிகழும் மாற்ற வேகத்தினைக் குறிப்பதாகும். இவ் வேகம் பல காரணிகளைச் சார்ந்து செயல்படுவதாம். அவையாவன: 1. இனக்கூட்டத்தின் அளவு (Population size), 2. தனிமைப்படுதலின் அளவு (Extent of isolation), 3. இனக்கூட்டத்தின் வேறுபடும் தன்மை,

4. தேர்வு அழுத்தச் சக்தியின் அளவுதிறன் (Magnitude of selective pressure).

சிறிய, இனக்கூட்டங்களில் மாற்றங்கள் விரைவில் பெருகும். தாய் இனக்கூட்டத்தினின்றும் முற்றும் தனித்த இனக்கூட்டத்தில் மாற்றம் விரைவில் பரவும். ஆனுல் ஓரளவு மட்டுமே தாய் இனக் கூட்டத்தினின்று பிரிவுற்ற இனக்கூட்டத்தில் மாற்றம் விரைவில் பரவாது. ஒரு சில இனக் கூட்டங்கள் மிக அதிகமாக அளவு வேறு பாடுகளைப் பெறும் தன்மையதாகவும் மற்றவை அந்தப் பண்பே அற்றனவாகவும் காணப்படும். திடீரென உருவாகும் புதிய சூழ் நிலைகள் தேவையான தகவமைப்பினை நல்கும் ஜீன் கூட்டமைப் புகளை அற்ற உயிரினங்களை முழுமையாகக் கல்வி எடுத்துத் தகவமைப்புடையனவற்றினை மட்டும் தேர்வு அழுத்தத்திறன் வாழவிடும்.

மூன்று அல்லது நான்கு மாற்றமுறைகள் உள்ளன என்று கருதப்படுகிறது. அவையாவன: 1. தற்செயல் பிறழ்வுப்போக்கு (random drift): இந்நிகழ்ச்சி தனிமையாக்கப்பட்ட இனக் கூட்டங்களில் உருவாகும் வேறுபாடுகள் தேர்வுக்குட்படுத்தப் படாமலேயே தோன்றக் காரணியாகும். 2. ஒருமுகப் பிறழ்வுப் போக்கு (Unilateral drift): இதில் தேர்வு அழுத்தத்தினையும் (Selective pressure) பொருட்படுத்தாமல் பயனுடைய அல்லது பயனற்ற மாற்றங்களை ஓர் இலக்கு நோக்கி அகமூலக்கூறுகளின் சக்திகள் செயல்படுத்தும். 3. இயற்கைத் தேர்வு (Natural selection): சூழ்நிலையும் உயிரினங்களும் இணைந்து செயல்பட்டு உருவாவதே இயற்கைத் தேர்வு என்பதாம். இதில் மிகுதியான நற்பயன் விளைக்கும் ஜீன் கூட்டமைப்பினையுடைய உயிரிகளின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கும். எண்ணிக்கை அதிகரிப்பால் இவ்வுயிரிகள் ஏனைய உயிரிகளைவிடச் சிறப்புடன் வாழ்வில் செயல் பட முடியும். 4. தற்செயல் தேர்வு (Chance selection): இம்முறையில், முந்தைய இனக் கூட்டத்தினின்றும் தற்செயலாகத் தனிமைப்படுத்தப்பட்ட உயிரினங்கள் இயற்கைத் தேர்வு செயல் படாமலே வாழ்கின்றன. காட்டாக ஓர் இனக்கூட்டத்தினின்று ஒருசில உயிரினங்கள் மட்டும் புயல், மற்றும் இயற்கை விளைவால் ஒரு தீவிற்குத் தனிமைப்படுத்தப்பட்டால் அவை இயற்கைத் தேர்வுக்குட்படாமலேயே அத்தீவில் வாழும்.

மேலே விளக்கப்பட்டுள்ள முறையில் பரிணும மாற்றம், சூழ் நிலையால் தூண்டப்பட்ட மாற்றங்கள் அல்லது வேறுபாடுகள்

இயற்கைத் தேர்வுக்குட்படுத்தப்பட்டு நிகழ்கிறது என்பதினை விளக்குகிறது.

பரிணாம வகைகள் (Kinds of Evolution)

மூன்று பரிணாம வகைகள் உள என்று கருதப்படுகிறது. பிளவுப் பரிணாமம் (Schistic evolution): இம்முறையில் மூதாதையர்கள் வேறுபாடுகள் தோன்றுவதன் மூலம் இரண்டு அல்லது பல இனங்களாக மாறும் என்பதாம். குலப்பரிணாமம் (Phyletic evolution): இவ்வகையில் மூதாதையர்கள் படிப்படியாக மாற்றங்களைப்பெற்று முற்றும் மாற்றமடைந்து வேறு இனமாக மாறுதல் அடையும் என்பதாம். திடீர் பரிணாமம் (Quantum evolution): இம்முறையில் மூதாதையர்கள் படிப்படியாக மாற்றமடைவதற்கு மாருகத் திடீரென மாற்றங்களை அடைந்து புதிய சூழ்நிலைக்கு ஏற்ற தகவமைப்பினைப் பெற்று, புதிய இனமாக மாறும் என்பதாம்.

வாழும் தகுதியின் படிநிலைகள் (Levels of Survival Values)

பரிணாமத்தால் நிகழும் விளைவுகள் உயிரினங்களுக்கு வாழும் தகுதியினை நல்குகின்றன. இத்தகுதியினை மூன்று படிநிலைகளாகப் பிரிக்கலாம். தற்செயல் பிறழ்வுப் போக்கினுல் (Random Drift) உருவாகும் வாழும் தகுதி அடிமட்ட நிலையினதாகும். இவ்வகையில் உருவாகும் தகுதியினைப் பெறும் உயிரினங்கள் போட்டி வாழ்வில் சிறப்புடையனவாகா. சிறப்புத் தகவமைப்பு (Special Adaptation) என்பது நடு மட்ட அமைப்பினதாகும். இவ்வகைத் தகவமைப்புடைய உயிரினங்கள் குறிப்பிட்ட சில சூழ்நிலைகளில் ஏனைய உயிரினங்களுடன் போட்டியிட்டுச் சிறப்பு அடையும் தன்மையன; உயர்மட்ட நிலையினதே பொதுத் தகவமைப்பாம் (General Adaptation). பொதுத் தகவமைப்புடைய உயிரினங்கள் வேறுபட்ட பல சூழ்நிலைகளிலும், சிறப்புடன் வாழத் தகுதியுடையனவாம்.

முக்கிய நோக்குகள்

இந்நூலின் முக்கிய நோக்குகளாவன :

(1) தொன்மையான முதுகுதண்டுடையவைகளின் அடிப்படை அமைப்பின் இன்றியமையாப் பகுதிகளைத் தெளிவாக விளக்குதல்.

(2) இந்த அடிப்படை அமைப்பினின்றும் தெற்றெனத் தெரியும் பரிணாமப் போக்குகளின்வழி பல முதுகெலும்பிகளின் உறுப்பமைப்பு எவ்வாறு உருவாயின என்பதனைச் செயல் முக்கியத்துவத்துடன் விவரித்தல்.

(3) மிகவும் சிறப்புற்ற முதுகெலும்பிகள்—குறிப்பாகப் பாலூட்டிகள் எவ்வாறு பல சிறப்புடைய பண்புகளை ஒருங்கே பெற்றுத் தனித்துவம் அடைந்தன என்பதனைத் தெளிவாக்கல்.

நூலில் / உறுப்புகளின் பரிணாமமும், அமைப்புகளின் தொடர்ச்சியும் வலியுறுத்தப்படுகின்றன. உறுப்பின் சிக்கல் தன்மை மிகுதியான நிலையில், இக் குறிக்கோள் கைவிடப்பட்டு, உறுப்பின் சிக்கல் தன்மை பரிணாம வரலாற்றுக்கு மாறாக விளக்கப் பட்டுள்ளது. உறுப்புகளின் பரிணாமப் போக்கினைத் தெளிவாக அறிய முதுகுதண்டுடையவைகளின் அடிப்படை உறுப்பமைப்பு பற்றித் தெள்ளிய முன்னறிவு இந்நூலினைப் படிப்போர்க்குத் தேவையான தொன்றும்.

2. முதுகுதண்டுடையவை

(Chordata)

சிறப்புப் பண்புகள்

(1) முதுகுதண்டு (Notochord), (2) தொண்டைச் செவுள் பிளவுகள் (Pharyngeal gill slits), (3) குழையுடைய முதுகு பக்க நரம்புத்தண்டு (Dorsal tubular nerve cord) ஆகிய இம்மூன்று பண்புகளையும் உடைய உயிரினங்கள் அனைத்தும் முதுகுதண்டுடையவை எனக் கருதப்படுகின்றன. ஒரே மூதாதையரிடமிருந்து தோன்றிய உயிரினங்களில் மட்டுமே இம்மூன்று பண்புகளும் ஒருங்கமையுமே தவிரத் தற்செயலாக இவைகள் சேர்ந்தமையா. ஆகவே இம்மூன்று பண்புகளும், முதுகுதண்டுடைய உயிரினங்களின் சிறப்புப் பண்புகளாம்.

முதுகுதண்டு (Notochord)

இதுவே இவ்வுயிரினங்கள் முதுகுதண்டுடையவை எனப் பெயர் பெறுவதற்குக் காரணமாகவமைந்தது. இது எல்லா முதுகுதண்டுடைய உயிரினங்களிலும் முதுகுபக்க நரம்பு நாணுக்குக் (Dorsal nerve cord) கீழாகவும், உணவுமண்டலக் குழாய்க்கு மேற்புறமாகவும் காணப்படும். இது உடலின் பகுப்புத் தசைகள் (Segmental muscles) பொருந்திச் செயல்படுவதற்கு ஏற்ற ஓர் உட் சட்டகமாகவும் அமைந்துள்ளது. ஆகவே இது ஓர் ஆதாரமான உறுப்பாகச் செயல்படுகிறது. முதுகுதண்டு தனிப் பண்புடைய இழையத்தாலானது. இத்திசுவில் காணப்படும் உயிரணுக்களில் பெரிய தொய்புழைகள் (Vacuoles) உள்ளன. இவ் வெளிகளில் பாய்மம் (fluids) நிறைந்திருப்பதால், செல்லின் சுவர்கள் தொய்வின்றி விறைப்பாக இருக்கின்றன. இவ் வமைப்பினல் முதுகுதண்டே விறைப்பாக அமைகிறது. முதுகுதண்டைச்

சூழ்ந்து ஒன்று அல்லது இரண்டு உறுதிமிக்க இணைப்பு இழையத்தாலான உறை காணப்படுகிறது. இவ்வுறைகள் முறையே மேலுறை (Membrana elastica exteena), உள்ளுறை (Membrana elastica inteena) எனப்படும். முதுகுதண்டே முதுகெலும்பிகளில் முதுகெலும்பாக உருவாகிறது. மூலக்குடலின் (Alchenteron) முதுகுபக்கச் சுவரின் தடிப்பினாலோ, மேல் நோக்கு மடிப்பாலோ, முதுகுதண்டு உற்பத்தியாகிறது. குறிப்பாக முதுகெலும்பிகளில் (Vertebrates) முதுகுதண்டு, மத்திய மூளைக்கு (Mid brain) முன்பாக நீட்சியுறுவதில்லை. முதுகுதண்டை, அதனிருப்பிடம், இழையவியல் (Histology) செயல், கருவியல் துவக்கம் முதலியவை கொண்டு எளிதில் அறியலாம்.

தொண்டைச் செவுள் பிளவுகள் (Pharyngeal gill clefts)

செவுள் பிளவுகள், தொண்டையினின்றும் நீர் வெளிவரும் வழியாகும். நீர், வாய் வழியாகத் தொண்டைக் குழியை அடைந்து செவுள் பிளவுகள் வழியாக வெளியேறுகின்றது. முற்றும் நீரிலேயே வாழும் முதுகெலும்பிகளில் (Vertebrates) பல இணைச் செவுள் பிளவுகள் உள்ளன. இவை இருவாழ்விகளின் (Amphibians) வேற்றிளவுயிரிகளிலும், முதிரா இளம் உயிரிகளிலும் (Neoteric forms) செவுள் பிளவுகள் தோன்றிச் செயல்படுகின்றன. பாலூட்டிகளிலும், பறவைகளிலும், ஊர்வனவற்றிலும் செவுள் பிளவுகள் தோன்றிப் பிளப்பதில்லை. ஆனால், இவ்வகுப்பு உயிரிகளின் கரு வளர்ச்சியில் செவுள் பிளவுத் தோற்றம் மறுக்க முடியாத தொன்றும். அதாவது தெற்றெனச் செவுள் பிளவுகள் தெரிகின்றன. ஆனால் அவை வெளியுலகுடன் தொடர்பு கொள்வதில்லை.

வளரும் கருவின் தொண்டைப் பகுதியின் அக அடுக்கு (Endoderm) வெளிப்புறப் பிதுக்கமாகவும், அப்பகுதியின் புற அடுக்கு (Ectoderm) உட்பிதுக்கமாகவும், நீட்சியுற்றுப் பிதுக்கங்கள் ஒன்றிச் செவுள் பிளவுகள் (gill slits) தோன்றுகின்றன. செவுள் பிளவுகளின் எண்ணிக்கை, வெவ்வேறு முதுகுதண்டுடையவற்றில் வேறுபடுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக ஆம்ஃபியாக்சஸில் 180 இணைகளும், சுறுமீனில் 5 இணைகளும், மடவைமீனில் 4 இணைகளும் உள்ளன.

குழையுடைய முதுகுபக்க நரம்புத் தண்டு (Dorsal tubular nerve cord)

முதுகெலும்பற்ற உயிரினங்களில் (Invertebrates) வயிற்றுப் பக்கத்தில், நரம்பு உயிரணுத் திரட்சிகளோடு (ganglionated)

கூடிய, இரண்டு திண்ணிய நரம்பு நாண்கள் உள்ளன. இவ்வமைப்பிற்கு மாறாக முதுகுதண்டுடைய உயிரினங்களில் (Chordates) முதுகுபக்கத்தில், நரம்பு உயிரணுத் திரட்சியற்ற ஒரு நரம்பு நாண் காணப்படுகிறது. இந் நரம்புநாண், கருவின் இள நிலையிலேயே முதுகுபக்கமாயமைந்துள்ள, புற அடுக்கு (Ectoderm) நடுப்பகுதி தடித்து, இத்தடித்த பகுதியின் இரு மூலைகளும் மேல் நோக்கி எழும்பி ஒன்றி, புற அடுக்கினின்றும் தனித்துத் தோன்றுகிறது. உட்குழையுடைய முதுகுப்பக்க நரம்புத் தண்டு முதுகு தண்டுடையவற்றிற்கேயுரிய சிறப்புப் பண்பாகும். குறையுடைய முதுகு பக்க நரம்புநாண்தான் முதுகெலும்பிகளில் மூளையாகவும் தண்டுவடமாகவும் மாற்றமடைகின்றது.

பெருந்தொகுதி (Phylum) முதுகுதண்டுடையவை

வகைபாடு (Classification)

முதுகுதண்டுடையவை (Chordata) நான்கு கீழ்ப்பெருந் தொகுதிகளாகப் (Subphyla) பிரிக்கப்பட்டுள்ளன :

அவைகளாவன :

உள் தொகுதி (Subphylum) 1 : அரை முதுகுதண்டுடையன (Hemichordata): முதுகுதண்டு குட்டையாகவும், உடலின் முன் பகுதியில் மட்டும் காணப்படுகிறது. எடுத்துக் காட்டு — பலனோகிளாசஸ் (Balanoglassus).

உள்தொகுதி 2 : தலையில் முதுகுதண்டுடையன (Cephalochordata): முதுகு தண்டு தலையின் முன் முனையினின்றும் பின்முனை வரை நீண்டுள்ளது. எடுத்துக்காட்டு-ஆம்ஃபியாக்சஸ்(Amphioxus).

உள்தொகுதி 3 : வாலில் முதுகுதண்டுடையன (Urochordata): முதுகுதண்டு வால் பகுதியில் மட்டும் காணப் படுகிறது. எடுத்துக்காட்டு — அசிடியா(Ascidia).

உள்தொகுதி 4 : முதுகெலும்பிகள் (Vertebrates): முதுகு தண்டு (notochord) எலும்பாலோ (bone), குருத்தெலும்பாலோ (cartilage) ஆன முது கெலும்பால் (vertebral column) அகற்றப்பட் டுள்ளது.

தலை முதுகுதண்டுடையவை
(Cephalochordata)

பொதுப்பண்புகள்

1. தெற்றெனத் தெரியாத மூளையற்ற குழையுடைய முதுகு பக்க நரம்பு நாணுடையன.

2. பகுக்கப்படாத முதுகுதண்டு (notochord) உள்ளது. இது நரம்புத் தண்டிற்கு முன்பாகத் தலையின் முன்மூளைவரை நீண்டுள்ளது.

3. முதிர்ந்த உயிரினங்களில் எண்ணற்ற செவுள் பிளவுகள் (gill slits) உள்ளன. இப் பிளவுகள் மத்தியக் குழியில் (atrium) திறக்கின்றன.

4. இவை இணைப்புறுப்புகளையும் (limbs) மண்டையோட்டினையும் (skull), தாடைகளையும் (jaws), பரிவு நரம்பு மண்டலத்தையும் (sympathetic nervous system) கண் (eye) செவி (ear) என்ற புலனுறுப்புகளையும் பெற்றில்லாமையால், மீன்களினின்றும் வேறுபட்டவை.

5. நுண் சிறுநீரகங்கள் (nephridia) கழிவு நீக்கம் செய்கின்றன.

எடுத்துக்காட்டு: ஆம்ஃபியாக்சஸ்.

ஆம்ஃபியாக்சஸ் (Amphioxus)

இது கடலில் ஆழம் குறைந்த மணற்பாங்கான பகுதிகளில் புதையுண்டு வாழும் ஆம்ஃபியாக்சஸின் உடல் 1½'' முதல் 2'' நீளம் உள்ளது. பார்ப்பதற்கு சிறுமீன் போன்று காட்சியளிக்கும். ஆனால், தனியான தலையோ, தாடைகளோ, இணையான துடுப்புகளோ, செதில்களோ இதற்கு இல்லை. இது மணலில் துளைக்கும் தன்மையுடையது. ஆம்ஃபியாக்சஸின் உடல் ஒளியூடுருவத்தக்கதாய் இரு முனைகளும் கூரான அமைப்பையுடையது. இதனுடலில் துடுப்புகள் (fins) உள்ளன. இத் துடுப்புகளில் முதுகு துடுப்பு (dorsal fin) தோலின் மடிப்பாகக் காணப்படுகிறது. மேலும் வயிற்றுத் துடுப்பும் (ventral fin) வால்துடுப்பும் (caudal fin) உள்ளன. இம் மூன்று துடுப்புகளும் தொடர்ச்சியாகக் காணப்படுகின்றன. உடலின் முன்முனையின் முதுகுபக்கமும், பக்கங்களும் நீட்சியுற்று முற்றுப்பெறு வாய்மூடி (oral hood) அமைகிறது. வாய்மூடி சூழும் அறைக்கு வாய் முன்னறை (vestibule) என்று பெயர். வாயின் மேற்புறத்திலும், வாய்மூடியின் பக்க விளிம்புகளினின்றும், ஏறக்குறைய 20 வாய் சூழ் மென் வளைவுகள் (oral cirri) காணப்படுகின்றன. வாய்மூடி பின்புறத்தே பக்க வயிற்று மடிப்பு

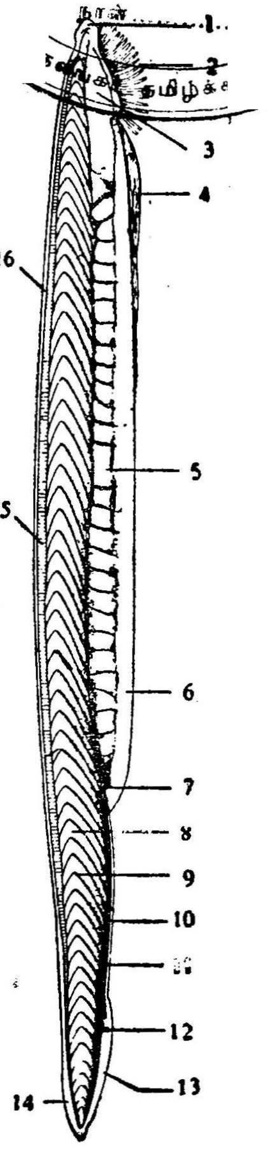
களுடன் (metapleural folds) தொடர்புடையது. இம் மடிப்புகள் உடலின் வயிற்றுப் பக்கத்திலமைந்துள்ள மத்திய குழியின் (atrium) பக்கச் சுவர்களாக அமைகின்றன. மத்தியக் குழியின் (atrium) அடித்தளம் எபிப்ளுர் (epipleur) எனப்படும். வாய்மூடி உட்புறத்தில் குறுஇழைகள் (cilia) உள்ள பள்ளங்களும், வகைகளும் (ridges) காணப்படுகின்றன. இவற்றில் உள்ள குறு இழைகளின் இயக்கத்தினால் வாயிலுள்ள நீரில் சுழற்சி ஏற்படுவதால் இதனைச் சுழல் உறுப்பு (wheel organ) எனவும், அல்லது குறுஇழைசூழ் வாய் உறுப்பு (wheel organ) எனவும் அழைக்கலாம். வாய் முன்னறையின் முகட்டில் குறு இழைகளுள்ள ஒரு குழி காணப்படுகிறது. இதனை ஹாட்சக்கின் பள்ளம் அல்லது குழி என்பர். மலப்புழை அல்லது மலவாய் (anus) வயிற்றுத் துடுப்பிற்கு இடப்புறமாய் உடலின் பின்முனையிலிருந்து சற்று உள்தள்ளி அமைந்துள்ளது. வயிற்றுத் துடுப்பின் முன்முனையருகே மத்தியக் குழிப் புழை (atriopore) உள்ளது. இதன் வழியாகத்தான் மத்தியக்குழி வெளியே திறக்கிறது. சுழல் உறுப்புகளுக்குப் பின்னே வாய்க்குழிப் படலம் (velum) காணப்படுகிறது. இதன் மத்தியில் வாய் உள்ளது. வாய்க்குழிப்படலம் தொண்டையை நோக்கிப் பல உணர் நீட்சிகளையுடையது. இதனை வாய்க்குழிப் படல உணர் நீட்சிகள் (velar tentacles) என்பர்.

மத்தியக் குழி (Atrium)

மத்தியக் குழி உணவு மண்டலக் குழலின் தொண்டைப் பகுதியின் பக்கங்களிலும், வயிற்றுப் பக்கத்திலும் சூழ்ந்துள்ளது. மத்தியக்குழிப் புழைவழி, புறத்தே திறக்கிறது. மத்தியகுழி உண்மையில் புறவெளியேயானாலும், இது உடலின் பக்கச் சுவர்களின் நீட்சியால் சூழப்பட்ட பகுதியாகும். இது முன்முனையிலும், வயிற்றுப் பக்கத்திலும் மூடப்பட்டுள்ளது. இக் குழி உடற்குழியைப் பெரிதும் ஆக்கிரமித்துள்ளது. மத்தியக்குழியினுள் (atrium) செவுள் பிளவுகள் (gill slits) திறக்கின்றன. மத்தியக் குழி பின்னோக்கி பை நீட்சியாக வலது பக்கத்தில் மலவாய் அல்லது மலப்புழை வரை நீண்டுள்ளது. மத்தியக் குழி, செவுள்கள் மணலினால் மூடப்பட்டுக் கேடுறாமல் பாதுகாக்கிறது.

உடற்சுவர் (Body wall)

உடல், ஒரே அடுக்கு கனசதுர செல்களாலான (cubial cells) மேல் தோலினால் (epidermis) சூழப்பட்டுள்ளது. மேல் தோலுக்கு அடியில் நாரிணைப்புத் திசுவாலான அடித்தோல் (dermis) உள்ளது. ஆகவே தோல், மேல்தோல் அடித்தோல் ஆகியவைகளால்



படம் 2-1-2

ஆம்ஃபியாக்சஸ்—புறத்தோற்றம்
பக்க அமைப்பு

1. முன்முனை
2. வாய்சூழ் மென் வளைவுகள்
3. வாய்மூடி
4. வயிற்றுப்பக்கம்
5. இன உறுப்பு
6. பக்க வயிற்று மடிப்புகள்
7. மத்தியக் குழிப்புழை
8. தசைத் துண்டங்கள்
9. தசையிணைத் திசு
10. வயிற்றுத் துடுப்பு
11. வயிற்றுத் துடுப்பு இழைகள்
12. மலப்புழை
13. வால்துடுப்பு வயிற்றுப்பக்கக் கதுப்பு
14. வால் துடுப்பு முதுகு பக்கக் கதுப்பு
15. முதுகு துடுப்பு இழைகள்
16. முதுகு துடுப்பு

அமைந்தது. தோலுக்கடியில் தசைத்துண்டங்கள் (muscle blocks) ஒன்றன்பின் ஒன்ருக அமைந்துள்ளன. ஏறக்குறைய 60 தசைத் துண்டங்கள் ஆம்ஃபியாக்சஸில் உள்ளன. தசைத் துண்டங்கள் அனைத்தும் தசையிணைத் திசுவினுல் (myocomma) சூழப்பட்டுள்ள தால், அவைகளிடையே தசையிணைத் திசு உள்ளது. தசைத் துண்டங்கள் முதுகுபக்கத்தில் தடித்தும், வயிற்றுப் பக்கத்தில் ஓரளவு மெலிந்தும் காணப்படுகின்றன. தசைத் துண்டங்கள் > வடிவிலுள்ளன. அவற்றின் கூர்முனைகள் முன்னேக்கியவாறுள்ளன. உடலின் இருபக்கங்களிலும் உள்ள தசைத்துண்டங்கள் எதிர்மறை யாக அமையாமல் ஒரே போக்கிலமைந்துள்ளன. இத் தசைகளின் உதவியால்தான் ஆம்ஃபியாக்சஸ் வளைந்துவளைந்து நீந்துகிறது. தசையடுக்கிற்கு அடியில் உடற்குழி பரப்படுக்கு (coelomic epithelium) உள்ளது.

உடற்குழி (Coelom)

மத்தியக் குழி (atrium) பெரிதும் வளர்ச்சியுற்று உடற்குழியை ஆக்கிரமித்துள்ளதால் உடற்குழி, மிகவும் சிறிதாக உள்ளது. உணவு மண்டலக் குழாயின் தொண்டைப் பகுதிக்குப் பின்பாக உடற்குழி பெரியதாகக் காணப்படுகிறது. ஆனல், தொண்டைப் பகுதியைச் சூழ்ந்துள்ள உடற்குழி மிகவும் சிறுத்து முதுகின் ஓரப் பக்கங்களில், பக்கமொரு முதுகுபக்க உடற்குழிக் (dorsal coelomic tube) குழலாகக் காணப்படுகிறது தொண்டையின் வயிற்றுப் பக்கத்திலுள்ள உடற்குழி, எண்டோஸ்டைல் கீழ் உடற்குழி (sub endostylar coelom) எனப்படும். முதுகு பக்க உடற்குழியும், எண்டோஸ்டைல் கீழ் உடற்குழியும் முதனிலைச் செவுள் சட்டகங் களின் (primary gill bar) ஊடே செல்லும் உடற்குழிக் குழல்கள் (coelomic canal) வழி இணைந்துள்ளன. துணைநிலைச் செவுள் சட்டங்களில் (secondary gill bar) உடற்குழிக் குழல்கள் இல்லை.

சட்டகம் (Skeleton)

ஆம்ஃபியாக்சஸின் சட்டகம் எலும்பினுலோ, குருத்தெலும் பினுலோ ஆனதன்று. சட்டகம் முற்றிலும் மாறுன முதுகுதண்டு திசுவினுல் (notochordal tissue) அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இத் திசு வில் இருவகைச் செல்கள் உள்ளன. ஒருவகைச் செல் முற்றிலும் கோழைத் திண்மத்தினுலானது (gelatinous cell). மற்ற செல்கள், நீர் நிறைந்த பெரிய செல்வெளிகளை உடையன. இந் நீரின் அழுக்கத்தால் செல்லின் சுவர் தொய்வின்றி விறைப்பாக உள்ளது. சட்டகத்தில் முக்கியமானது முதுகுதண்டாகும் (notochord).

முதுகுதண்டு உணவு மண்டலக் குழாய்க்கு மேற்புறத்திலும் தண்டு வடத்திற்குக் (spinal cord) கீழாகவும், உடலின் முன் முனை யினின்றும், பின்முனைவரை நீண்டுள்ளது. முதுகுதண்டைச் சூழ்ந்து முதுகுதண்டு உறை (notochordal sheath) உள்ளது. இவ்வுறை முதுகுபக்கத்தில் நரம்புத் தண்டினைச் சூழும் உறையாக அமைந்து, நரம்புத் தண்டினை (nerve cord) பாதுகாக்கிறது. இம் முதுகுதண்டே முதுகெலும்பின் (vertebral column) முன்னோடி எனலாம்.

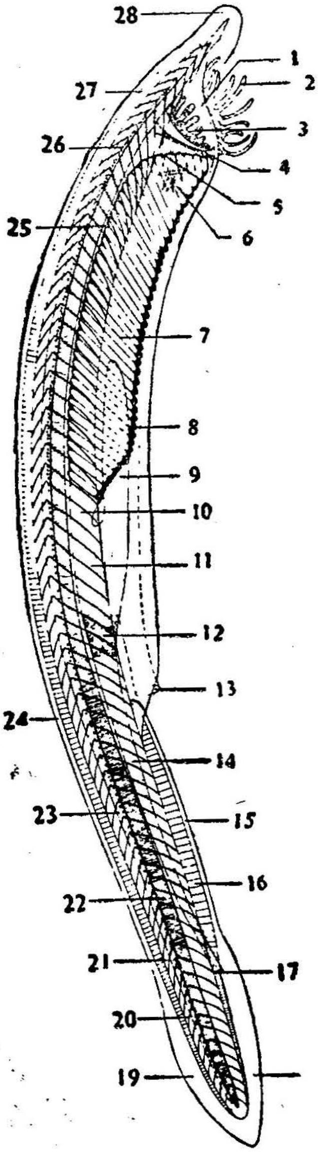
வாய் மூடியிலும், துடுப்புகளிலும், தொண்டையிலும் சட்டகப் பகுதிகள் உள்ளன. வாய்மூடியின் வெளி விளிம்பில் கோழைத் திண்மத்தினாலான சிறு குச்சிகள் (gelatinous rods) வளையமாக அமைந்துள்ளன. ஒவ்வொரு குச்சியினின்றும் வாய்சூழ் மென் வளைவு (oral cirri) ஒவ்வொன்றிற்கும் ஒரு நீட்சி காணப்படுகிறது.

முதுகுதுடுப்பில் (dorsal fin) ஒரு வரிசைத் துடுப்பாரைகளும் (fin rays) வயிற்றுத் துடுப்பில் வலது, இடது பக்கங்களிலுள்ள இரண்டு வரிசைத் துடுப்பாரைகளும் காணப்படுகின்றன. இத் துடுப்பாரைகள் அனைத்தும் கோழைத் திண்மத்தினாலானவை.

தொண்டையின் பக்கச் சுவர்களில் செவுள்கள் (gills) காணப் படுகின்றன. செவுள்களிடையே, தொண்டையின் பக்கச் சுவர் களில் செவுள் சட்டங்கள் (gill bars) காணப்படுகின்றன. இச் சட்டங்கள் இருவகைப்படும்; அவை முதனிலைச் செவுள் சட்டம் (Primary gill bar), துணைநிலைச் செவுள் சட்டம் (secondary gill bar) எனப்படும். இச் செவுள் சட்டங்கள், மீன் களிலும் மற்ற முதுகெலும்பிகளிலும் காணப்படும். தொண்டை-வாய் சட்டகத்தின் (visceral skeleton) முன்னோடி என்பர். செவுள் சட்டங்கள் எல்லாம் ஒன்றுடன் ஒன்று முதுகுபக்கத்தில் வளைவு களினால் இணைந்துள்ளன; வயிற்றுப் பக்கத்தில் தொடர்பற்று தனித்துள்ளன. முதனிலைச் செவுள் சட்டங்கள் மட்டும் வயிற்றுப் பக்க முனையில் இரண்டு கிளையாகியுள்ளன. செவுள் பகுதிகளில், செவுள் சட்டங்கள் ஒன்றோடொன்று குறுக்கிணை குச்சிகளால் (synapticula) இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

உணவு மண்டலம் (Digestive System)

வாய்மூடி : சூழ்குழியின் பின்பகுதியிலுள்ள வாய்க் குழி (velum) படலத்தின் மத்தியில் வாய் அமைந்துள்ளது. வாய் தொண்டையை அடைகிறது. தொண்டை, பக்கங்களில் அழுத்தப் பட்டுள்ளதால், குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் நீள் வட்ட உரு



படம் 2-2-3

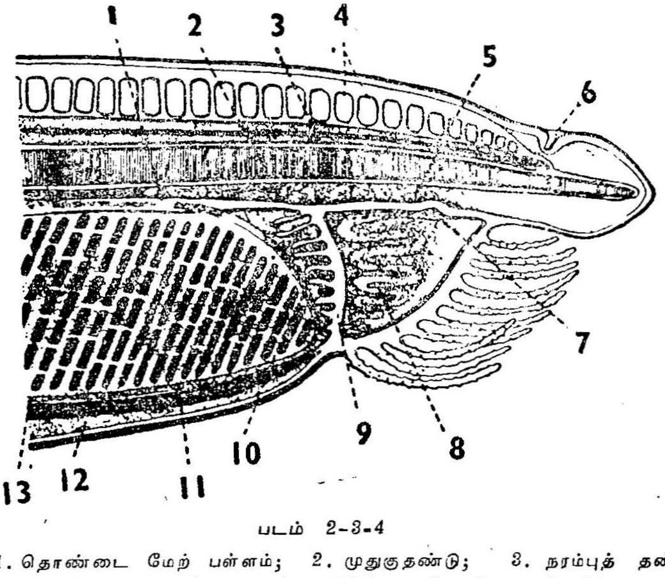
ஆம்ஃபியாக்சஸ்—உள்ளுறுப்புகள்

1. வாய்க்குழி
2. வாய்சூழ் மென் வளைவு
3. சுழல் உறுப்பு
4. வாய்க் குழிப் படலம்
5. தொண்டை சூழ் பள்ளம்
6. வாய்க் குழிப் படல நீட்சிகள்
7. தொண்டைச் சட்டம்
8. தொண்டைக் கீழ்ப் பள்ளம் அல்லது எண்டோஸ்டைல்
9. கல்லீரல் பை நீட்சி
10. உணவுக் குழல்
11. மத்தியக் குடல்
12. இலியோ கோலிக் வளையம்
13. மத்தியக் குழிப் புழை
14. குடல்
15. வயிற்றுப் பக்கத் துடுப்பு
16. வயிற்றுப் பக்கத் துடுப்பிழைகள்
17. மலப்புழை
18. வால் துடுப்பின் வயிற்றுப் பக்கக் கதுப்பு
19. வால் துடுப்பின் முதுகுபக்கக் கதுப்பு
20. தசையிணைத் திசு
21. தசைத் துண்டம்
22. முதுகு தண்டு
23. நரம்புக்குழாய் அல்லது தண்டுவடம்
24. முதுகுபக்கத் துடுப்பு
25. தொண்டை மேற் பள்ளம்
26. உணர்புள்ளிகள்
27. முதுகுபக்கத் துடுப்பிழைகள்
28. முன்முனை

வுடையது. தொண்டையின் பக்கச் சுவர்களில் பல செவுள் பிளவுகள் உள்ளன. செவுள் பிளவுகளிடையே (gill slits) செவுள் சட்டங்கள் (gill bars) காணப்படுகின்றன. தொண்டையின்பின்

சுருள்களற்ற குடல் உள்ளது. குடல் பின்னேக்கி நீண்டு வயிற்றுத் துடுப்புக்கு இடது பக்கத்தில் மலவாய்க் குழி (anus) வெளியே திறக்கின்றது மலவாய் உடலின் பின்முனையினின்றும் சற்று உள் தள்ளி உள்ளது. குடலின் முன்முனையினின்றும், ஒருபை நீட்சி (caecum) துவங்கி அதன் வலது பக்கத்தில் காணப்படுகிறது. கல்லீரல் பை நீட்சி என்று இதனைக் கூறுவர். இதில் சீரண நீர்கள் (digestive juice) சுரக்கின்றன. இந் நீர்கள் குடலையடைந்து உணவு சீரணிக்கப் படுகிறது. ஆனுல் உணவு இப் பை நீட்சிக்குள் வருவதில்லை.

தொண்டையின் நடுக் கூரையிலும், தளத்தின் மத்தியிலும் நீள்போக்கில் இரண்டு பள்ளங்கள் தொண்டைக் குழியில் உள்ளன.



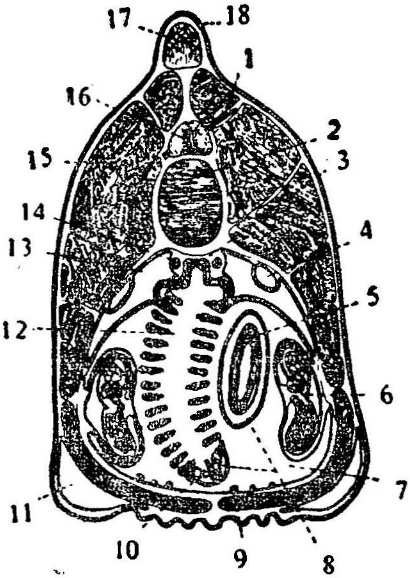
படம் 2-3-4

1. தொண்டை மேற் பள்ளம்; 2. முதுகுதண்டு; 3. நரம்புத் தண்டு அல்லது தண்டுவடம்; 4. முதுகுத் துடுப்பிழைகள்; 5. உடற்குழிக் குழாய்; 6. முகர்தல் குழி; 7. ஹாட்செக்கின் குழி; 8. சுழல் உறுப்பு; 9. வாய்க்குழிப் படலம்; 10. தொண்டை சூழ் பள்ளம்; 11. தொண்டைக் கீழ்ப்பள்ளம் அல்லது எண்டோஸ்டைல்; 12. தசை; 13. மத்தியக் குழி.

மேலே அமைந்துள்ளது, தொண்டை மேல் பள்ளம் (epipharyngeal groove) என்றும், தளத்திலுள்ளது தொண்டைக் கீழ்ப் பள்ளம் (endostyle) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. இவையிரண்டும் தொண்டையின் முன்முனையில் இரு பக்கங்களிலமைந்துள்ள தொண்டை சூழ் பள்ளங்களினுல் (peripharyngeal groove) ஒன்ருேடொன்று இணைந்துள்ளன. எண்டோஸ்டைலின் பரப்பில்

பல குறு இழையுடைய செல்கள் (ciliated cells) உள. இச் செல்கள் நீள்போக்கில் நான்கு வரிசையாய் அமைந்துள்ளன. குறு இழையுடைய செல் வரிசைகளிடையே கோழைச் சுரப்பி செல்களும் (mucous secreting cells) காணப்படுகின்றன. தொண்டை உட்பரப்படுக்கில் குறு இழைகள் உள்ளன. தொண்டை மேல் பள்ளம், பின் முனையில் குடலுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளது.

ஆம்ஃபியாக்சஸ் உணவைத் தேடித் திரிவதில்லை. வாய்மூடி மட்டும் வெளியே தெரியும்படி கடல்தளத்தின் மணலில் ஆம்ஃபியாக்சஸ் புதையுண்டிருக்கும். சுழல் உறுப்பின் (wheel organ) குறு



படம் 2-4-5

1. நரம்பின் முதுகுபக்க வேர்; 2. முதுகுதண்டு; 3. தொண்டை மேற் பள்ளம்; 4. பிரௌனின் புனல்; 5. கல்லீரல் பை நீட்சி; 6. அண்டச் சுரப்பி; 7. மத்தியக்குழி; 8. உடற்குழி; 9. சிறுநீரக முகிழ்ப்புகள்; 10. எண்டோஸ்டைல்; 11. வயிற்று மடிப்பில் நீர் வெளி; 12. தொண்டை; 13. முதுகுபக்க உடற்குழிக் குழல்; 14. பக்க முதுகு மகாதமனி; 15. தசைத் துண்டம்; 16. நரம்புத் தண்டு; 17. துடுப்பிழை; 18. முதுகுபக்கத் துடுப்பு.

இழைகளின் இயக்கத்தினாலும் தொண்டையின் உட்பரப்பிலுள்ள குறு இழைகளின் இயக்கத்தினாலும், தொண்டைப் பகுதியிலும் வாய்மூடி சூழ்குழியிலும், நீரோட்டம் ஏற்படுகிறது. இந் நீரோட்

டத்தில் வரும் மணல் போன்ற துகள்கள் வாய்க்குழிப் படல உணர் நீட்சிகள் (velar tentacles) வாயின் பின், சல்லடை போன்று குறுக் காயமைவதால் வேண்டாப் பொருள்கள் வடிகட்டப்படுகின்றன. நீரோட்டத்தில் வரும் நுண்ணுயிர்கள் எண்டோஸ்டைலை யடை கின்றன. இங்கு அது கோழையில் சிக்கி, குறு இழைகளின்

படம் 2-5-6

ஆம்ஃபியாக்சஸ்—தொண்டைக் கீழ்ப் பள்ளம் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்.

1. முதனிலைச் செவுள் சட்டம்; 2. உடற்குழிக் குழல்; 3. எண்டோஸ்டைல் கீழ் உடற் குழி; 4. வயிற்று மகாதமனி; 5. சட்டகத் தகடுகள்; 6. துணைநிலைச் செவுள் சட்டம்; 7. மத்தியக் குறு இழைகள்; 8. சுரப்பிச் செல்கள்.

இயக்கத்தினால் முன்னேக்கித் தள்ளப்பட்டு, தொண்டை சூழ் பள்ளங்களின் வழி, தொண்டை மேற்பள்ளத்தை (epipharyngeal groove) அடைகின்றன. தொண்டை மேற்பள்ளம் வழி, உணவு குடலை அடைகிறது. இங்கு அது செரிக்கப்படுகிறது. வாய்க்குழி வழி உட்புகுந்த நீர், செவுள்வழி மத்தியக் குழியை அடைந்து, மத்தியக் குழிப்புழைவழி வெளிச் செல்கிறது.

குருதி மண்டலம்

ஆம்ஃபியாக்சஸின் குருதி நிறமற்றது. மேலும், குருதி மண்டலத்தில் குருதியை உடலின் பல பகுதிகளுக்கும் உந்தித்தள்ளும் தனித்த இதயம் (heart) இல்லை. தொண் டையின் அடியில் சுருங்கி விரியும் தன்மையுடைய வயிற்றுபுற மகாதமனி (ventral aorta) உள்ளது. இது உடலின் முன் முனையில் பல கிளைகளாகி முடிகிறது. இதினின்றும் இணையான செவுள் உட்செல் குழாய்கள் (afferent branchial vessels) துவங்குகின்றன. இக் குழாய்கள் ஒவ்வொன்றின் துவக்கத்திலும் சுருங்கி விரியும் குமிழ்கள் (bulla) உள்ளன. இவை குருதியை உந்தித் தள்ளுவ தாகக் கூறுவர். 'செவுள் உட்செல் குழாய்கள்' முதனிலைச்

செவுள் சட்டங்களுக்குச் சென்று, கிளைகள் வழி துணைநிலைச் செவுள் சட்டங்களையும் அடைகின்றன. இரண்டு வகைச் செவுள் சட்டங்களினின்றும் சுத்திகரிக்கப்பட்ட குருதி, 'செவுள் வெளிச் செல் குழாய்கள்' (efferent branchial vessels) வழி வெளியேறுகின்றன. இச் செவுள் வெளிச் செல் குழாய்கள், உடலின் இரண்டு பக்கங்களிலுள்ள பக்க முதுகு மகாதமனியை (lateral dorsal aorta) அடைகின்றன. இத் தமனிகள் இரண்டும் தொண்டைமேல் பள்ளத்தின் (epipharyngeal groove) இரு பக்கங்களிலும் உள்ளன.

தொண்டைக்குப் பின்பாகப் 'பக்க முதுகு மகாதமனிகள்' இணைந்து, 'மத்திய முதுகு மகாதமனி' (median dorsal aorta) உருவாகிறது. இத் தமனி பின்னோக்கி நீண்டு உடலின் பின் பகுதிகளுக்குக் குருதியைக் கொண்டு செல்கிறது. குருதி இத் தமனியில் பின்னோக்கி ஓடுகிறது. 'பக்க முதுகு மகாதமனிகள்' (lateral dorsal aorta) முன்னோக்கி நீண்டுள்ளன. செவுள் உட்செல் தமனியினின்றும் கிளைகள் துவங்கி, செவுள் சட்டங்களுக்கும் நுண் சிறுநீரகங்களுக்கும் (nephridia) செல்கின்றன. இப் பகுதிகளினின்றும் குருதி திரும்பவும் செவுள் வெளிச்செல் குழாய்கள் வழி 'பக்க முதுகுபுற மகாதமனியை' அடைகின்றது. குடலுக்கு, மத்திய முதுகுபுற மகாதமனியினின்றும் குருதி செல்லுகிறது. உடலின் பின் பகுதியினின்றும், குடலிலிருந்தும் குருதி 'குடல் கீழ்க் குழாயில் (sub intestinal vessel) சேகரிக்கப்படுகிறது. இது முன்னோக்கி ஓடிக் கல்லீரல் பை நீட்சியில் (hepatic caecum) தந்துகிகளாகிக் கல்லீரல் போர்டல் அமைப்பு (hepatic portal system) உண்டாகிறது. கல்லீரலிலிருந்து துவங்கும் கல்லீரல் சிரை (hepatic vein) முன்னோக்கி ஓடி 'வயிற்று மகாதமனி' யுடன் இணைகிறது. உடலின் முதுகுபக்கத்தின் ஓரங்களில் 'கார்டினல் சிரைகள்' (cardinal vein) பக்கத்திற் கொன்றாக உள்ளன. இவை உடலின் சுவர்களினின்றும், தசைகளினின்றும் குருதியைக் கொண்டு வருகின்றன. இவைகளிரண்டும் உடலின் பக்கங்களிலுள்ள குயூவரின் குழாய்கள் (cuvicrian ducts) வழி 'வயிற்று மகாதமனி'யுடன் இணைந்துள்ளன. வால் பகுதியினின்றும் குருதி 'வால்சிரை' (caudal vein) வழி குடலையடைந்து, 'வயிற்று மகாதமனி'யை அடைகிறது.

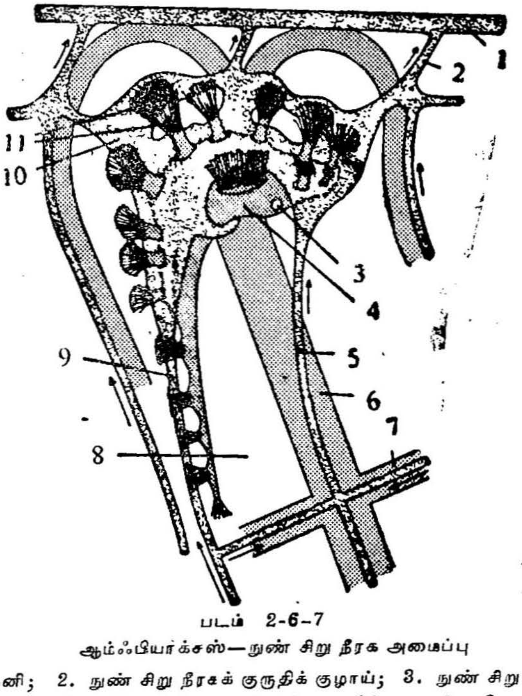
சுவாச மண்டலம் (Respiratory System)

ஆம்ஃபியாக்சஸின் சுவாச உறுப்பு செவுள்களே. செவுள் சட்டங்களின் உட்புறம் அக அடுக்குப் பரப்பு படலத்தினால் (endodermeral epithelium) சூழப்பட்டுள்ளன. இப் படலத்தில் குருதித் தந்துகிகள் உள்ளன. ஒவ்வொரு முதனிலைச் செவுள் சட்டத்திற்கும், (primary gill bar) மூன்று குருதிக் குழாய்களும் (blood-

vessels) துணை நிலைச் செவுள் சட்டத்திற்கு இரண்டு குருதிக் குழாய் களும் செல்லுகின்றன. சுழல் உறுப்பின் இயக்கத்தினாலும், தொண்டையின் உட்பரப்படுக்கிலுள்ள குறு இழைகளின் இயக்கத் தினாலும் தொண்டையை அடைந்த நீர், செவுள்கள் வழி. மத்தியக் குழியை (atrium) அடைகிறது. நீர். செவுள்களின் குருதிச் செறிவு மிக்க பரப்படுக்கின் மேல் செல்லும்போது காற்று மாற்ற நிகழ்ச்சி நடைபெறுகிறது. இந் நிகழ்ச்சியில், நீரிலுள்ள பிராண வாயு, குருதியிலுள்ள கரியமில வாயுவுக்குப் பரிமாறிக் கொள்ளப்படு கிறது.

கழிவு மண்டலம் (Excretory System)

நுண்சிறு நீர்ப் பிரித்திகளே (nephridia) ஆம்ஃபியாக்சஸின் கழிவுறுப்பாகும். இவைகளின் எண்ணிக்கை, முதனிலைச் செவுள் பிளவுகளின் (primary gill slits) எண்ணிக்கையளவு உள்ளது. நுண்

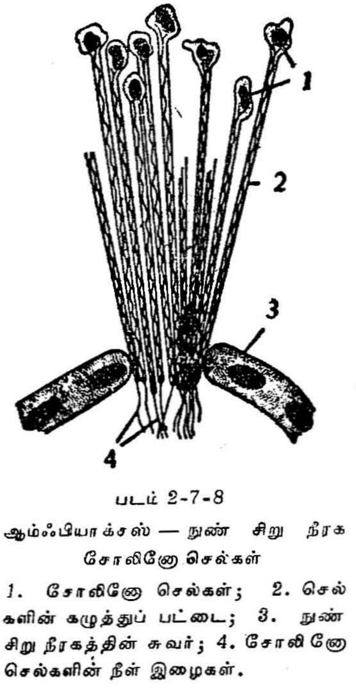


படம் 2-6-7

ஆம்ஃபியார்க்சஸ்—நுண் சிறு நீரக அமைப்பு

1. தமனி; 2. நுண் சிறு நீரகக் குருதிக் குழாய்; 3. நுண் சிறு நீரகப் புழை; 4. நுண் சிறு நீரகம்; 5. நுண் சிறு நீரகக் குருதிக் குழாய்; 6. தொண்டைச் செவுள் சட்டம்; 7. குறுக்கிணை குச்சி (**Synapticulum**); 8. தொண்டைச் செவுள் பிளப்பு; 9. நுண் சிறு நீரகக் குருதிக் குழாய்; 10. நுண் சிறு நீரகக் குருதி விரிவறை; 11. சோலினோ செல்கள்.

சிறு நீரகங்கள் தொண்டைச் சுவரின் முதுகுபக்கத்தின் ஓரங்களில் (dorso lateral) உள்ளன. இவை ஒவ்வொன்றும் வளைவான குழாயமைப்பையுடையன. ஆகவே, வளைவான குழாயில் இரு பகுதிகள் உள்ளன. ஒன்று படுக்கை மட்டப்பகுதி (horizontal limb); மற்றது செங்குத்துப் பகுதி (vertical limb). இதில் முன்னது முதுகு பக்க உடற்குழியுள் (secondary gill bar) மேல் முனையில், ஒரு புழையையுடையது. இப் புழை நுண் சிறு நீரகப் புறப்புழை (external opening of nephridium) எனப்படும். செங்குத்துப் பகுதி (vertical limb) முதனிலைச் செவுள் சட்டத்திலுள்ள உடற்குழிக் குழாயினுள் (coelomic canal) நீண்டுள்ளது. நுண் சிறு நீரகம், உடற்குழியில் புழை வழி திறப்பதில்லை. ஆனால் நுண் சிறு நீரகத்தின் முதுகு பக்கத்தில் கொத்துக்கொத்தாக சோலினோ செல்கள் (solenocytes) காணப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு சோலினோ செல்லின் உட்புறம், குழாயாகவும் அதில் ஒரு நீள் இழையும் (flagellum) உள்ளது. நுண்சிறு நீரகங்களையடையும் குருதியிலுள்ள கழிவுப் பொருள்கள் அதன் மென்தோல் வழியாக சோலினோ செல்களின் குழாயை யடைகின்றன இங்கிருந்து நீள் இழைகளின் இயக்கத்தினால், அவை வெளியேற்றப்படுகின்றன.



படம் 2-7-8

ஆம்ஃபியாக்சஸ் — நுண் சிறு நீரக சோலினோ செல்கள்

1. சோலினோ செல்கள்; 2. செல்களின் கழுத்துப் பட்டை; 3. நுண் சிறு நீரகத்தின் சுவர்; 4. சோலினோ செல்களின் நீள் இழைகள்.

மத்தியக் குழியின் (atrium) முதுகுபக்க வளர் நீட்சிகள் உடற்குழியுடன் தொடர்புடையன. இவை மத்தியக் குழி-உடற்குழிக் குழல் எனப்படும் (brown funnel). இவற்றின் உட்பரப்படுக்கில் துகள்கள் நிறைந்துள்ளன. இவையும் கழிவு நீக்கம் செய்வதாகக் கருதப்படுகிறது. இவை பக்கத்திற்கு ஒன்றாக அமைந்துள்ளன.

நரம்பு மண்டலம் (Nervous System)

ஆம்ஃபியாக்சஸின் மத்திய நரம்பு மண்டலம் (central nervous system) நரம்பு நாணினால் (nerve cord) மட்டும் ஆனது. இதற்குத்

தனியான மூளை இல்லை. நரம்புத் தண்டு, முதுகுதுடுப்பிழைகளுக்கு (dorsal fin rays) கீழாகவும், முதுகுதண்டுக்கு (notochord) மேற்புறமாகவும் அமைந்துள்ளது. இது முன் முனையில் முதுகு தண்டின் முனையினின்றும் சற்றுப் பின் தள்ளித் துவங்கி உடலின் பின் முனை வரை நீண்டுள்ளது. நரம்புத் தண்டு முதுகுதண்டு சூழ் உறையின் மேற்பக்க நீட்சிகளால் அமையப்பெற்ற நரம்புத் தண்டுக் குழாயினுள் (neural canal) பாதுகாப்புடனுள்ளது. இதன் மத்தியில் நீள்போக்கில் மத்தியக் குழாய் (central canal) காணப்படுகிறது. இக்குழாய் முன் முனையில் விரிவுப்பட்டுள்ளது. இப் பகுதி செரிபிரல் பை (cerebral vesicle) எனப்படும். நரம்புத் தண்டின் முதுகு பக்கத்தில் ஒரு பள்ளம் நீளப் போக்கில் அமைந்துள்ளது. இப் பள்ளத்தினை முதுகுபக்க பள்ளம் (dorsal fissure) என்பர். நரம்புத் தண்டின் முன் முனையிலுள்ள செரிபிரல் பைப் பகுதியினின்றும் இரண்டு இணை நரம்புகள் துவங்கி முன் பக்க உடல் தோலுக்கும், வாய் மூடிக்கும், மென் வளைவுகளுக்கும் (cirri) செல்கின்றன. இந் நரம்புகள் உணர்ச்சி நரம்புகள் (sensory nerves) வகையைச் சார்ந்தவை. இவை செரிபிரல் நரம்புகள் (cerebral nerves) என்றும் அழைக்கப்படும். செரிபிரல் பைப்பகுதிக்குப் பின்பாக நரம்புத் தண்டினின்றும், நரம்புகள், தசைத் துண்டங்களின் (myotomes) அமைப்பிற்கேற்ப நரம்புகள் துவங்குகின்றன. ஒவ்வொரு பகுப்பிற்கும் பக்கத்திற்கு இரண்டு நரம்புகள் துவங்குகின்றன. இவை ஒரே வேருடன் துவங்கும் முதுகுபக்க நரம்பும் (dorsal nerve) கொத்தான வேர்களுடன் துவங்கும் வயிற்றுப்பக்க நரம்பும் (ventral nerve) என்பனவாம். இவை இரண்டும் மற்ற முதுகெலும்பிகளிலுள்ளது போன்று இணைவதில்லை. முதுகுபக்க நரம்பு தசைத் துண்டங்களிடையே ஓடி, தோல், உணவு மண்டலக் குழாயின் தசைகளை அடைவதால், அது உணர்ச்சி (sensory) இயக்கக்(motor) கலப்பு நரம்பாகும் (mixed nerve). ஆனால் வயிற்றுப் பக்க நரம்பு தசைத் துண்டங்களுக்கு மட்டுமே செல்வதால் முற்றும் இயக்க நரம்பாகும் (motor nerve). முன் கூறப்பட்ட செரிபிரல் நரம்புகளுக்கு ஒத்த வயிற்றுப் பக்க நரம்புகள் இல்லை. அவை அனைத்தும் முதுகுபக்க நரம்புகளே.

புலனுறுப்புகள் (Sense Organs)

செரிபிரல் பையின் முன் முனையில் துகள் நிறைந்த பகுதி (pigmented spot) உள்ளது. இதுவே பார்வை உறுப்பாக (visual organ) கருதப்படுகிறது. செரிபிரல் பையின் கூரைக்கு மேலாகச் சிறுகுழி காணப்படுகிறது. இதுவே முகர்தற் குழி (olfactory pit) எனப்படும். இது கோலிக்கரின் குழி (kolliker's pit) என்றும்

சொல்லப்படுவதுண்டு. வாய் மூடியின் மென் வளைவுகளில் (oral cirri) காணப்படும். ஒரு சில செல்கள் தொடு உணர்ச்சி (tactile) உறுப்பாகச் செயல்படுகின்றன.

இனப் பெருக்க மண்டலம் (Reproductive System)

ஆண், பெண் ஆம்ஃபியாக்சஸுகள் உள்ளன. ஒவ்வொன்றிலும் இனப்பெருக்க உறுப்புகள், உடற்குழி சூழ் (coelomic sac) பை களாகக் காணப்படுகின்றன. 26 இணை இனப்பெருக்க உறுப்புகள் (gonads) உள்ளன. இவை உடலின் பகுப்புகளில் (segments) பக்கத்திற்கு ஒன்றாக அமைந்துள்ளன. இனப் பெருக்க உறுப்புகள் உடற் குழிப் பரப்படுக்கினின்றும் (coelomic epithelium) தோன்று கின்றன. அவை தசைத் துண்டங்களுக்குக் கீழாக உள்ளன. இனப் பெருக்க உறுப்புகள் முற்றும் முதிர்ந்தவுடன் மத்தியக் குழியில் பிதுங்கியவாறுள்ளன. இப் பிதுக்கம் கிழிந்து, இனச்செல்கள் மத்தியக் குழியில் (atrium) விழுந்து, நீரோடு மத்திய குழிப்புழை வழி வெளியே செல்கின்றன. ஆகவே கருவுறல் (fertilization) நீரில்தான் நடைபெறுகிறது. கருவுற்ற முட்டை வளர்ச்சியுற்று லார்வா ஆகி (larva) முதிர்ந்து ஆம்ஃபியாக்சஸ் ஆகின்றது.

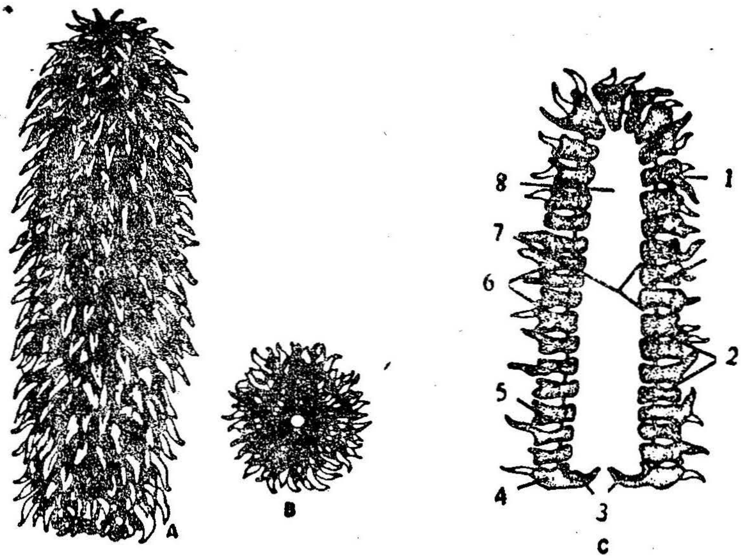
வால் முதுகுதண்டுடையவை
(The urochordates)

தொகுதி: வால் முதுகுதண்டுடையனவற்றில் சாதாரண மாக 3 வகுப்புகள் அறியப்பட்டுள்ளன. அவை (i) வகுப்பு—அசிடியேசியே (Ascidiacia). இவ் வகுப்பு 2000 இனங்களைக் (species) கொண்டுள்ளது. (ii) வகுப்பு—அப்பெண்டிகுலேரியா—75 இனங்களைக் கொண்டது. (iii) வகுப்பு—தலியேசியா—100 இனங்களைக் கொண்டது. சிலவேளைகளில் மொத்த உபதொகுதியும் டியுனிகேட்டா என்று அழைக்கப் பெறும்.

அசிடியன்கள் (Ascidians)

இதைப் போன்ற பெரிய தொகுப்பில் எதிர் பார்க்கப்படுவது போலவே இதிலும் பல வேறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன. சில இனங்களில் நீண்ட தண்டு உள்ளது. இதன் உதவியால் இவை தளத்தில் ஒட்டிக்கொள்ளும். சில நேரடியாகவே தளத்தில் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும். சில தனித்தும், சில கூட்டங்களாகவும் வாழும் தன்மையுடையன. சில கூட்டங்கள் தங்கள் வெளி உறையை பகிர்ந்திருக்கும். அதனால் அதில் உள்ளவை பாதுகாப்பாக ஒன்றோடொன்று இணைந்திருக்கும். இத்தகைய வேறுபாடுகள் இருப்பினும், அடிப்படை அமைப்பில் இவை ஒன்றை ஒன்று ஒத்துக்

காணப்படுகின்றன. இவ்வகுப்பிற்கு உதாரணமாக மோல்குலாவை (molgula) எடுத்துக் கொள்ளலாம்.



படம் 2-8-9

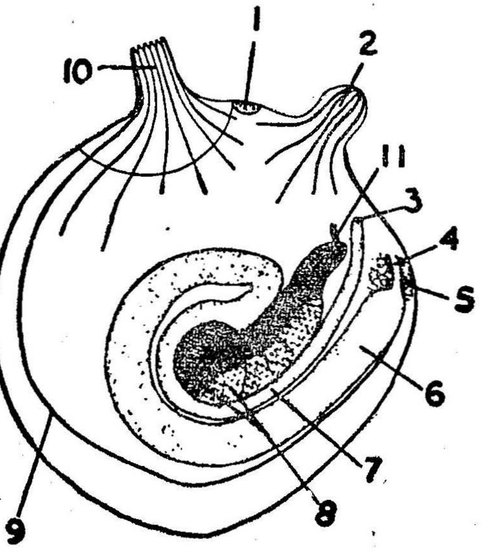
பைரோசோமா—கூட்டமைப்பு அசிடியன்

A—பக்கத் தோற்றம்; **B**—முன்முனைத் தோற்றம் **C**—நீள் மட்டத்தில் பக்க வெட்டுத் தோற்றம்.

1. கடுமேல் தோடு; 2. வாய்த் திறப்புகள்; 3. முனைப்புழையின் மூடு படலம்; 4. கடு மேல் தோடு; 5. எண்டோஸ்டைல்; 6. வாய்த்திறப்புகள்; 7. தொண்டைப் புழைகள்; 8. பொது மத்தியக் குழி.

உடல் நீள்வட்ட வடிவத்தில் இருக்கும். இரண்டு வெளித் தெரியக் கூடிய நீட்டிகள் எதிர் எதிராய் இருக்கும். நடுவில் உள்ள நீட்சி உள்வாங்கி அல்லது வாய்ப்புனல் எனப்படும். இது வாயைச் சுற்றிக் காணப்படுகிறது. இதன் வழியாக நீர் சீராக உடலுக்குள் வரும். பக்கத்தில் உள்ள நீட்சி, வெளிநீக்கி அல்லது ஏட்ரியப் புனல் என்று பெயர் பெறும். இது ஏட்ரியல் புழையை சூழ்ந்து கொண்டிருக்கும் இதன் வழியாக நீர் வெளியேறும். உடலானது நார்களால் ஆன ஓர் உறையால் மூடப்பட்டிருக்கும். இந்த நார் டியூனிசின் (tunicin) என்ற செல்லுலோஸை ஒத்த ஒரு பொருளால் ஆக்கப்பட்டிருக்கும். மேற்போர்வை (mantle) எனப்படும் கோழைத் திண்மத்தால் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. நடு அடுக்குச் செல்களால்

இது சுரக்கப் பெறுகின்றது. மான்டிலின் அல்லது மேற்போர்வையின் வெளிப்பரப்பு ஒரு வரிசைப் புற அடுக்குச் செல்களால் ஆனது. ஆனால் நடுவில் கடினமாகக் காணப்படும் பரப்பு கோழைத் திண்ம



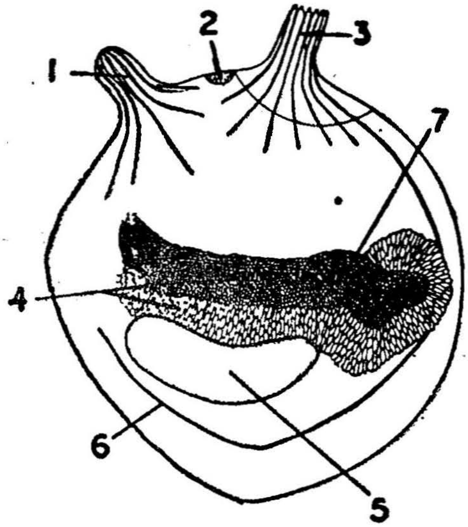
படம் 2-9-10

மோல்குலா—அசிடியனின் கடுமேல் தோடு நீக்கிய பின்பு இடது பக்கத்தில் தோன்றும் உறுப்புகளின் அமைப்பு.

1. நரம்புசெல் திரட்சி; 2. மத்தியக் குழி கவான் குழாய்; 3. மலப்புழை; 4. உணவுக் குழல்; 5. கல்லீரல் பிதுக்கப் பை 6. இரப்பை; 7. குடல்; 8. இனப்பெருக்க உறுப்புகள்; 9. எண்டோஸ்டைல்; 10. வாய் கவான் குழாய்; 11. இனப் பெருக்கக் குழாய்.

அடித்தளத்தில் பரவலாகக் காணப்படும் நடு அடுக்குச் செல்களால் ஆனது. எல்லா உள்உறுப்புகளும் மேற்போர்வையின் உள்ளே காணப்படுகின்றன. ஒரு பெரிய தொண்டை உடலின் பெரும் பாகத்தை அடைத்துக் கொண்டிருக்கிறது. தொண்டைச் சட்டங்கள் இடையே அடுக்காக அமைந்த பல துளைகள் உள்ளன. இதை அடுத்து ஒரு குறுகிய உணவுக் குழாய் உள்ளது. இது கல்லீரல் சிறுபை நீட்சிகளைக் கடந்து விரிந்த இரைப்பைக்குச் செல்கின்றது. இரைப்பை தொண்டையின் இடது புறமாக குறுக்காக அமைந்து, இரைப்பையின் மேல் வளையமாகத் திரும்பியுள்ள குடலுக்குச் செல்கிறது. அடுத்து, இது மேல்நோக்கி வளைந்து மத்தியப் புழைக்கு எதிராக, மலப்புழையின் வழியாகப் புற அடுக்குச் செல்களால் ஆன, பை போன்ற உள்நீட்சியான

மத்தியக்குழியில் திறக்கின்றது. இந்த மத்தியக்குழி உள் நீட்சி மிகப்பரந்து, தொண்டை முழுவதையும், அதனுடைய குறுகிய வாய்ப்புழைக்குக் கீழே உள்ள நாடா போன்ற பகுதியைத் தவிர, சூழ்ந்து அதனை மற்ற உள்உறுப்புகளிலிருந்து பிரிக்கிறது. இதனுல் மிக மெல்லிய புற அடுக்கால் ஆன மத்தியக் குழியால் பிரிக்கப்பட்ட



படம் 2-10-11

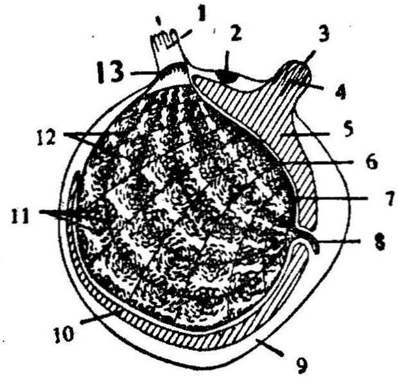
மோல்குலா—அசிடியனின் கடுமேல் தோடு நீக்கிய பின்பு வலது பக்கத்தில் தோன்றும் உறுப்புகளின் அமைப்பு.

1. மத்தியக்குழி கவான் குழாய்; 2. நரம்புச் செல் திரட்சி; 3. வாய்க் கவான் குழாய்; 4. இனப் பெருக்க உறுப்புகள்; 5. இதயச் சூழ் பை; 6. என்டோஸ்டைல்; 7. இனப் பெருக்கக் குழாய்.

ஓர் உள்உறுப்பு (Visceral) வரிசையும் ஒரு பரைட்டல் (Parietal) வரிசையும் காணப்படுகின்றன. உணவுக் குழாய் ஒன்றுதான் மத்தியக்குழி (Atrium) க்குக் குறுக்காகச் செல்கின்றது. வெளித் தோற்றத்தில் இது உண்மையான உடற்குழியைப் போன்று உள்ளது. உண்மையான உடற்குழி நடு அடுக்கில் உள்ள குழி. ஆதலால் இது உண்மையான உடற்குழி அன்று. உடற்குழியில் நடு அடுக்குக் காணப்படும். வால் முதுகுதண்டுடையனவற்றில், உடற் குழியின் எச்சங்களே மத்தியக் குழியாகக் காணப்படுகிறது.

3

மத்தியக்குழி, தண்ணீர் தொண்டைச் சுவரில் உள்ள புழைகளின் மூலமாக வெளியேற ஒரு வழியாய் உள்ளது. தொண்டை முதலில் குறு இழைகள் மூலமாக உள்ளே அனுப்பப்படும் நீரில் உள்ள நுண் உயிர்கள் வடிகட்டி உணவைப் பிரிக்கும் ஓர் உறுப்பாக இருக்கிறது. குறு இழை உண்டாக்கப்படும் கோழை நாடாவின் மூலமாக, உணவு, நீண்ட தொண்டைச் சட்டகத்தோடு கொண்டு



படம் 2-11-12

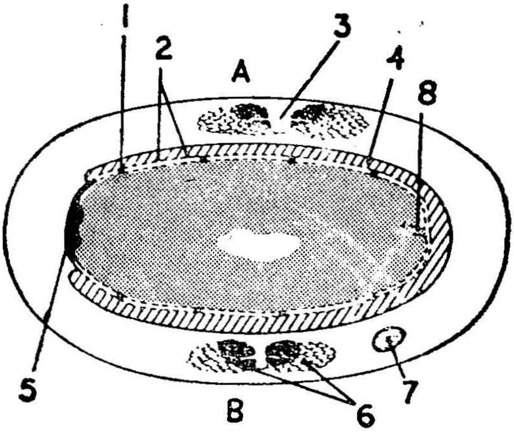
மோல்குலா—வலது பாதியின் பக்க வெட்டுத் தோற்றம்.

1. வாய்; 2. நரம்புச் செல் திரட்சி; 3. மத்தியக் குழிப்புழை; 4. மத்தியக் குழி கவான் குழாய்; 5. மத்தியக் குழி; 6. செவுள் மேல் குறு இழைத் தொகுப்பு; 7. மேலுறை (உள்ளுறுப்பு அடுக்கு); 8. உணவுக் குழல்; 9. மேலுறை (புற அடுக்கு); 10. மத்தியக் குழி; 11. தொண்டைப் பிளவுகள்; 12. தொண்டைச் சட்டங்கள்; 13. வாய்க்குழிப் படல நீட்சிகள்.

செல்லப்படும். வாய்ப்புனலில் இருந்து உணவுக்குழாய் வரை உள்ள எண்டோஸ்டைல் (endostyle) என்ற பகுதியிலிருந்து இந்தக் கோழை உண்டாகிறது. தொண்டையின் நடு மேல் பகுதியின் உட்சுவரிலிருந்து, வாய்ப் புனல் வரை நீண்டு உணவுக் குழாய் வரை காணப்படுவது, மேல் செவுள் சட்டம் (epibranchial band). இது தொண்டைச் சட்டத்தில் இருந்து வரும் பல கோழை நாடாக்களை எடுத்துச் செல்கிறது. இதனால் உணவு மறைமுகமாக உணவுக் குழாய்க்கு, வடிகட்டு தொண்டைச் சுவரிலிருந்து கொண்டு போகப்படுகிறது.

இரண்டு இன விருத்தி உறுப்புகள் உள்ளன. ஒவ்வொன்றிலும் இரண்டு இணை இனப் பெருக்க உறுப்புகள் உள்ளன. ஒவ்வொன்றிலிருந்தும் மத்தியக் குழிவுப் புழைக்கு எதிராக மத்தியக் குழிக்குச்

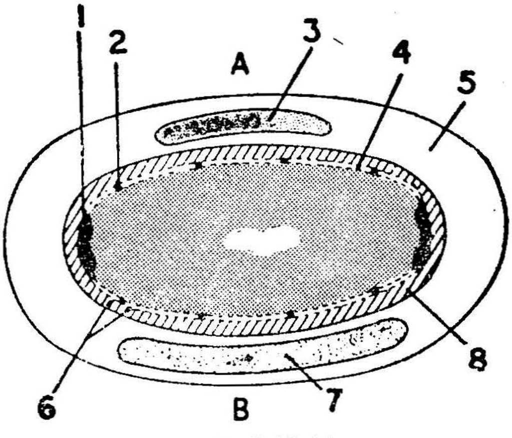
செல்லும் தனித்தனிக் குழாய்கள் உள்ளன. விந்துச் சுரப்பி, அண்டச் சுரப்பி இரண்டும் ஒரே உயிரியில் உள்ளன. இனச் செல்கள் வெவ்



படம் 2-12-13

மோல்குலா—உணவுக் குழலுக்குக் கீழ் முகப்பு வெட்டுத் தோற்றம்.

1. எண்டோஸ்டைல்; 2. தொண்டைச் சட்டம்; 3. இதய சூழ் பை; 4. மேலுறை (உள்ளுறுப்பு அடுக்கு); 5. மேலுறை (புற அடுக்கு); 6. தொண்டைப் பிளவுகள்; 7. இரைப்பை; 8. மத்தியக் குழி. **A**—வலது; **B**—இடது.



படம் 2-13-14

மோல்குலா—உணவுக் குழலுக்கு மேல் முகப்பு வெட்டுத் தோற்றம்.

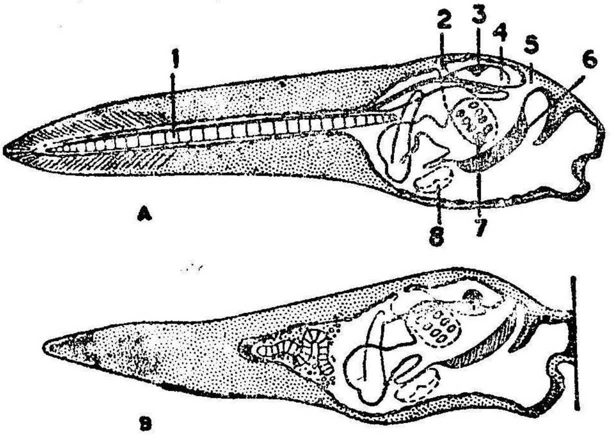
1. தொண்டைச் சட்டம்; 2. தொண்டைப் பிளவுகள்; 3. இனப் பெருக்கக் குழாய்; 4. மத்தியக் குழி; 5. எண்டோஸ்டைல்; 6. இனப் பெருக்க உறுப்புகள்; 7. குடல்; 8. முதுகுபக்க இலை மைவு (**dorsal lamina**) **A**—வலம்; **B**—இடம்.

வேறு காலங்களில் முதிர்ச்சி அடைவதால் சுய கருவுறுதல் நடைபெறுது. கருவுறுதல் மத்தியக் குழிக்குள் நடைபெறும். கருமுட்டை புறத்தே தள்ளப்படும். அங்கே அவை தன்னிச்சையாக நீந்தும் தலைப்பிரட்டை போன்ற இள உயிரிகளாக வளர்ச்சியடையும்.

உடலைச் சுற்றி ஒரு நரம்பு வலை உள்ளது. இதன் செயல் உடலினை முழுமையாகச் சுருக்கி நீரினை இரண்டு புனல்களின் வழியாகவும் வெளியேற்றும். எனவேதான் இதற்கு 'கடற்பீச்சான்கள்' என்று பெயர். மத்திய நரம்பு மண்டலமாக, இரண்டு புனல்களுக்கும் இடையே மேல் சுவரில் அமைந்த நரம்பணுத்திரள் உள்ளது. கீழ்ப்பகுதியில் செயல் தெளிவுறாத ஒரு நரம்புச் சுரப்பி உள்ளது.

ஒரு வகை உயிரிகளில் கழிவுச் செல்களிலிருந்து கழிவுப் பொருள்களைப் பெறும் கழிவுப்பை ஒன்று மத்தியக் குழிப்புழைக்கு அருகே மத்தியக் குழிக்குள் திறக்கிறது.

வட்டமான பெரிய கார்டியல் பையினுள் அமைந்த ஓர் இதயம் ஒரு முறை துடிக்கும்போது, குருதி தொண்டைப்புழைக்குள் செல்லும். மறுமுறை இதயம் துடிக்கும்போது எதிர்முனை நோக்கிக்



படம் 2-14-15

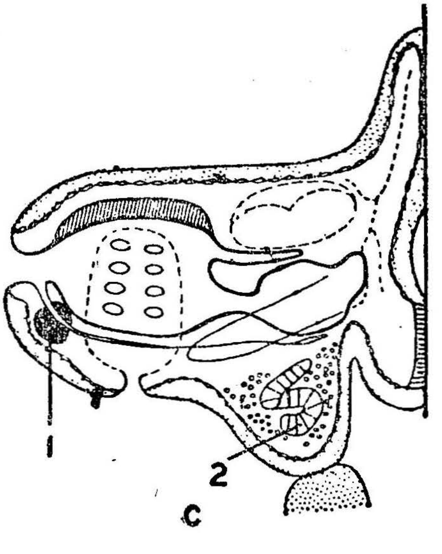
அசிடியன் தலைப்பிரட்டையின் உருமாற்றம்.

A—நீந்தித் திரியும் நிலை; **B**—பற்றிய இள நிலை.

1. வால் முதுகுதண்டு; 2. மத்தியக் குழிப் புழை; 3. ஸ்டாட்டோசிஸ்ட்; 4. மூளைப் பை; 5. வாய்; 6. எண்டோஸ்டைல்; 7. தொண்டைப் பிளவுகள்; 8. இதயச் சூழ் பை.

குருதி பாய்ந்து, உடலுறுப்புகளுக்குச் செல்லும். இரத்தத்தின் ஹீமோ குளோபினில் இரும்பிற்கு மாறுக வானடியம் என்ற மூலக்கூறு உள்ளது. இது தனித்தன்மையுடையது.

முதிர்ந்த உயிரியில் முதுகு நாணின் எச்சம் இல்லை. ஆனால், தலைப்பிரட்டையில் நன்கு வளர்ந்த முதுகு நாண் வாலில் உள்ளது. மேலும் இளம் உயிரில், வாலில் உட்கூடமைந்த குழாய் போன்ற நரம்புவடம் உள்ளது. இந்த நரம்புவடம் முன்னால் மூளைக்குச் செல்லுகிறது. இந்த மூளையில் வாயின் பின்புறம் அமைந்த சமன உறுப்பு உள்ளது. முதுகு நாண் மறைந்து விடுகிறது. உயிரி வளர்ச்சியுறும்போது, நரம்புவடம் சுருங்கிக் கெட்டியான நரம்பணுத்



படம் 2-15-16
அசிடியன் தலைப் பிரட்டையின் உருமாற்றத்தில் அமையும்
(C) முதிர்ச்சி முன் நிலை (**Sub adult stage**)
1. நரம்பு செல் திரட்சி; 2. வால் முதுகு தண்டின் எச்சம்.

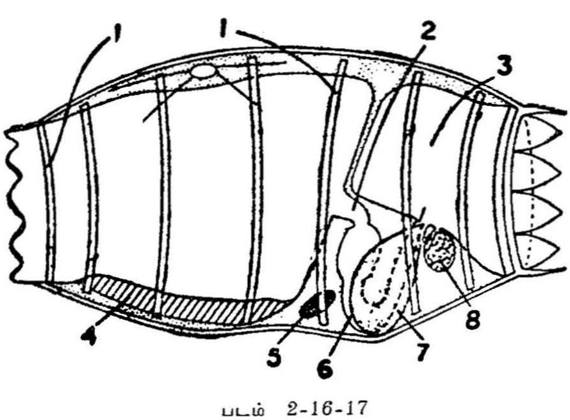
திரளாகிறது. இளவுயிரியில் நடுவில் ஒட்டுச் சுரப்பி (adhesive gland) உள்ளது. இதன் உதவியால்தான் இந்த உயிரி ஒரு பொருளின்மேல் படிப்படியாய் ஒட்டிக்கொள்கிறது. வாய் ஒட்டுச்சுரப்பியின் மேல் பாகத்தில் அமைந்துள்ளது. இதையடுத்து ஒன்று அல்லது இரண்டு துளைகளைக் கொண்ட தொண்டை உள்ளது. அடுத்துக் குட்டையான இரைப்பைக் குடல், பின் முதுகுபுறத்தில்

உள்ள மலப்புழையில் திறக்கிறது. உயிரி ஒட்டிக் கொண்டவுடன், வாய்க்கும் ஒட்டுச் சுரப்பிக்கும் இடையே உள்ள பகுதி வேகமாகவும் ஒன்றோடொன்று சம்பந்தமில்லாமலும், வளர்வதால் வாய் சுழன்று ஒட்டிக்கொண்ட பரப்பிற்கு எதிர்ப்பரப்பை அடைகின்றது. அதேபோன்று வால் கீழ்ப்புறமாக அடிப்பகுதியை நோக்கிச் சுழல்கிறது. ஆனால் வேகமாக, அளவில் குறைந்து, படிப்படியாக உட்கிரகிக்கப்படுகிறது. மத்தியக் குழி உள்நோக்கி வளர்ந்து மலப் புழையை உள் அடக்கி, முதிர் உயிரியின் அளவிற்குப் பெரிதாகின்றது.

இந்த உயிரிகள் முகிழ்ப்புகளை (budding) உண்டாக்குவதன் மூலமாகவும் இனவிருத்தி உறுப்புகள் மூலமாகவும் இனவிருத்தி செய்யக்கூடியவை. முகிழ்ப்புகளால் உண்டான சந்ததிகள் பெற்றோர்களோடு ஒட்டிக்கொண்டு பல வடிவங்களை உடைய கூட்டங்களை உண்டாக்கும்.

தலியேசியே
(The Thaliacea)

இதன் உறுப்பினர்கள் அசிடியன்களைப் போன்றவை. ஆனால் இவற்றில், (1) ஒளி ஊடுருவாத கெட்டியான உறை கிடையாது. ஒளி ஊடுருவக் கூடிய மெல்லிய சுவர் உண்டு (2) உடல் பீப்பாய்

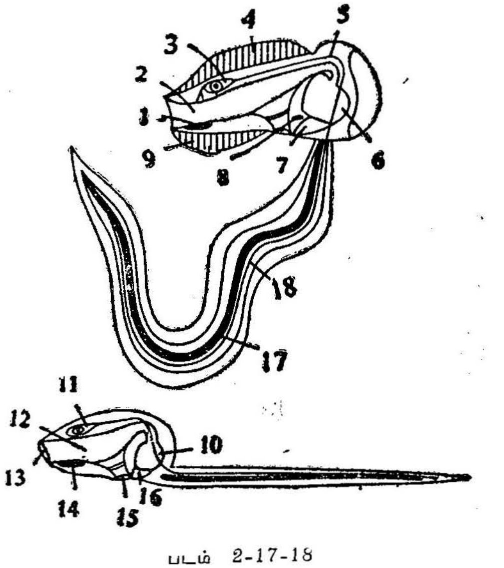


படம் 2-16-17

தலியேசியே (**Thaliacea**) வகையினைச் சார்ந்த வால் முதுகுதண்டுடைய உயிரியின் அமைப்பு.

1. தசை வளையங்கள்; 2. உணவுக் குழல்; 3. மத்தியக் குழி; 4. எண்டோஸ்டைல்; 5. இதயம்; 6. இரைப்பை; 7. விந்துச் சுரப்பி; 8. அண்டச் சுரப்பி

வடிவமுடையது ஒரு நேரான அச்சு உள்ளது. வாய் முன் பகுதியிலும், மலப்புழையும் மத்தியப் புழையும் பின் பகுதியிலும் உள்ளன. (3) உடல் சுவர் அனேக சிற்றினங்களில் எட்டு முதல் பத்து வரை தசைக்கட்டுகளால் சூழப்பட்டிருக்கும். இதனுல் இதன் உடல் அடிக்கடி அழுத்தப்பட்டு, நீர் பின்வழியாக வெளியே தள்ளப்பட்டு உடல் முன்னே தள்ளப்படுகிறது. (4) இன விருத்தி அனேகமாக இன விருத்தி உறுப்புகள் இல்லாமல் நடைபெறுகிறது. வெவ்வேறு சிற்றினங்களில் வியத்தகு வகையில் வாழ்க்கைச் சரிதம் நடைபெறும் முறையில் வேறுபாடுகள் உள்ளன. இன விருத்தி உறுப்புகள் மூலமாகவும் இனப் பெருக்கம் நடைபெறுகிறது.



படம் 2-17-18

அப்பெண்டிகுலேரியா (**Appendicularia**) வகையினைச் சார்ந்த வால்முதுகு தண்டுடைய உயிரியின் அமைப்பு.

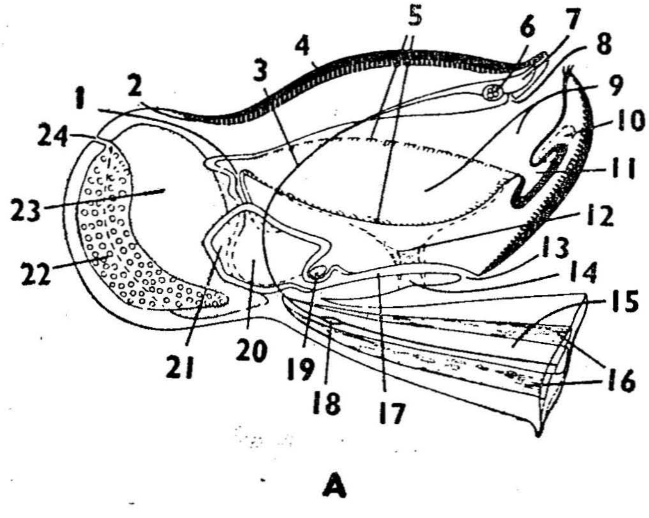
1. எண்டோஸ்டைல்; 2. தொண்டை; 3. நரம்புச் செல் திரட்சி; 4. கடு மேல் தோடு; 5. நரம்புக் குழாய்; 6. இரைப்பை; 7. மலப்புழை; 8. இதயம்; 9. கடு மெல் தோடு (**tunic**); 10. இரைப்பை; 11. நரம்புச் செல் திரட்சி; 12. தொண்டை; 13. வாய்; 14. எண்டோஸ்டைல்; 15. செவுள் புழை (**branchial aperture**); 16. மலப்புழை; 17. வால் முதுகுதண்டு (**urochord**); 18. நரம்புக் குழாய்.

அசிடியன்களைப் போலவே இவற்றிலும் இரண்டு இனப்பெருக்க உறுப்புகளும் ஒரே உயிரியில் அமைந்துள்ளன. இனவிரி மற்ற

வால் முதுகுதண்டுடையவற்றில் உள்ளதுபோலவே காணப் படும்.

அப்பன்டிகுலேரியா (The appendicularia)

இவை சிறிய தன்னிச்சையாக நீந்தும் உயிரிகள். இவற்றில் ஓர் இணைத் தொண்டைத்துளைகளும், ஒரு நீண்ட வாலும், மற்ற வால் முதுகு நாணுள்ளவற்றின் தலைப்பிரட்டையின் உடலைப் போன்ற உள் அமைப்பும் உள்ளது. அகன்ற தலியேசியாவைப் போன்ற குறுகிய நீர்நாளம் ஊடுருவிச் செல்லும் உறையை



படம் 2-18-19

வால் முதுகு தண்டுடைய உயிரியினது உறுப்புகளின் விளக்கப் படம். **A**—பக்க வெட்டுத் தோற்றம்

1. உணவுக் குழல்; 2. புற அடுக்கு; 3. நரம்பு; 4. கடுமெல் தோடு; 5. தொண்டை சூழ் பள்ளங்கள்; 6. ஸ்டோட்டோசிஸ்ட்; 7. நரம்பு செல் திரட்சி; 8. ஹாட்செக்கின் குழி; 9. தொண்டை; 10. வாய்ச் சுரப்பி; 11. எண்டோஸ்டைல்; 12. தொண்டைப் பிளவு; 13. மலப்புழை; 14. மத்தியக் குழிப்புழை; 15. வால் முதுகுதண்டு; 16. தசைக் கட்டுகள்; 17. குடல்; 18. வால் நரம்புச் செல் திரட்சி; 19. இதயம்; 20. இரப்பை; 21. கல்லீரல் பை நீட்சி; 22. அண்டச் சுரப்பி; 23. விந்துச் சுரப்பி; 24. இனப் பெருக்கக் குழாய்.

முக்கியமாக வாலினுல் சுரப்பதே, இவற்றில் வெளிப்படையாகக் காணப்படும் தனித்தன்மை. இந்த உயிரி நீர் நாளத்திற்கு அருகில் அமைந்துள்ளது. சில சமயங்களில் இந்த உயிரி, கூட்டைவிட்டு

வெளியே வந்து சிறிது காலத்திற்குத் தன்னிச்சையாக நீந்தி, பிறகு மறுபடியும் ஓர் உறையைச் சுரக்கும். கூட்டில் அடைபட்ட நிலையில் இந்த உயிரியால் நகர முடியாது.

இந்தக் கூட்டத்தின் உறுப்பினர்கள் தலியேசியே அல்லது அசிடியாவிலிருந்து தோன்றியிருக்கக் கூடும் என்று கருதப்படுகிறது. இளவுயிரி முதிர்ச்சியடைய ஏற்பட்ட முன்னேற்றத் தாமதத்தினால் இவை தோன்றியதால், இவற்றில் இளவுயிரி அமைப்பு வாழ்நாள் முழுவதும் காணப்படுகிறது. ஆனால் பால்உறுப்புகள் தாமதமின்றி முதிர்ச்சியடைகின்றன. முதிரா இளம் உயிரிக்கு (neoteny) இது ஓர் உதாரணம். (வளர்ச்சி அடையும் நிலையில் உள்ள இளவுயிரியில் இனப்பெருக்கம் நடைபெறுவது.)

முதல் முதுகு நாணுடையவை
(Prechordates)

முதுகு நாணுடையவற்றிற்கு சம்பந்தப்பட்ட தொகுதிகள் :

இரண்டு தொகுதிகள் முதுகுநாணுடையவற்றிற்கு நெருங்கிய உறவுடையதாக உள்ளன. முக்கியமாக, அவற்றில் ஒன்று அரை முதுகுதண்டுடையவை (hemichordata). இவற்றில் முதுகு நாணுடையவைகளில் மட்டும் தொண்டைத் துளைகள் காணப்படுகின்றன. அடுத்த தொகுதியான பிராங்கியேட்டா (branchiata) அல்லது பகோனேபோரா (pogonophora) அரை முதுகு தண்டுடையவற்றிலிருந்து வந்தவை. அனேகமாக நூல்களில் ஒன்று மட்டுமோ அல்லது இரண்டுமோ முதுகு நாணுள்ளவை தொகுதியில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன.

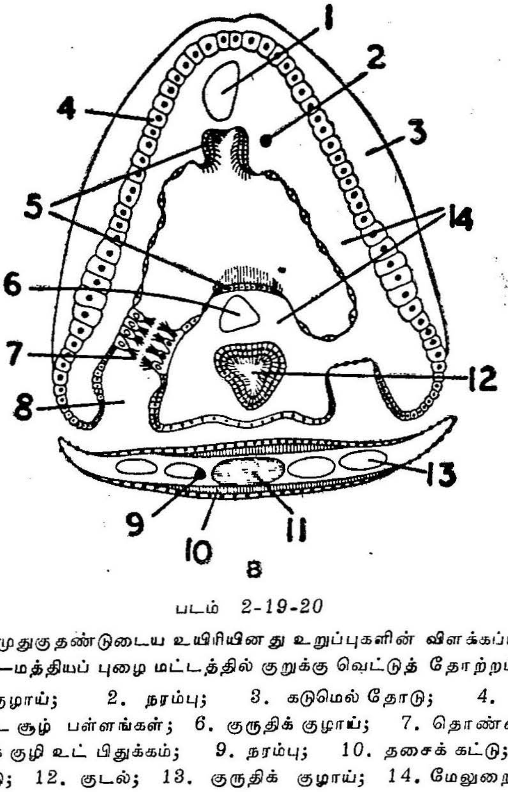
அரை முதுகுதண்டுடையவை

இவை இரண்டு வகுப்புகளாக உள்ளன. 12 இனங்களையும் 60 சிற்றினங்களையும் உடைய என்ட்ரோப்நியூஸ்டா (entropneusta); 3 இனங்களையும் 20 சிற்றினங்களையும் கொண்டது டீரோபிராங்கியேட்டா (pterobranchiata). என்டரோப்நியூஸ்டா நன்கு அறியப்பட்டதாம். பாலனேகிளாசஸ், சாக்கோகிளர்சஸ் இரண்டும் உப தொகுதியின் காட்டுகள். என்டரோப்நியூஸ்டாவின் உறுப்பினர்கள் அனைத்தும் ஒரே மாதிரியான தோற்றத்தை உடையவை.

என்ட்ரோப்நியூஸ்டா

பாலனேகிளாசஸின் உடல் நீண்டு புழுப் போன்று காணப்படும். அதில் மூன்று பகுதிகள் காணப்படுகின்றன. ஒரு பெரிய புரோபாசிஸ் (probascis) என்ற பகுதி ஒரு குட்டையான கழுத்துப்

பட்டை (collar) யோடு ஒரு குறுகிய காம்பினுல் இணைக்கப்பட்டுள்ளது அதைத் தொடர்ந்து நீண்ட உடற்பகுதி உள்ளது. புரோபாசிஸ் என்பது தோண்டுவதற்கே உதவும் விரியக்கூடிய ஒரு



படம் 2-19-20

வால் முதுகுதண்டுடைய உயிரியினது உறுப்புகளின் விளக்கப்படம்.
B—மத்தியப் புழை மட்டத்தில் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்.

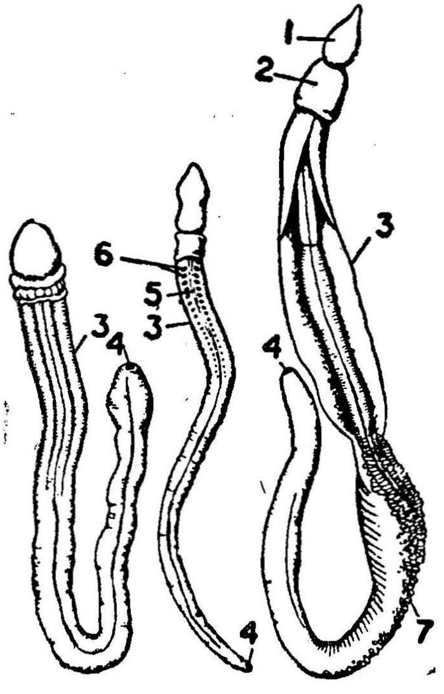
1. குருதிக் குழாய்; 2. நரம்பு; 3. கடுமெல் தோடு; 4. புற அடுக்கு; 5. தொண்டை சூழ் பள்ளங்கள்; 6. குருதிக் குழாய்; 7. தொண்டைப் பிளவு; 8. மத்தியக் குழி உட் பிதுக்கம்; 9. நரம்பு; 10. தசைக் கட்டு; 11. வால் முதுகு தண்டு; 12. குடல்; 13. குருதிக் குழாய்; 14. மேலுறை (**mantle**).

பகுதி. அடிப்பகுதி நீர்த்துளையால் நீர்உறிஞ்சப்படுவதால் அது விரிவடைகிறது; துளையின்வழியாக நீர் உமிழப்படும்போது சுருங்குகிறது.

முக்கியமான உறுப்புகள் என்று சொல்லப்படுபவை ஒன்றும் இதில் இல்லை. காற்று விரவிய தசைவலையால் சூழப்பட்ட ஓர் உடற்குழியை உடையது. இதனுள் தண்ணீர் உடனடியாக வடிக்கப்படும்.

கழுத்துப்பட்டையும் விரியக்கூடிய ஓர் அமைப்பு. அதற்குத் தனி நீர்த்துளைகள் உண்டு. ஆனுல் இது புரோபாசிசைப்

போன்றில்லாமல், அனேக முக்கிய உறுப்புகளைக் கொண்டது. தோண்டுவதில் புரோபாசிஸ் செயல்படுகிறது. இவை இரண்டும் மாறிமாறிச் சுருங்கி விரியும். கழுத்துப்பட்டை விரியும்போது உடலை உறுதியாக நிலைநிறுத்துகிறது. அப்போது புரோபாசிஸ் நீட்டப்பட்டு, தொடர்ந்து விரிகிறது. அடுத்துக் கழுத்துப்பட்டை சுருங்க, முழு உடலும் முடிந்த அளவு முன் நோக்கித் தள்ளப்



படம் 2-20-21

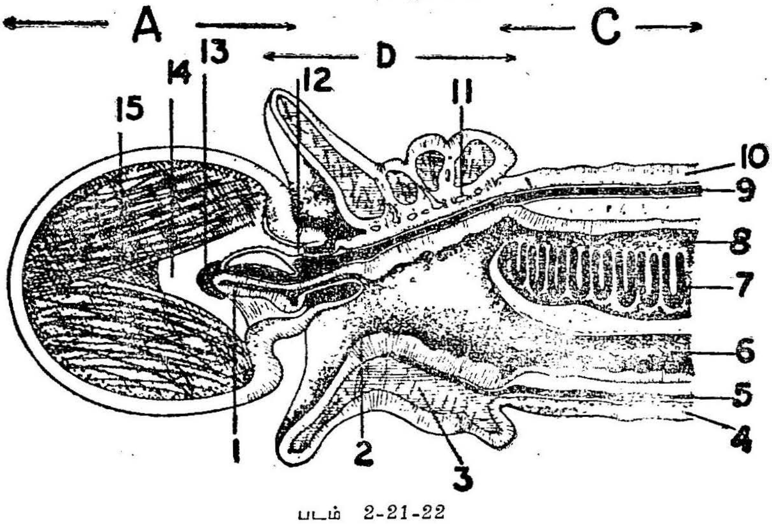
முதுகுபக்கத் தோற்றமைப்பில் ஒருசில என்ட்ரோ நியூஸ்ட் அரை முதுகு தண்டுடைய உயிரிகள்.

1. (முன்முனை) புரோபோசிஸ்; 2. கழுத்துப் பட்டை; 3. இனப்பெருக்க வரை; 4. மலப்புழை; 5. முதுகுபக்க வரை; 6. தொண்டையின் புறப் பிளவுகள்; 7. கல்லீரல் பிதுக்க நீட்சிகள்.

படுகிறது. மறுபடியும் கழுத்துப்பட்டை, உடலை நிலைநிறுத்த, புரோபாசிஸ் ஒரு புது இடத்திற்கு இடப்பெயர்ச்சி செய்வது மண் புழுவின் இடப்பெயர்ச்சியை ஒத்துள்ளது.

புரோபாசிஸ் கழுத்துப்பட்டையின் மேல் உள்பக்கக் கோட்டில் இணைந்துள்ளது. கழுத்துப்பட்டை, கீழே ஒரு பெரிய வாயைச்

சூழ்ந்துள்ளது. கழுத்துப்பட்டை வளையத்தில் உள்ள வாயை அடுத்து வாய்க்குழி உள்ளது. வாய்க்குழி, உணவுப்பாதையின் பகுதியான தொண்டை - உணவுக்குழாய்ப் பகுதியோடு இணைந்துள்ளது. தொண்டை - உணவுக் குழியைத் தொடர்ந்து இரைப்பைக் குடல்பகுதி உள்ளது. இரப்பைக் குடல் மிகுதியான உடல் முழுவதும் நிறைந்து கடைசியில் உள்ள மலப்புழையில் முடியும். எல்லா முதுகு நாணுள்ளவற்றிலும் உள்ளது போலன்றி இவற்றில் எந்த நிலையிலுமே மலப்புழையை அடுத்து வால் கிடையாது. உடல் பகுதியும் மற்ற முதுகு நாணுள்ளவற்றைவிடப் பெரியது.



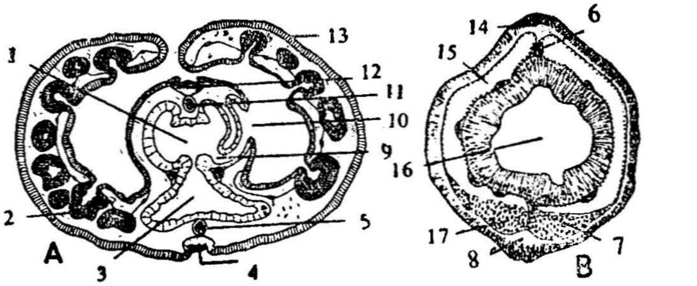
படம் 2-21-22

அரை முதுகுதண்டுடைய உயிரியின் முன்முனையின் பக்க வெட்டுத் தோற்றம்.
A—முன்முனை (புரோபோசிஸ்); C—உடல்; **D**—கழுத்துப் பட்டை

1. இரைப்பைத் தண்டு (**Stomochord**); 2. வாய்க்குழி; 3. கழுத்துப்பட்டை உடற்குழி; 4. வயிற்றுப்பக்க நரம்பு; 5. வயிற்றுப்பக்கக் குருதிக் குழாய்; 6. உணவுக்குழல்; 7. தொண்டையின் அகப் பிளவுகள்; 8. தொண்டை; 9. முதுகுபக்கக் குருதிக் குழாய்; 10. முதுகுபக்க நரம்பு; 11. நியூரல் இடை; வெளிகள்; 12. முன்முனைப் புழை; 13. தந்துகி முடிச்சு (**glomerulus**) 14. முன்முனை உடற்குழி; 16. முன்முனைத் தசை.

தொண்டை - உணவுக் குழாய் அமைப்பு தனித்தன்மை வாய்ந்தது. வாயின் பின் உள்ள குடல் பகுதி பல பள்ளங்களைக் கொண்டதால், அது ஒன்றன்மேல் ஒன்றாக அமைந்த இரண்டு இணைந்த குறுகிய குழாய்களை உண்டாக்குகிறது. மேல் குழாயான

தொண்டை, கீழ்க்குழாயான உணவுக்குழாயோடு அதன் நீளத்திற்கு ஒரு குறுகிய வயிற்றுப்பகுதித் துளையினால் இணைக்கப் பட்டுள்ளது. தொண்டை - உணவுக் குழாய்ப் பகுதி குட்டை யானது. 5 அல்லது 6 பங்கு கழுத்துப்பட்டை அளவோ அல்லது உடலின் அரைப்பகுதி அளவோ உள்ளது. வாயில் நுழையும் மணல், நீர் ஆகியவை தொண்டை உணவுக்குழாய்ப் பகுதியில் பிரிக்கப்படு கின்றன. நீர் தொண்டைக்குள்ளும் கனமான பொருள்கள் உணவுக் குழாய்க்குள்ளும் செல்கின்றன. கடினமான



படம் 2-22-23

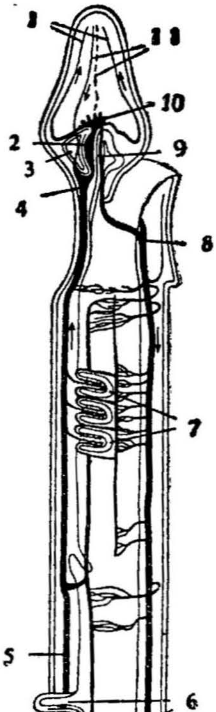
A—அரை முதுகுதண்டுடைய உயிரியில் தொண்டை உணவுக் குழல் மட்டத்தில் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம்; **B**—அரைமுதுகுதண்டுடைய உயிரியில் குடல் மட்டத்தில் வெட்டுத் தோற்றம்.

1. தொண்டை; 2. இனப்பெருக்க உறுப்புகள்; 3. உணவுக் குழல்; 4. வயிற்றுப் பக்க நரம்பு; 5. வயிற்றுபக்கக் குருதிக் குழாய்; 6. முதுகுபக்கக் குருதிக் குழாய்; 7. வயிற்றுப்பக்க குருதிக் குழாய்; 8. வயிற்றுபக்க நரம்பு; 9. தொண்டையின் அகப்பிளவுகள்; 10. தொண்டையின் புறப் பிளவுகள்; 11. முதுகுபக்கக் குருதிக் குழாய்; 12. முதுகுபக்க நரம்பு; 13. இனப்பெருக்கவரை; 14. முதுகுபக்க நரம்பு; 15. உடற்குழி; 16. குடல்; 17 வயிற்றுபக்க பரைட்டல் தசை.

பொருள்கள் பின்புறமாக இரைப்பைக்குச் செல்கின்றன. நீர், 700 இணைகளுக்கு மேல் உள்ள சிறிய விசித்திரமான 'U' வடிவ உள் தொண்டைத் துளைகள் வழியாகச் செல்கின்றது. அங்கிருந்து அது துளைக்கு ஒன்றாக அமைந்த தொண்டைப் பைகளுக்குச் செல்லுகிறது. பிறகு அது தொண்டைப் புழையில் வெளியேறுகிறது. இப் புழை தொண்டையின் மேல் பகுதியில் நடுமுதுகுபகுதி மேட்டின்மேல் காணப்படுகிறது. தொண்டைப் பகுதியின் முக்கிய வேலை சுவாசித்தல் அன்று. எனவே அது செவுள் உறுப்பும் அன்று. உணவை நீரிலிருந்து பிரித்தெடுப்பதே அதன் வேலை. சுவாசித்தல் தொண்டையில் நடைபெறுகிறது. ஆனால் அது உடல்மேல்பரப்பு முழுவதிலுமே நடைபெறுகிறது. எனவே, தொண்டை சுவா சித்தலைவிட உணவு எடுப்பதே முக்கியமானது.

உணவுக்குழாய், இரைப்பை, குடல் என்று எந்த வேறுபாடு மின்றி நீண்ட உணவுக்குழாயாகக் காணப்படுகிறது. தொண்டை-உணவுக் குழாய்ப் பகுதியிலிருந்து மூன்றில் ஒரு பங்கு தூரத்தில் கல்லீரல் சிறு பை நீட்சிகள் காணப்படுகின்றன.

குருதி ஓட்ட மண்டலத்தில், முக்கியமாக ஒரு முதுகுபுற நீள் குழாயும், வயிற்றுப்புற நீள் குழாயும் உள்ளன. இவை இரண்டும்



படம் 2-23-24

அரை முதுகுதண்டுடைய உயிரியில் சுழற்சி மண்டலத்தின் அமைப்பு.

1. முன்முனை தமனிகள்
2. மத்தியக்குருதி விரிவறை
3. இதயச் சூழ்பை
4. சிரை விரிவறை
5. முதுகுபக்கக் குழாய்
6. கல்லீரல் பிதுக்க நீட்சி
7. தொண்டைப் பிளவுகள்
8. வயிற்றுபக்கக் குழாய்
9. தந்துகி முடிச்சு வெளிச்செல் குழாய்
10. தந்துகி முடிச்சு
11. முன்முனைச் சிரைகள்!

கழுத்துப்பட்டைப் பகுதியில் வளையம் போன்ற ஓர் இணைக் குழாய் களால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஓர் அடுக்கு விரிவுச் சிரைகள், சுருங்கக் கூடியவையோ அல்லவையோ, கழுத்துப் பட்டையோடு தொடர்பு கொண்டுள்ளன. குருதி ஓட்டம் முதுகுபுறக் குழாயில் முன்நோக்கியும், வயிற்றுப்புறச் சிரையில் பின்நோக்கியும் நிகழ் கிறது. அமைப்பு வளைதசை உடலிகளைப் போன்று உள்ளது.

உடற்குழி நன்கு வளர்ச்சி அடைந்துள்ளது. அது ஒரு புரோபாசிஸ் குழியாக உபபிரிவைக் கொண்டுள்ளது. இது புற உல

கோடு புழைவழித் தொடர்புகொள்கிறது. இரண்டு இணைக்கழுத்துப் பட்டைப் பள்ளங்கள் உள்ளன. இரண்டிற்கும் வெளிப்பகுதித் துளைகள் உள்ளன. உடல் பகுதியில் நீண்டுள்ள இரண்டு பள்ளங் களுக்கும் வெளிப்புறத் துளைகள் கிடையாது.

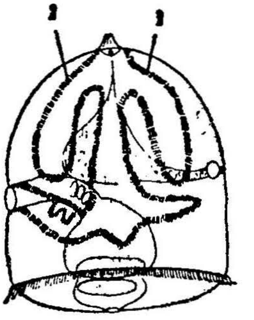
இனவிருத்தி மண்டலத்தில் கண்ட வரிசையாய் அமைந்த பால் உறுப்புகள் உடற் பகுதி நீளத்திற்கு அமைந்துள்ளன. இவை இரண்டும் தெளிவான மேடுகளை அமைத்துள்ளன. அவை வெளிப் பகுதிக்குக் கண்டச் சிறுதுளைகள் மூலமாகத் திறக்கின்றன. பால்

படம் 2-24-25

முதிர்ந்த என்ட்ரோப்நியூஸ்டா நிலையினை டார்னேரியா (**Tornaria**) படிப்படியாக அடைவதைப் படங்கள் 2-24 (**a**); 2-25 (**b**) & 2-26 (**c**) மூன்றும் விளக்குகின்றன.

1. குறுஇழைத் தொகுப்பு;

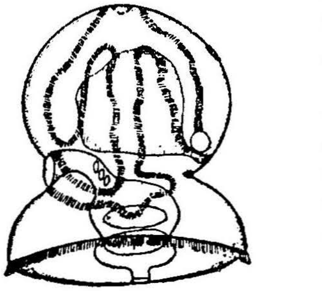
A—இளநிலை அமைப்பு.



A

இனஉறுப்புகள் வெவ்வேறு உயிரிகளில் அமைந்துள்ளன. கருஉறுதல் உடலினுள் அல்லாமல் சூழ்ந்துள்ள நீரில் நடைபெறுகிறது.

எலும்பு மண்டலத்தில் முக்கியமாகத் தொண்டையைத்தாங் கும் ஒரு வரிசைச் சட்டங்கள் உள் ளன. புரோபாசிலில் காணப்படும் தாங்கும் பகுதியான ஸ்டோமோ கார்டு (stomochord) என் பது முதுகு நாணைக் குறிப்பதாகக் கூறப்பட்டாலும் அவை இரண் டும் ஒன்றல்ல ஸ்டோமோகார்டு என்பது வாய்க்குழியின் மேல் சுவரிலிருந்து புரோபாசின் அடிப் பகுதிக்கு நீளும் கடின சுவரை உடைய ஒருவெளி நீட்சியாகும். அதன் அளவு சிறிதாய் இருந் தாலும், அது முதுகுநாணுக்கு ஒத்த உறுப்பாகக் கருதப்படு கிறது. ஏனென்றால் அதன்



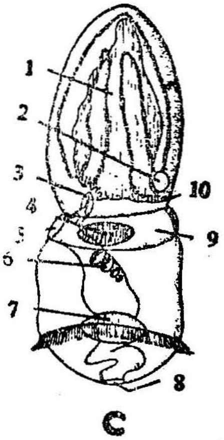
B

படம் 2-25-26

மூன் படத்தின் தொடர்ச்சியான இரண்டாம் நிலை: **B**—இளநிலை அமைப்பு.

செல்களும் முதுகுநாண் செல்களைப்போலவே வெற்றிடங்களை உடையது. முதல் முதுகுநாணுள்ளவற்றைப் போன்றே இதிலும் கருவளர்ச்சியில் வெற்றிடப் பைகளாகத் தோன்றுகிறது. முதுகெலும்பிகளில், முதுகுநாண் நடுப்படையிலிருந்து தோன்றிய கெட்டியான உறுப்பாகவோ அல்லது மூன்று படைகளின் தொடர்பின்றியோ தோன்றுகிறது. ஆனால் முன் இருந்த முதுகுநாணுள்ளவற்றில், முதுகுநாண் குடலின் ஒரு வெறுமையான வெளிநீட்சியாய்த் தோன்றியது என்பதில் சந்தேகமில்லை.

நரம்பு மண்டலத்தில், ஒரு நரம்பு வலை உள்ளது. இது நடு முதுகிலும், நடு வயிற்றுப்புறத்திலும், ஒரு தண்டு போன்ற பகுதி



படம் 2-26-27

C—இளநிலை அமைப்பு: முன் படத்தின் தொடர்ச்சியான மூன்றும் நிலை:

1. முன்முனை உடற்குழி
2. இதயம் சூழ்பை
3. இரைப்பைத் தண்டு
4. கழுத்துப் பட்டை உடற்குழி
5. வாய்
6. தொண்டைப் பைகள்
7. நடுஉடல் உடற்குழி
8. மலப்புழை
9. கழுத்துப் பட்டை
10. முன்முனைப் புழை.

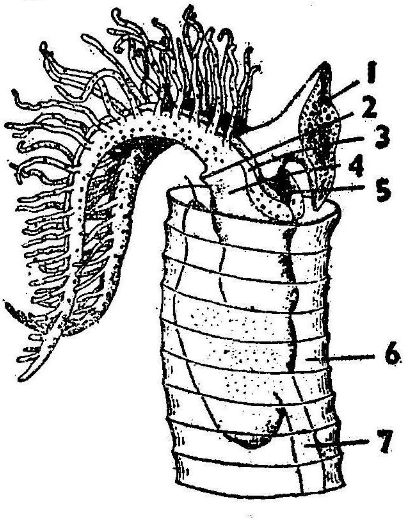
யாய்க் கடினமடைந்துள்ளது. முதுகுபகுதித் தண்டின் முன்பகுதி உட்கூடுடையதாய் உள்ளது. சிறிய வெளிகள் முதுகுதண்டின் முழு நீளத்திற்கும் காணப்படுகின்றன.

வளரும் காலத்தில், தன்னிச்சையாக நீந்தும். குறு இழைகளைக் கொண்ட ஓர் இளம் உயிரிப் பருவம் உள்ளது. இதற்கு டோர்னேரியா (Tornaria) என்று பெயர். இது முட்தோலியான 'கடல் வெள்ளரியின்' இளம் உயிரியான ஆரிகுலேரியாவை (Auricularia) ஒத்துள்ளது.

டீரோபிராங்கியேட்டா
(The Pterobranchiata)

இவை நிலையாகவும், கூட்டமாகவும் காணப்படும் சிறிய உயிரிகள். இவற்றில் புரோபாசிஸ், கழுத்துப்பட்டை, உடல் என்ற பகுதிகள் உள்ளன. உடல் இருப்பிடத்தோடு ஒரு பக்கக் காம்பினுல்

ஒட்டப்பட்டிருக்கும். உணவுக்குழாய் U வடிவமுடையது. மலப் புழைவாயின் அருகில் உள்ளது. கழுத்துப்பட்டையோடு சிறிய குறு இழைகள் உடைய டென்டகிள்கள் இணைந்துள்ளன. இவை உணவைப் பிடிப்பதற்கு உதவுகின்றன. இந்த அமைப்பிற்கும் போரோனிடா (Phoronida), பிராக்கியோபோடா, (Brachiopoda), பிரையோசோவா (Bryozoa) போன்ற தொகுதிகளில் காணப்படும் உணவு பிடிக்கும் முறைக்கும் ஒற்றுமைகள் காணப்படுகின்றன. ஓர் இணைத் தொண்டைப் பிளவுகள் இரண்டு இனங்களில் காணப் படுகின்றன. இவை உணர் நீட்சிகளில் (tentacle) ஒட்டிக்கொண்ட நுண் உயிரிகளை அப்புறப்படுத்தும் கருவிகளாக உபயோகப்படு கின்றன. மற்ற இனங்களில் எந்தவிதமான தொண்டைப்பிளவு



படம் 2-27-28

அரை முதுகுதண்டுடையவை-ராப்டோபுளுரா.

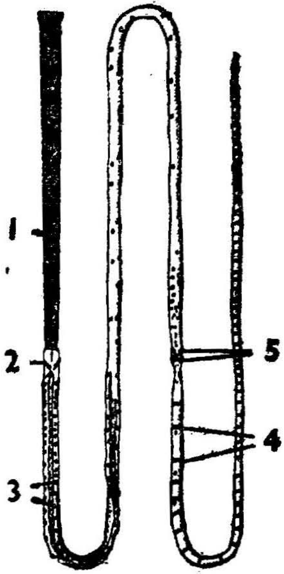
1. முன்முனை (proboscis); 2. கழுத்துப் பட்டை உடற்குழிப் புழை; 3. குறு இழைத் தொகுப்பு; 4. கழுத்துப் பட்டை; 5. வாய்; 6. கடுமேல் தோடு 7. காம்பு.

களும் கிடையாது. எச்சமான முதுகுநாண் (stomochord) என்ட் ரோப்நியூஸ்டாவில் உள்ளது போலவே காணப்படுகிறது. ஆனால், நடுநரம்பு மண்டலத்தில் குழிகிடையாது. இனப்பெருக்கம் முகிழ்ப்பு களை உண்டாக்கும் முறையிலும் பால் முறையிலும் நடைபெறு கிறது. இளம் உயிரி என்டரோப்நியூஸ்டா, முட்தோனிகள் ஆகிய வற்றில் உள்ளது போலவே உள்ளது. ஆனால் அநேகமாக லோபோ

போர் இளம் உயிரியைப் போன்றே உள்ளது. உடற்குழியும், குருதி ஓட்ட மண்டலமும், இந்த உபதொகுதியின் மற்ற உறுப்பினர்களைப் போன்றே உள்ளது.

பிராக்கியேட்ஸ் (The Brachiates)

இது குறைவாக அறியப்பட்ட ஒருதொகுதி. கடலின் அடியில் 3லிருந்து 5 மைல்கள்வரை ஆழத்தில் சுரக்கப்பட்ட குழாய்களில்



படம் 2-28-29

ஒரு போகோனேபோரனின் (**Pogonophoran**) வயிற்றுப் பக்க தோற்றம். உடல் மூன்று பகுதிகளாலாகியது. அவை, உச்சிமென் நீட்சிகள் பகுதி(**Lophophore**), கழுத்துப்பட்டைப் பகுதி, மற்றும் நடு உடல் என்பனவாம். லாமெல்லி சபெல்லா என்னும் உயிரி படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் நடுஉடலானது வளையமுன்பகுதி என்றும் வளையப் பகுதி என்றும் பகுக்கப்பட்டுள்ளது. இவை ஒவ்வொன்றும் ஒத்த நீளம் அற்றவை. இவ்விரு பகுதிகளும் ஒன்றிலிருந்து மற்றது ஓரிணை பெருத்த வளையங்களால் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

1. உச்சி மென் நீட்சிகள்
2. கழுத்துப் பட்டை
3. ஒட்டும் நுண் தகடுகள்
4. வளையங்கள்
5. ஒட்டும் சுரப்பிகளின் வளையம்.

வாழும். இவ் வகையில் 18 சிற்றினங்கள் உள்ளன. ஒரு சில உதாரணங்களே சேகரிக்கப்பட்டுள்ளன. அவற்றின் உள் உடல் அமைப்பு சரியாக அறியப்படவில்லை. அவற்றில் தொண்டைத் துளைகள் இரா. உள் அமைப்பு ஓரளவே தெரிந்துள்ளது. வாய் கிடையாது; மலப்புழையும், உணர்குழாயும் உள்ளன. உடல் முழுவதும் இனப்பெருக்க உறுப்பாலும், அவற்றின் துணை உறுப்புகளாலும் நிரப்பப்பட்டுள்ளது. ஒட்டுச் சுரப்பிகள் தனித்தன்மை வாய்ந்தவை. அவை உடலின் சில பகுதிகளில் பொய்யான துண்ட அமைப்பைக் காட்டத்தக்க வகையில் பரவியுள்ளன. இதன் பொதுவான அமைப்பு அரை முதுகுநாணுடையவற்றைப் போன்றுள்ளது. என்ட்ரோப்நியூஸ்டாவை ஒத்துள்ளது. உச்சி நீட்சிகளுறுப்பு போரோனிடாவை ஒத்துள்ளது. நுண் உயிர்களைப் பிடிப்பதில் மட்டுமல்லாது அவற்றைச் செரிப்பதிலும் உதவுவதால் அவை தனித்தன்மை வாய்ந்தவை. இது உண்மையானால் இவை வெளிப்

புறச் செரித்தலை உடைய பல செல் உயிரிகளிடையே சேர்க்கப்பட வேண்டியது. இவை குறிப்பிடத்தக்க வகையில், வெளிப்புறச் செரித்தலிலும், செரிமான மண்டலம் அதனைக் கிரகிக்கும் வகையிலும் தனித்தன்மை வாய்ந்தவை.

முதுகுதண்டுடையவைகளின் குலவளர்ச்சி
(Phylogeny of the Chordata)

முதுகுதண்டுடையவைகளின் தோற்றம் (Origin of Chordates)

இன்று வாழும் விலங்குகள் தொன்மை முன்னோர்களின் அமைப்பினின்றும் பெருமளவில் மாற்றமடைந்துள்ளமையால், முதல் முதுகுதண்டுடையவைகள் முதுகெலும்பிகள் என்பன கொண்ட பரிணாம முறைபற்றித் தெளிவானதும் முடிவானதுமான கருத்துகள் இன்றுவரை தெரியாத ஒன்றாகவே உள்ளது. முதுகு தண்டுடையவற்றிற்கு முற்பட்ட விலங்கினங்களின் அகழ்தெலிகள் (fossils) கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருந்தாலோ அல்லது அமைந்திருந் தாலோ இக் குழப்பம் அனைத்தினையும் தவிர்த்திருக்கலாம். ஆனால் அவ் விலங்குகள் மென்மையான உடலினை உடையனவாயிருந் திருக்குமாதலால், அவைகள் அரிதாகவே அகழ்தெலியாக்கம் அடைந்திருக்கக் கூடும். ஏனெனில் கடின உறுப்புகளும், எலும்பு களுமே அகழ்தெலியாக்கம் அடையும் என்பது எல்லோரும் அறிந்த ஒன்றே.

வாழும் விலங்கினங்களுக்கிடையே அவற்றின் தோற்றம்பற்றி அறியத் தொடர்ந்து ஒப்பு உறுப்பமைப்பியல் அறிஞர்கள் ஆய்வுகள் செய்தமையால் எல்லோராலும் ஒப்புக்கொள்ளக்கூடிய சான்றுகள் ஒருசில உள. அவ்வாறனவைகளுள் ஒன்று குருதிப்பாய்மச் சோதனைச் சான்றாகும் (Serological test). இச் சான்று முட் தோலிகள் (echinoderms), முதுகுதண்டுடையவைகள், அரை முதுகு தண்டுடையவைகள் என்பனவற்றிற்கு இடையே நெருங்கிய உறவு உள்ளது என்பதனைப் புலனாக்கியுள்ளது. தசைச் சுருக்கத்திற்குத் தேவையான, மாறும் தன்மையுடைய பாஸ்ஃபேட்டுகளிலும் (phosphates) பாஸ்ஃபோஜன்களிலும் (phosphogens) கிரியேட்டின் (Creatin) ஆர்ஜினைன் (arginin) என்ற அமினோ அமிலங்கள் உள்ளன. விலங்குத் தசைச் திசுவில் அமினோ அமிலங்கள் பாஸ்ஃபோகிரியேட்டின் (phosphocreatin) பாஸ்ஃபோஆர்ஜினைன் (phosphoarginin) என்ற நிலையில் காணப்படுகின்றன. ஆனால் முதுகெலும்பிகள், தலை முதுகுதண்டுடையவைகள் மற்றும் முட் தோலிகள் தவிர்த்த ஏனைய முதுகெலும்பற்றவைகளிலும்

(invertebrates) அனைத்திலும் பாஸ்ஃபோஜனில் கிரியேட்டினும், ஆர்ஜினைன் என்ற இரண்டு அமினோ அமிலங்களும் காணப்படுகின்றன. மேலும் முட்தோலிகளும், அரை முதுகுதண்டுடையவைகளும் கிரியேட்டின், ஆர்ஜினைன் என்ற அமினோ அமிலங்களும் பெற்றுள்ளன. ஆகவே முதுகெலும்பிகள், தலைமுதுகுதண்டுடையவைகள் (cephalochordates), அரைமுதுகுதண்டுடையவைகள் (hemichordates), முட்தோலிகள் (echinoderms) என்ற அனைத்தும் இரண்டு அமினோ அமிலங்களையும் பெற்றிருத்தலில் ஒத்தனவாகவுள்ளன. மேலும், அவைகளிடையே கீழ்க் காணும் ஒற்றுமைகளும் உள்ளன : 1. அவையனைத்தின் தொன்மை உயிர்களில் இரு பக்கச் சமச்சீரமைப்புடைய டிப்பிளுருலா (dipleurula) லார்வா காணப் படுகிறது. 2. அவையனைத்தின் சட்டகம் நடு அடுக்கினின்றும் தோன்றியதாம். 3. அவற்றின் முட்டை (egg) சீரமைக்கப்பட்டது Vegalated) எனலாம். அதாவது இம் முட்டைகளில் பிளவிப் பெருகல் நிகழ்வதற்குமுன் செல்பகுதிகள் ஒரு குறிப்பிட்ட அமைப்பில் விரவியமைந்திருக்காது. இந் நிலையினால் பிளவிப்பெருகலுக்குப் பின்பு ஒரே முட்டையினின்றும் பல முழுமையான உயிர்கள் தோன்ற வாய்ப்புண்டு. 4. அம் முட்டைகளில் நிலையற்ற பிளவிப் பெருகலே (indeterminate cleavage) நிகழ்கிறது. இந் நிகழ்வில் முதல் பிளவு கருவுற்ற முட்டையில் செல் பகுதிகளின் எல்லா மட்டங்களிலும் நிகழலாம். இம் மட்டமும் குறிப்பிட்ட அல்லது நிலைத்ததன்று. 5. இவ்வகை உயிரிகளில் குடலின் புறப்பிதுக்கத்தினாலேயே நடு அடுக்கு (mesoderm) உருவாகும். 6. இவ் விலங்குகளில் அடிப்படையாக ஐந்து உடற்குழிகள் உள்ளன. 7. இரு அடுக்குக் கருக்கோளம் (gastrula) உட்பிதுக்கத்தினாலேயே உருப் பெறுகிறது. 8. கருக்கோளப் புழை (blastopore) உடலின் பின் முனையில் மலப்புழை அருகே அமைந்து காணப்படும் அல்லது மலப்புழையாகும். அரைமுதுகுதண்டுடையவை முதுகுதண்டுடையவைகளுடன் கீழ்க் காணும் பண்புகளால் உறவு நெருக்கம் உடையது. அப் பண்புகளாவன : 1 தொண்டைப் பிளவுகள் (pharyngeal clefts) 2. வயிற்று முதுகுதண்டு (Stomochord) 3. முதுகு பக்க நரம்புத்தண்டில் விரவிய நிலையில் குழிகள் அமைந்துள்ள தன்மை. இவ்வாறு பல பண்புகளில் ஒரு சில பல்செல் உயிரிகள் (multicellular) இணைந்திருப்பதால் அவைகளை இரண்டாம் வாயுடையவைகள் (deutero stomia) எனப் பெயரிடலாம். இவை பல்செல் உயிரிகளின் பெருத்த மூன்று பகுதிகளில் ஒன்றாம். இதனுள் அடங்கும் பல்செல் உயிரிகளின் தொகுதிகளாவன : 1. முட்தோலிகள் (Echinoderms) 2. முதுகுதண்டுடையவை (Chordates) 3. அரை முதுகுதண்டுடையவை (Hemi-chordates)

4. பிராக்கியேட்டா (Brachiata) 5. பிரையசோவா (Bryazoa) 6. கீட்டோனுத்தா (Chaetognatha) 7. பிராக்கியோபோடா (Brachiopoda) 8. ஃபோரோனிடா (Phoronida).

பல்செல் உயிரிகளின் இரண்டாவது பெரும்பகுதி தொன்மை வாயுடையவைகள் (Archeostomia) எனப்படும். இந்தப் பெரும் பகுதியினுள் அடங்கும் விலங்குகளிடையே உள்ள பொதுப் பண்பு களாவன. (1) தசை பாஸ்ஃபோஜின்களில் ஆர்ஜினேன் மட்டுமே காணப்படுகிறது. (2) ஆரச் சமச்சீரமைப்பு உடைய டிரொக்கோ ஃபோர் (Trochophore) லார்வா காணப்படுகிறது. (3) செல் பகுதிகள் குறிப்பிட்ட அமைப்பில் விரவிய மோசேக் முட்டை (mosaic egg)கள் உள்ளன. (4) குறிப்பிடப்பட்ட மட்டங்களி லேயே நிகழும் நிலைத்த பிளவிப்பெருகலே (determinate cleavage) இம் முட்டைகளில் நிகழ்கிறது. (5) ஏனைய திசுக்களினின்றும் பிளவுற்று நடுஅடுக்கு உருப்பெறுகிறது. (6) பல அமைப்புக் களையுடைய பல உடற்குழிகள் காணப்படுகின்றன. (7) செல்கள் பரவு முறையினுல் இரு அடுக்குக் கருக்கோளம் உருப்பெறல். (8) கருக்கோளப் புழை (blastopore) உடலின் முன் முனையில் அமைந்து வாயாக மாற்றமடைதல் அல்லது அதனருகே அமைதல். இரண்டாம் வாயுடையவைகட்கும் (Deutro stomia) தொன்மை வாயுடையவைகட்கும் (Archeostomia) இடையே காணப்படும் பெருத்த வேறுபாடு கருக் கோளப்புழை அமையுமிடம் என்பதனைப் பொறுத்ததாம். இரண்டாம் வாயுடையவைகளில் கருக்கோளப்புழை மலப்புழையாக மாறியோ அல்லது அதனருகே அமைந்தோ காணப்படுகிறது. ஆனல் தொன்மை வாயுடையவை களில் கருக்கோளப் புழை வாயாக மாறியோ அல்லது அதனருகேயோ காணப்படும். தனித்தனியாக வாயும் மலப் புழையும் உடைய விலங்கினத் தொகுதிகள் அனைத்தும் தொன்மை வாயுடையவைகளில் அடங்கும். அவைகளாவன:

1. தலை முள்ளுடையவை (Acanthocephala)
2. வளைதசைப் புழுக்கள் (Annelida)
3. கணுக்காலிகள் (Arthropoda)
4. ஆஸ்கெல்மிந்துகள் (Aschelminthes)
5. எண்டோபுரோக்ட்டா (Endoprocta)
6. மெல்லுடலிகள் (Mollusca)
7. நெமட்எல் மிந்துகள் (Nemathelminthes)
8. சைபன்குலாய்டியா (Sipunculoidea)

மூன்றாவது பெரும்பகுதி புரோக்டோஸ்டோமியா (procto stomia) என்பதாம். இதனுள் அடங்கியுள்ள விலங்கினங்களில் ஒரே புழை வாயாகவும் மலப்புழையாகவும் செயல்படுகிறது. இதன்பால் அடங்கும் விலங்கினத் தொகுதிகளாவன:

1. குடற்குழியுடையவை (Coelenterates)
2. டீனோஃபோரா (Ctenophora)
3. தட்டைப் புழுக்கள் (Platyhelminthes)
4. புழையுடலிகள் (Porifera)

ஒரு செல் உயிரிகளும் (Protozoa) மீசோசோவாவும் (Mesozoa) இணைந்து வாயற்றவை (Archeostomia) என்ற பெரும் பகுதியினை அமைப்பதாகக் கொள்ளலாம்.

ஆகவே முட் தோலிகளும், முதுகுதண்டுடையவைகளும் பொதுவான ஒரு முன்னோரிடமிருந்து தோன்றியன என்பது தவிர்க்க முடியாத ஒன்றாம். ஆனல், அம் முன்னோர் எவ்வாறான அமைப்பினையுடையதாய் இருந்தது என்பதனைத் தெளிவாகக் கூறமுடியவில்லை. இரண்டாம் வாயுடையவைகளின் பரிணாமம் மிகத் தொன்மையான காலத்திலேயே தோன்றியிருக்க வேண்டும். இந் நிலையில் விலங்குகள் கோள வடிவினதாகவும், குடற்குழியுடையவைகளில் செயல்படும் அமைப்பினையுடைய குடலினையுடையனவாகவும் செயல்பட்டிருக்கும். இந்த அமைப்பிற்கு அடுத்தபடி நிலையில் விலங்கின் அச்சே (axis) அடிப்படை அமைப்பாகிப் பரிணாமம் செயல்பட்டது. தொன்மை வாயுடையவைகள், இரண்டாம் வாயுடையவைகளில், குடல் நீட்சி, உடல் நீட்சி என்பன நிகழ்ந்தன. இந்த நிலையில் விலங்கு இரண்டு பெரும் பகுதிகளின் வழிகளிலும் பரிணமிக்க வாய்ப்பு இருந்திருக்க வேண்டும். இந்நிலையில்தான் இரண்டாம் வாயுடையவைகளில் உடலின் முன், பின் அச்சு நிலைத்துக் கருக் கோளப்புழையினின்று தோன்றும் மலப்புழை பின் முனையில் அமைந்து செயல்பட்டது. ஆகவே எதிர் முனையில் புதிய தோர் புழை உருவாகி வாயாகச் செயல்பட்டது. இதற்கு நேர்மாறான செயல் தொன்மை வாயுடையவைகளில் நிகழ்ந்தது. ஆகவே இப் பெரும் பகுதிகள் ஒன்றிலிருந்து மற்றது தோன்றியிருக்கக் கூடும் என்பதற்கு எவ்விதச் சான்றுமில்லை. ஆனல் இவையிரண்டும் பொதுவான புரோக்டோஸ்டோம்களினின்றும் தோன்றியிருக்கக் கூடும் என்பதற்குச் சான்றுகள் பல உள.

ஆகவே டீரோபிரான்கியா (pterobranchia) வாழும் முதல் முதுகெலும்பிகளில் (pre vertebrates) மிகவும் தொன்மையானவை

எனக் கீழ்க்கண்ட பண்புகளால் கருதப்படுகிறது: (1) தொண்டைப் பிளவுகளின் எளிய அமைப்பு. (2) பெரும்பான்மையான முதுகு தண்டுடையவைகள் மற்றும் முட்தோலிகளைத் தவிர்த்து ஏனைய இரண்டாம் வாயுடையவைகளின் பண்பினை உடையனவாயிருத்தல். (3) முதுகுதண்டுடையவைகளின் சிறப்புப் பண்புகளாகிய தொண்டைப் பிளவினையும் முதுகுதண்டினையும் உடையனவா யிருத்தல். (4) முதுகுதண்டுடையவைகளின் உடல் தோன்று வதற்குரிய உடலமைப்பினை உடையனவாயிருத்தல்.

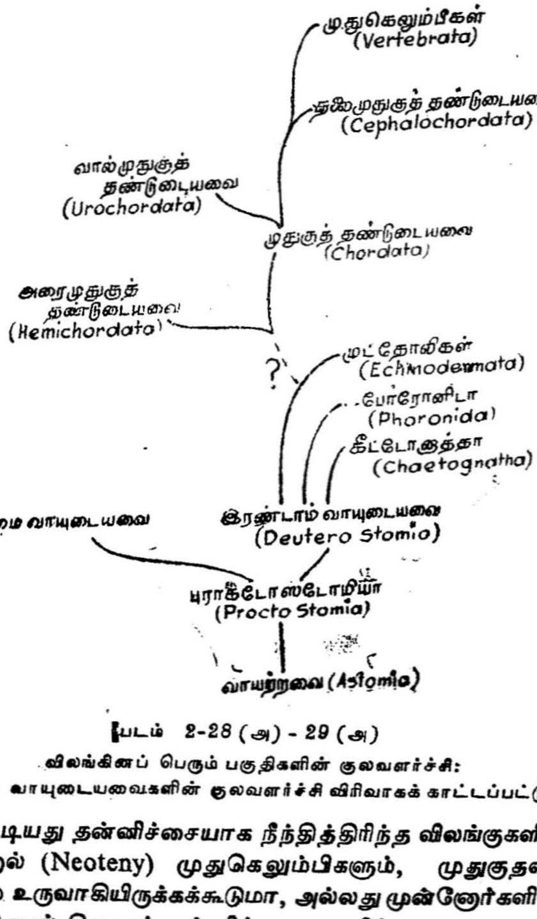
தொன்மை வாயுடையவைகட்கும் இரண்டாம் வாயுடையவை கட்கும் பொதுவான முன்னோரினைக் காணுமிடத்து, அம் முன்னோர், காம்பற்ற உடலமைப்பினையும், நகராத்தன்மையையும், 'U' வடிவ உடல் அச்சினையும் உடையதா என்பதனையும்,அம் முன்னோர் நீந்தித் திரியத் துவங்கியவுடன் 'U' வடிவ உடல் அச்சு நீட்சியுற்றதா என்பதனையும் தெளிவாகக் கூறமுடியவில்லை. மேலும் அம் முன்னோர் முதலிலேயே தன்னிச்சையாக நீந்தித் திரியும் தன்மை யானதா என்பதும் விளங்கவில்லை. ஆனால், இவ்விரு அமைப்பும் ஏற்புடையதாம். தொன்மை வாயுடையவைகளும், இரண்டாம் வாயுடையவைகளும் இரண்டு அல்லது பல புரோக்டோ ஸ்டோம் களினின்றும் தோன்றியிருக்கக்கூடும். இந்நிலையில் அவை பல் தொகுதித் தோற்றம் (poly phylectic origin) உடையன எனக் கொள்ளுதல் வேண்டும்.

தொன்மை வாயுடையவைகளின் முன்னோர்கள் எந்த அமைப் பினையுடையன வாயிருந்தாலும், பல முதுகுதண்டுடையவைகளும், முதுகுதண்டுடையவை போன்ற முதுகெலும்பற்றவைகளும் (chordate like invertebrates) நகராத்தன்மையையும் 'U' வடிவ உடல் அச்சினையும் உடையனவாக உள்ளன. இன்றுள்ள ஆய் வாளர்கள் இவ்வாறான அமைப்புடைய முன்னோர்களினின்றுதான் முதுகுதண்டுடையவைகள் தோன்றிருக்கக்கூடும் என்று கருது கிறார்கள். 'முட்தோலிகள் ஆரச்சமச் சீரமைப்பினையுடையன; இவை எவ்வாறு இரண்டாம் வாயுடையவைகளின்பால் சேரும்?' என்று வினவுவோருக்குக் கீழ்க்கண்ட விளக்கமே விடையாம். நகராத் தன்மையும், 'U' வடிவ அச்சும் உடைய குறுகிய வாழ்க்கை வரலாற்றின் பக்கப் பயனாகத் தோன்றியதே முட்தோலிகளின் ஆரச்சமச்சீரமைப்பும் இரண்டாம் வாயுடையவைகளின் அமைப்பு களுமாம். ஆகவே மேலும் ஆய்வுகள் முடிபினைத் தெளிவாக்கும். ஆனால் இன்றுள்ள ஆய்வுகள் முதுகுதண்டுடையவைகள், வளைத் தசைப்புழுக்கள், கணுக்காலிகள், அராக்னிடுகள் என்ற விலங்

கினத் தொகுதிகளிலிருந்து தோன்றியிருக்கக் கூடும் என்ற கொள்கைகளை முற்றும் மறுப்பனவாம்.

முதுகெலும்பிகளின் தோற்றம் (Origin of the Vertebrates)

முதுகுதண்டுடையவைகளின் முன்னோர்கள் ஐயத்திற்குரியன வாயினும், முதுகெலும்பிகளின் முன்னோர்களை ஓரளவு ஐயமின்றி உறுதி செய்யும் நிலை உள்ளது. ஆனால் இரண்டிலும் செயல்பட்



படம் 2-28 (அ) - 29 (அ)

விலங்கினப் பெரும் பகுதிகளின் குலவளர்ச்சி:
இரண்டாம் வாயுடையவைகளின் குலவளர்ச்சி விரிவாகக் காட்டப்பட்டுள்ளது.

டிருக்கக் கூடியது தன்னிச்சையாக நீந்தித்திரிந்த விலங்குகளின் இள நீட்டிப்பினால் (Neoteny) முதுகெலும்பிகளும், முதுகுதண்டுடையவைகளும் உருவாகியிருக்கக்கூடுமா, அல்லது முன்னோர்களினின்றே தொடர் செயல் திறனும் தன்னிச்சையாக நீந்துவனவாகவும் அவை தோன்றியிருக்கக் கூடுமா என்று தெளிவாக வரையறுத்துக் கூற முடியவில்லை.

முதுகெலும்பிகளின் குல வளர்ச்சி மேலே காட்டப்பட்டுள்ளது முதுகெலும்பிகள் தலைமுதுகுதண்டுடையவைகளினின்று தோன்றி யிருக்கக் கூடும் என்பது தெளிவு. ஆனால் ஆம்பிஃயாக்சஸில் காணப் படும் தனிச் சிறப்புடைய சில பண்புகள் முதுகெலும்பிகளில் காணப்படுவதேயில்லை. மற்றும் இப் பண்புகளைத் தொன்மை யானவைகள் என்றும் கூறுதல் இயலாதது. இப் பண்புகளில் தொல்லையினைத் தருவனவாக உள்ளவைகள் மத்தியக் குழியும் (atrium) சுடர் செல்லினையுடைய (solenocyte) கழிவு நீக்க வழியு மாம். தலை முதுகுதண்டுடையவை குன்றிய வளர்ச்சி (degenerate) யுடைய முதுகெலும்பிகள் (vertebrates) என்றும் இதனின்று வால் முதுகுதண்டுடையவை (urochordatse)தோன்றின எனக்கூறுவாரும் உண்டு. முதுகெலும்பிகளுக்கும் தலைமுதுகுதண்டுடையவை களுக்கும் இடையே காணப்படும் ஒற்றுமைகள் பல. இவற்றினைப் பரிணும இணைப்போக்கு என்று ஒதுக்கிவிட முடியாது. தலைமுதுகு தண்டுடையவை, முதுகெலும்பிகளுக்கு நெருக்கமான உறவு உடையவை என்பது எல்லோராலும் ஒப்புக் கொள்ளப்பட்ட ஒன்றும். அவைகளுக்கிடையே பண்பு ஒற்றுமைகள் கீழ்க் கண்டவைகளில் காணப்படுகிறது: (1) முதுகுதண்டு, (2) நரம்புக் குழாய், (3) தசைத் துண்டின் பகுப்பமைப்பு, (4) கல்லீரல் போர்ட்டல் மண்டலம், (5) கார்டினல் சிரைகள் (6) தொண்டை சூழ் குருதிக்குழாய்களின் அமைப்பு, (7) எண்டோஸ் டைல், (8) பகுப்பாயமைந்த இனப்பெருக்க உறுப்புகள். (9) தனித் தனியான முதுகுபக்க வயிற்றுப்பக்க வேர்களுடன் தோன்றும் தண்டுவட நரம்புகள்.

3. முதுகெலும்பிகளின் பாகுபாடு

(Vertebrate Classification)

உபதொகுதி முதுகெலும்புள்ளவை, மற்ற முதுகுதண்டுடைய வற்றிலிருந்து பல்வேறு குணங்களால் மாறுபட்டுள்ளன. 1. முதுகெலும்புத் தொடர், 2. மண்டை ஓடு அல்லது கபாலம், 3. பல அடுக்கு செல்களால் ஆன அக, புற வரிசைகளைக் கொண்ட தோல், 4. அறைகளை உடைய வயிற்றுப்புற இருதயம், 5. குருதிச் சிவப்பணுக்கள் (சிலவற்றில் கிடையாது), 6. உடற்குழி நாளங் களிலிருந்து உண்டான சிறுநீரகங்கள், 7. பெரிய திடமான கல்லீரல், 8. ஒரு கணையம், 9. சுவாசித்தலை முக்கிய வேலையாகக் கொண்ட ஒரு தொண்டை. 10. சமமற்றுப் பிளவுறும் முட்டை, 11. புலனுகும் பல நாளமில்லாச் சுரப்பிகள், 12. கண்கள், 13. இயல்பாக இணையாய் அமையும் முகரும் உறுப்புகள், 14. உட்செவியின் பகுதிகளாக ஒன்றிலிருந்து மூன்றுவரை உள்ள அரைவட்டக் குழாய்கள், 15. பல பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ள மூன்று முக்கிய பகுதிகளையுடைய ஒரு மூளை, 16. தெளிவாக அமைந்துள்ள தானியங்கு நரம்புமண்டலம். இக் குணங்கள் சில முதுகு நாண்அற்றவைகளிலும் காணப்படுகின்றன. ஆனால் முதல் முதுகு நாணுடையவைகளில் காணப்படுவதில்லை.

உலகில் நம்மாலறியப்படும் பத்து லட்சம் உயிரினங்களில் ஆறு சதவீதமே முதுகெலும்புள்ளவை. அவற்றில் முப்பத்தைந்து சதவீதம் அறிஞர்களின் கவனத்தைக் கவர்ந்துள்ளன. ஆனாலும் முழுவதுமாக அறியப்பட்டுள்ள இந்தத் தொகுதிக்கு நிலையான பெயரிடப்பட்ட பிரிவுகள் காணப்படவில்லை. பிரித்தலில் மட்டு மல்லாது விலங்குகளிடையேயும் பரிணாமம் காணப்படுகிறது.

ஒற்றுமை வேற்றுமைகளுக்குத் தக்கப்படி ஒரே மாதிரியான வற்றை ஒன்று சேர்ப்பதும் வேறுபட்டவற்றைப் பிரிப்பதுமே பாகுபாடு எனப்படும். உயிரியல் பாகுபாடு என்பது பலநிலைகளி

லுள்ள வேற்றுமை ஒற்றுமைகளுக்குத் தகுந்தபடி உயிரினங்களைக் கூட்டங்களாகச் சேர்ப்பதாகும். அரிஸ்டாட்டலின் பாகுபாட்டின் படி, பறப்பனவனைத்தும் ஒரு கூட்ட மாகவும் நீர்வாழ்வனவனைத்தும் ஒரு கூட்டமாகவும் சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. இது இயற்கையான தன்று. ஆனால் செயற்கையானதொன்று. இந்தப் பாகுபாட்டின் படி திமிங்கிலமும் மீனும் ஒன்றாகவும், பறவையும் வௌவாலும் ஒன்றாகவும் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. திமிங்கிலமும் வௌவாலும் மற்றதைவிட ஒன்றோடொன்று அதிக தொடர்பினையுடையன. இவ்வாறு ஒரு விலங்கினக் கூட்டத்தில் சில குணங்கள் நிலையற்ற தாகவும் மற்றவை நிலையானதாகவும் உள்ளன. பாகுபடுத்துதலில் எண்ணற்ற குணங்கள் அடங்கியுள்ளன; அல்லாமலும் அவை ஒவ்வொன்றின் முக்கியத்துவமும் மாறுபட்டுள்ளது.

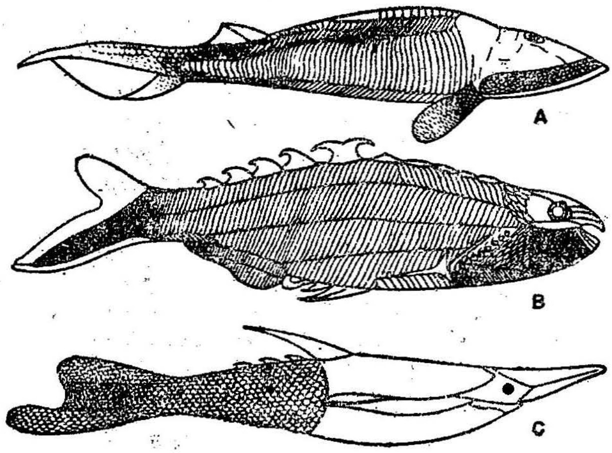
பாகுபாடு செய்தலின்போது சில குணங்களே வெளிப்படையாய்த் தெரிகின்றன. புதிய குணங்கள் கண்டுபிடிக்கப்படும் போது இனங்களிடையே உள்ள தொடர்பு மாறுபடுகிறது. அதனால் பாகுபாடு நிலையாக இல்லாமல் எப்பொழுதும் மாறிக்கொண்டேயிருக்கிறது.

இப்பொழுதுள்ள பாகுபாட்டமைப்பு, இன்றுள்ள இனங்களையும் பரந்து காணப்படும் அகழ்தெலிகளையும் அடிப்படையாகக் கொண்டது. பல மாதிரிகள் அழிந்துபட்டதாலும் இப்பொழுது உள்ளவற்றைப் பற்றிச் சரியாக அறியாததனாலும், பிரிந்து காணப்படும் இனக்கூட்டங்களிடையே தொடர்ச்சியான விரிவு காணப்படுவதாலும், வெளித்தோற்ற இடைவெளிகள் காணப்படுகின்றன. பாகுபாட்டியலுக்கு வேண்டிய எல்லா உண்மைகளும் கிடைத்திருக்குமேயானால், முழுமையான, திருப்திகரமான பாகுபாடு அமைந்திருக்கும். காலப் போக்கில் இவ்வுண்மைகள் உறுதியாக அறியப்படும். எனவே பின்னால் தரப்படும் பாகுபாடு நிறைவு பெற்றதல்ல. உறுப்பமைப்பியல் படிக்கத் துவங்கும் மாணவருக்குப் பயன்படத்தக்க வகையில் இந்தப் பாகுபாடு தரப்பட்டுள்ளது.

உபதொகுதி - முதுகெலும்பிகள்

வகுப்பு: தாடையற்றவை

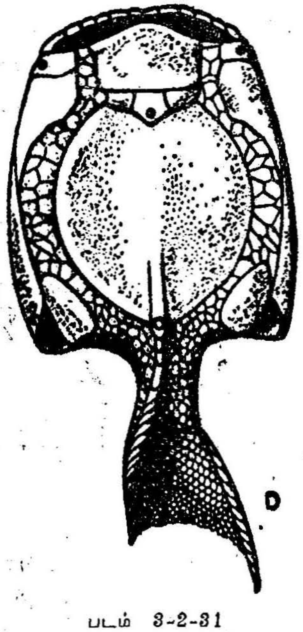
முதுகெலும்பிகளில் பழமையானது வாய், தொண்டை எலும்புகளால் தாங்கப்பட்டிருக்காது. (உண்மையான தாடைகள் கிடையா). இணைத்துடுப்புகள் கிடையா. இவற்றில் இரண்டு உப வகுப்புகள் உள்ளன.



படம் 3-1-30

சில ஆஸ்ட்டிரக்கோடெர்ம்கள்.

A—ஹெமிசைகிளாஸ்பிஸ்-ஆஸ்ட்டியோடிரேசி; **B**—பிர்க்கினியா-அனுஸ்பிடா; **C**—ஆங்கிலாஸ்பிஸ்—ஹெட்டிரோஸ்டிரேசி.



படம் 3-2-31

D—டிரப்பஞஸ்பிஸ் முதுகுபக்கத் தோற்றம்-ஹெட்டிரோஸ்டிரேசி.

உள்வகுப்பு : ஆஸ்டிரக்கோடெர்ம் (Ostracoderm)

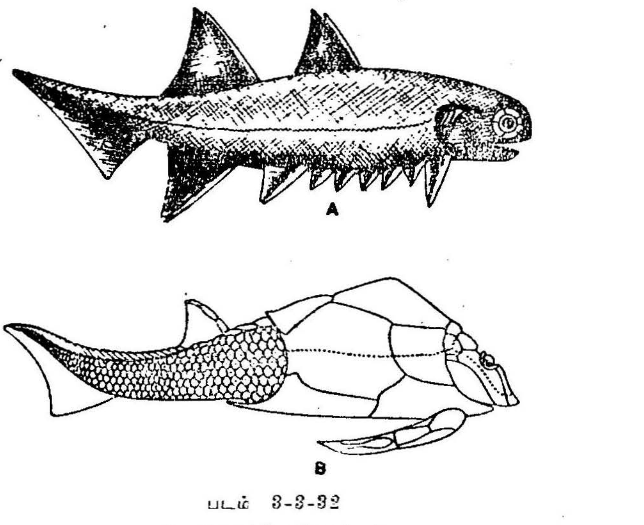
அநேக சிற்றினங்கள் எலும்பினுலான சின்னச் செதில்கள் முதல் பெரிய தகடுகளான கவசங்களை உடையவை. அநேகமாக இவை கடல்வாழ் இனங்களே. ஆர்டோ டிவிசியனிலிருந்து டிவோனியன் வரை உள்ள படிகங்களாகவே உள்ளன.

உள்வகுப்பு : வட்டவாயுடையவைகள் (Cyclostomes)

உயிரோடிருக்கும் மிகப்பழமையான முதுகெலும்பி. நிலவாழ் முதுகெலும்பிகளின் பரிணுமத்தில் நேர்வரிசையிலில்லை. எவ்வித மான எலும்புத் தோல் கவசமும் கிடையாது. குவார்டெனியில் தான் அறியப்பட்டுள்ளது. ஆனுல் டிவோனியனிலிருந்து தற் காலம் வரை காணப்படுகிறது.

வரிசை : மிக்சினுய்டியா (Myxinoides)

வாய்ப்புனல் கிடையாது. மீன்களின் உட்புறத்திலிருப்பதை உண்டு வாழ்பவை. மேல்மூக்கு நாளம் (nasohypophyseal duct)



படம் 3-3-32

சில பிளாக்கோடெர்ம்கள்

A—கிளைமாட்டி"ஸ்- அகாந்தோடி; B—டெரிகத்தியோடிஸ்-ஆண்டியார்க்கி.

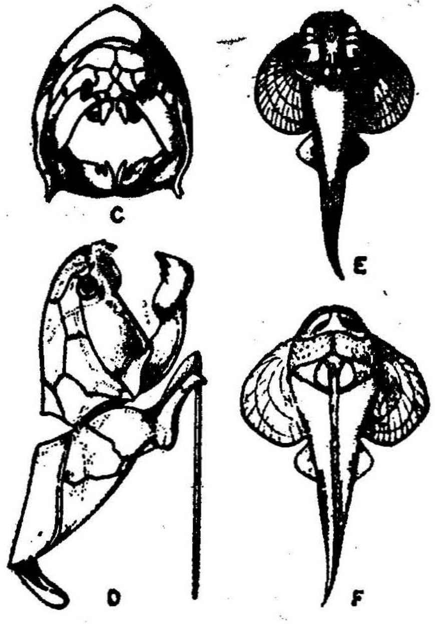
தொண்டையோடு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. கடல்நீரில் மட்டுமே காணப்படுகிறது.

வரிசை : பெட்ரோமைசாண்டியா (Petromyzontia)

நன்கு வளர்ச்சியுற்ற வாய்ப்புனல் காணப்படுகிறது. சில நேரங்களில் மீனின் புற ஒட்டுண்ணியாகவோ அல்லது ஒட்டுண்ணி யல்லாமலோ காணப்படுகிறது. மேல்மூக்கு நாளம் உட்புறத்தில் மூடியிருக்கும். கடல்நீரிலும், நன்னீரிலும் காணப்படும்.

வகுப்பு : பிளாக்கோடெர்ம்கள் (Placoderme)

ஆஸ்ட்ரக்கொ டெர்ம்களிலிருந்து தோன்றியவை. சில இனங்கள் நில முதுகெலும்பிகளின் பரிணமத்தில் நேர்வரிசையில்



படம் 3-4-33

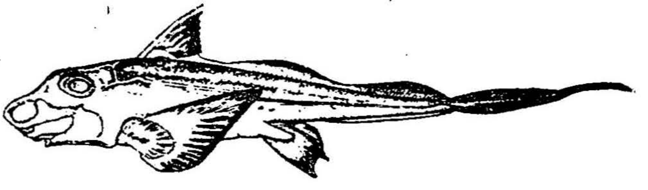
மேலும் சில பிளாக்கோடெர்ம்கள்: C & D இரண்டும் தலை மற்றும் நடு உடல் கவச எலும்புகளைப் படம் காட்டுகிறது. C—டைனிக்தியிஸ்-முன்முனையினின்றும் தலையின் தோற்றம். D—டைனிக்தியிஸ்—நடு உடல் மற்றும் தலையின் கவச எலும்புகளின் அமைப்பு. E மற்றும் F என்பன ஜெயென்டைறு என்பதின் முதுகு பக்க, வயிற்றுப் பக்கத் தோற்றங்களை முறையே காட்டுகின்றன.

உள்ளவை. முன் தொண்டைச்சட்டம் வாயைத்தாங்கும் தாடையாக மாறியுள்ளது. மற்றச் சட்டங்கள் மாறுதல் அடையாமல் செவுள்களைத் தாங்கு கின்றன. இணைத் துடுப்புகள் அல்லது அவற்றிலிருந்து வந்த உறுப்புகள் இவற்றிலும், இவற்றை

அடுத்துவரும் பகுதிகளிலும் காணப்படுகின்றன. அநேகமாக இவை கடல்வாழ் விலங்குகளே. சைலூரியனிலிருந்து பெர்மியன் வரை படிமங்கள் மட்டுமே உள்ளன.

வகுப்பு : காண்ட்டிரிக்தியஸ் (Chondrichthyes)

எந்தவிதமான உள்ளெலும்புச் சட்டமும் கிடையாது. பிளாக் கொடெர்ம்களிலிருந்து தோன்றியவை. நிலமுதுகெலும்பிகளின் பரிணும வரிசையில் இவை இல்லை. தாடைகள் காணப்படுகின்றன. இரண்டாவது தொண்டைச் சட்டம் செவுளைத்தாங்காமல் நாவையும் தாடையையும் தாங்குகிறது. சில வெப்பமண்டலப் பிராணிகளைத் தவிர மற்றவை கடல்வாழ் உயிரிகள். டிவோனியன் காலத்திலிருந்து தற்காலம்வரை காணப்படுகிறது.



படம் 3-5-34

சான்ட்டிரியிக்தியனைச் சார்ந்த கைமேரா.

உள்வகுப்பு : குருத்தெலும்பு மீன்கள் (Elasmobranches)

வெளிச்செவுள் பிளவுகள் மூடப்படாமல் உள்ளன. இதற்குக் காட்டாகச் சுறுமீன்களைக் கூறலாம். முன் உடம்பும், மழுங்கிய வாலும் முதுகுபுற துடுப்பும் உடையன.

உள்வகுப்பு : ஹாலோசெஃபலி (Holocephali)

செவுள் பிளவுகள் ஒரு சதைப் பிடிப்பான மூடியால் மூடப் பட்டிருக்கும். உ-ம். எலிவால் மீன்கள்.

வகுப்பு : ஆஸ்ட்டியிக்தியஸ் (Osteichthyes)

உள்ளெலும்புச் சட்டம் ஓரளவிற்கு எலும்பினுலானது. முதலில் நன்னீரிலும் பின் கடல்நீரிலும் வாழ்பவை.

உள் வகுப்பு : கொயனிக்தியஸ் (Choanichtthyes)

பிளக்கொடெர்மிகளிலிருந்து வந்தவை. சில இனங்கள் நில முதுகெலும்பிகளின் பரிணுமத்தில் நேர்கோட்டில் காணப்படு கின்றன உள்நாசித்துவாரங்கள் இவற்றில் உள்ளன. டிவோனியனி லிருந்து இக்காலம்வரை காணப்படுகின்றன.

வரிசை : கிராசாப்டெரிஜீ (Crossop terygli)

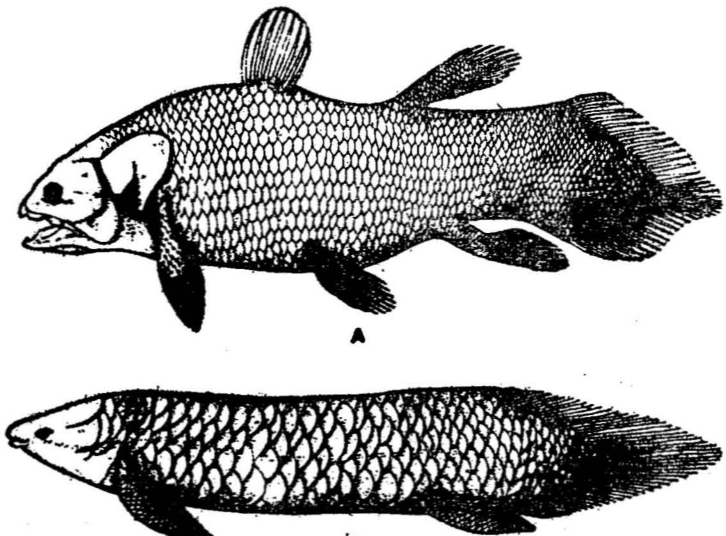
சில இனங்கள் நில முதுகெலும்பிகளின் பரிணாமத்தில் நேர் வரிசையில் காணப்படுகின்றன. ஒரு நாசித்துவாரம் உள்ளது. இரண்டு உயிருள்ள கடல்வாழ் இனங்கள் இப்போது உள்ளன.

வரிசை : இருசுவாசி (Dipnoi)

பரிணாமத்தில் ஒருபக்கக் கிளை நாசித்துவாரம் கிடையாது. ஆஸ்திரேலியா, ஆப்பிரிக்கா, தென்அமெரிக்கா ஆகியவற்றில் ஒவ்வொன்றாக மூன்று உயிருள்ள நன்னீரில் வாழும் இனங்கள் தற்போது காணப்படுகின்றன.

உள்வகுப்பு : ஆக்டினோடெரிஜீ (Actlnopterygi)

இவை பிளாக்கொடெர்ம்களிலிருந்தோ அல்லது பழங்கால கொயனிக்தியன்களிலிருந்தோ வந்திருக்கலாம். நில முதுகெலும்பிகளின் பரிணாம வரிசையில் காணப்படவில்லை. உள் நாசித்துவா



படம் 3-6-35

சில கொயனிக்தியன்கள்.

A—வாழும் மூன்று கிராசாப் டெரிஜீயன்களில் ஒன்றாகிய லாட்டிமிரியா;
B—ஆஸ்திரேலியாவில் வாழும் இரு சுவாசி மீன் எபிசெரடோடஸ்.

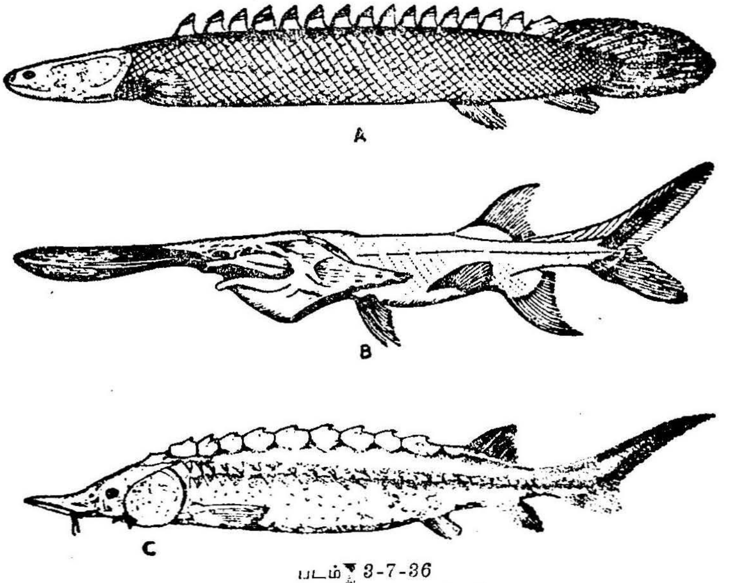
ரங்கள் இல்லை. டிவோனியனிலிருந்து தற்காலம்வரை காணப்படுகின்றன. முதுகெலும்பிகளில் அதிக உயிரினங்களையுடைய கூட்டம்.

எளிதாகப் புரிந்து கொள்வதற்காக அவை மூன்று உபவரிசைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.

நாள் ....

மேல்வரிசை : கான்ட்டிராஸ்டியன் (Chondrostean)

குறைவான உள்ளெலும்புச் சட்ட எலும்புகளையுடையன. நன்னீரில் வாழ்பவை ஸ்டர்ஜியன்கள்(Sturgeon)கவசங்களை உடைய இரண்டு ஆப்பிரிக்க இனங்கள்.



படம் 3-7-36

சில கான்ட்டிராஸ்டியன்கள்

A—பாலீப்டீரஸ்; B—கரண்டி மூக்கு-பாலியோடான்; C—ஸ்காயோரின்க்கஸ்.

மேல்வரிசை : பாலிப்டீரஸ் (Polypterus), காலோமாய்க்திஸ் (Calomoicthyes), ஹாலோஸ்டி (Holostei)

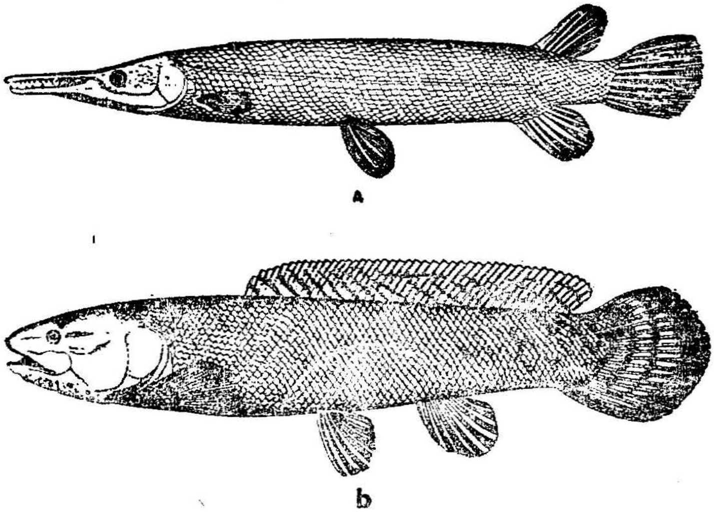
மிதமான அளவு உள்ளெலும்புச் சட்ட எலும்பு உள்ளது. நன்னீரில் வாழ்பவை. உம் அமியா(Amia.)

மேல்வரிசை : எலும்பு மீன்கள் (Teleostei)

உள்எலும்புச்சட்டம் அதிகமாக எலும்பினுல் ஆனது. நன்னீரில் வாழ்பவையும் கடலில் வாழ்வனவும் காணப்படுகின்றன. மேலே குறிப்பிட்டவை தவிர மற்ற மீன்கள் அனைத்தும் இதிலடங்கியுள்ளன. இதுவே அதிகமீன் இனங்களை அடக்கியுள்ள உபவரிசை.

வகுப்பு : இருவாழ்விகள் (Amphibia)

கிராஸோப்டெரிஜியனிலிருந்து வந்தவை. இணைத்துடுப்புகள் நிலவாழ்க்கைக்கு உரிய உறுப்புகளாக மாறியுள்ளன. அநேக சிற்றி



படம் 3-8-37

சில ஹாலஸ்டியன்கள்.

A—லெபிடாஸ்டியஸ்; B— அமியா.

னங்களில் உருமாற்றம் காணப்படுகிறது. அதாவது நீர்வாழ்க்கையிலிருந்து நிலவாழ்க்கைக்கு மாறும் நிலைகள் தனி இள உயிரிகள் காணப்படுகின்றன. வெளித் தோல் செதில்கள் இவற்றில் கிடையாது டிவோனியனிலிருந்துதற்காலம்வரை காணப்படுகிறது அனேக இடங்கள் படிமங்களாகவும் மூன்று உயிர்வாழும் வரிசைகளும் உள்ளன. இரண்டு உபபகுதிகளும் இரண்டு மேல்வரிசைகளும்

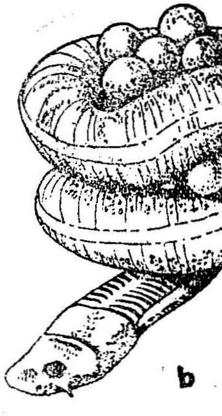
படம் 3-9-38

குலம் இரு வாழ்விகளின் ஒன்றுகிய லேபிரிந்தோடன்டுகளின் எடுத்துக்காட்டாகிய டிப்ளோவெர்ட்டபிரான் (Diplovertebran)

அறியப்படுகின்றன. எளிதாக அறிந்து கொள்வதற்காக முன்னோர்களின் முக்கிய குணங்களைக் காட்டும் ஒருபகுதிமட்டுமே இங்குக் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. இதிலனைத்தும் உயிர்வாழ்பவை. நான்கு அல்லது ஐந்து விரல்களை உடையன.

வரிசை : அன்யூரா (Anura)

தவளைகளும், தேரைகளும் இதிலடங்கியுள்ளன. வளர்ச்சியடைந்த உயிரிகளில் வால் காணப்படாது. நான்கு கால்களை உடையன. சாதாரணமாகப் பின்னங்கால்களைவிட முன்னங்கால்கள் சிறியவை. சிலவற்றில் தவிர மற்ற இனங்களிலெல்லாம் காது, காற்றில் கலந்துவரும் ஒலிஅலைகளை ஏற்றுக்கொள்ளத் தக்கவாறு அமைந்துள்ளன. ஒலி நாண் (Vocal Cord) காணப்படுகிறது.



படம் 3-10-39

இரு வாழ்விகளில், அபோடா வகையினைச் சார்ந்த இக்தியோஃபிஸ்.

வரிசை : காடேட்டா (Caudata)

நன்கு வளர்ச்சியுற்ற வால் காணப்படுகிறது. ஒன்று அல்லது இரண்டு இணைகால்கள். இரண்டு இணைகளும் அநேகமாக ஒரே அளவு உடையவை. காற்றில் வரும் ஒலி அலைகளை உணரச் சக்தியற்றவை. ஒலி நாண்கள் கிடையா.

வரிசை : அபோடா (Apoda)

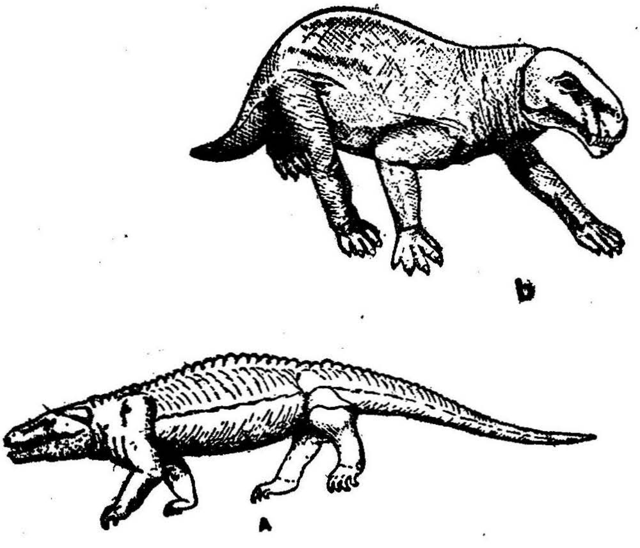
சிசீலியன்களில் குட்டையான வால் உள்ளது. குதம் கடைசியில் காணப்படுகிறது. கால்கள் கிடையா. புழுப் போன்றும் வளையங்களை உடையதாகவும் உள்ளது. காற்றில் வரும் ஒலி அலைகளை உணர முடியாதன. ஒலி நாண்கள் கிடையா.

மேல்வரிசை : லேப்பிரிந்தோடாண்ஷியா (Labyrinthodontia)

இந்தக் கூட்டத்திலிருந்துதான் ஊர்வன தோன்றின. படிமங்களே உள்ளன.

வகுப்பு : ஊர்வன (Reptilia)

லேப்பிரிந்தோடாண்ஷியாவிலிருந்து தோன்றியவை. இந்தப் பகுதிகளிலோ அல்லது இதையடுத்து வரும் பகுதிகளிலோ உரு மாற்றம் கிடையாது. கருவில், நீர்வாழும் முன்னோர்களின் குணங்கள் மீண்டும் பெறப்படுகின்றன. வெளித் தோல் செதில்கள் காணப்படுகின்றன. இறகுகளோ, ரோமங்களோ கிடையா. பென்சில்வேனியனிலிருந்து தற்காலம்வரை காணப்படுகின்றன. 6 உப பகுதிகளும் 16 வரிசைகளும் உள்ளன. 4 உயிருள்ள இனங்களைக் கொண்ட வரிசைகள் உள்ளன. சுலபமாகப் புரிந்து



படம் 3-11-40

சில ஊர்வன.

A—காட்டிலோ சௌரியன்களில் ஒன்றான சீமுரியா; B—திராப்சிட் வகையினைச் சார்ந்த பாலூட்டிகளை ஒத்த ஓர் ஊர்வன.

கொள்வதற்காக இந்த நான்கு வரிசைகளைப் பற்றியும், பரிணாம முக்கியத்துவம் வாய்ந்த மூன்றுபடிம வரிசைகளைப் பற்றியும் பார்க்கலாம்.

வரிசை : காட்டிலோசவுரியா (Cotylosauria)

மிகப்பழமையான ஊர்வன. லாபிரன்தோடான்சியாவிலிருந்து வந்தவை. நேரிடையாகவோ, மறைமுகமாகவோ மற்ற எல்லா ஊர்வனவற்றிற்கும் முன்னோடி. படிமங்கள் மட்டுமே உள்ளன.

வரிசை : டெஸ்டியூடைனேடா (Testudinata)

ஆமைகள் இதில்அடங்கியுள்ளன. முதுகு மூடுறை (Carpace) வயிற்று மூடுறை (Plastran) என்ற ஓடுகள் காணப்படுகின்றன. ஒரே ஒரு கலவியுறுப்பு உண்டு.

வரிசை : ரின்க்கோசெபாலியா (Rhynchocephalia)

இப்பொழுது உயிருடன் உள்ள ஒரே ஒரு பல்லி போன்ற இனத்தின் பெயர். ஸ்பீனோடான். கலவி உறுப்பு கிடையாது.

வரிசை : ஸ்கோயமேட்டா (Squamata)

பல்லிகளும், பாம்புகளும் இதிலடங்கியுள்ளன. இரண்டு கலவி உறுப்புகள் உண்டு.

உள்வரிசை : சஷ்ரியா (Sauria)

பல்லிகள் அடங்கியுள்ளது. பக்கப்பகுதியில் (Temporal region) இரண்டு அல்லது நான்கு எலும்பு வளைவுகள் உள்ளன. கீழ்த் தாடையில் இரண்டு பகுதிகளும் கெட்டியாக இணைந்துள்ளன. கால்கள் காணப்படுகின்றன. அசையக்கூடிய கண்ணிமைகளும், காதுத் துளைகளும் உள்ளன.

உள் வரிசை : பாம்புகள் (Serpentes)

முகப்பகுதியில் எலும்பு வளைவுகள் கிடையா. கீழ்த்தாடையின் பகுதிகள் கெட்டியாக இணைந்திருக்கிறது. கால்களோ, அசையக் கூடிய கண்ணிமைகளோ, காதுத் துளைகளோ கிடையா.

வரிசை : சஷ்ரிஸ்ச்சியா (Saurischia)

படிம ஊர்வன. இவற்றிலிருந்துதான் பறப்பன பகுதி தோன்றியது.

வரிசை : ஆர்னித்திஸ்சியா (Ornithischia)

மிகுதியான டைனோசார்களை அடக்கியுள்ளது. உதாரணங்கள்: டைனோசார்கள், ஸ்டீகோசார்கள்.

வரிசை : குரோகோடைலியா (Crocodilia)

முதலைகள் உள்ள வரிசை. ஒரே ஒரு கலவியுறுப்பைக் கொண்டது. உடலில் மேல்ஓடு கிடையாது.

வரிசை : திராப்சிடா (Therapsida)

முன்னேற்றமடைந்த படிம ஊர்வன. இவற்றிலிருந்துதான் பாலூட்டிகள் தோன்றின.

வகுப்பு : பறவை

இதில் பறவைகள் அடங்கியுள்ளன. இறகுகளும், மேல்தோல் ரோமங்களும் காணப்படுகின்றன. ஜீராசிக்கிலிருந்து தம்காலம் வரை உள்ளன. 25 அல்லது 30 வரிசைகள் அறியப்பட்டுள்ளன. சுலபமாகப் புரிந்து கொள்வதற்காகச் சாதாரணமாக ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டுள்ள இரண்டு உபபகுதிகள் இதில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன.

உள்வகுப்பு : ஆர்கியார்னித்திஸ் (Archaeornithes)

படிமங்கள் மட்டுமே உள்ளன. இரண்டு பக்கங்களிலும் சிறகுகள் இணைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு நீண்ட வாலுள்ளது.

உபபகுதி : நியார்னித்திஸ் (Neornithes)

சிறகுகள் சுற்றிக்காணப்படும் ஒருகுட்டையான வால் உள்ளது.

வகுப்பு : பாலூட்டிகள்

பால் சுரப்பிகள், ரோமங்கள், மேல்தோல் செதில்கள் ஆகியவை காணப்படுகின்றன. ஜீராசிக்கிலிருந்து தற்காலம்வரை உள்ளன. அனேக உப உள்வகுப்புகளும் (Infra classes) படிமவரிசைகளும் அறியப்பட்டுள்ளன. எளிதில் புரிந்து கொள்வதற்காகச் சாதாரணமாக உயிருடன் காணப்படும் இனங்களையும் அவற்றின் முக்கியமான மேல் இனங்களைத் தவிர மற்றவை இங்கு ஒதுக்கப் பட்டுள்ளன.

உள்வகுப்பு : புரோட்டோதிரியா (Prototheria)

முட்டையிடுபவை ஒரே ஒரு வரிசைதான் உள்ளது.

மானோடிரிமேட்டா (Monotremata)

காட்டு: முட்களையுடைய எறும்புதின்னி.

உபபகுதி : திரியா (Theria)

நான்கு உட்பகுதிகளையும் இரண்டு படிமங்களையும் கொண்டது.

உப உள்வகுப்பு : மெட்டாதிரியா (Metatheria)

குட்டிகள் மிகச் சிறியனவாய் நன்கு வளர்ச்சி பெருத நிலையில் பிறக்கின்றன. இவை வயிற்றில் காணப்படும் பைகளில் உள்ள பால்சுரப்பிகளின் காம்புகளில் ஒட்டிக்கொண்டு வளர்கின்றன. தாய் — சேய் இணைப்பு நன்கு வளரா நிலையிலுள்ளது.

வரிசை: மார்சுப்பியாலியா (Marsupialia)

சுங்காரு.

உப உள்பகுதி : யூத்திரியா (Eutheria)

குட்டிகள் தாமதித்தே பிறக்கும். நன்கு வளர்ச்சியடைந்த பிளசண்டா காணப்படுகிறது. மார்சுபியில் பை கிடையாது. குட்டிகள் ஓரளவுக்கு வளர்ச்சி யடைந்தே பிறந்தாலும் பால்சுரப்பியைச் சார்ந்தே வாழுகின்றன.

A

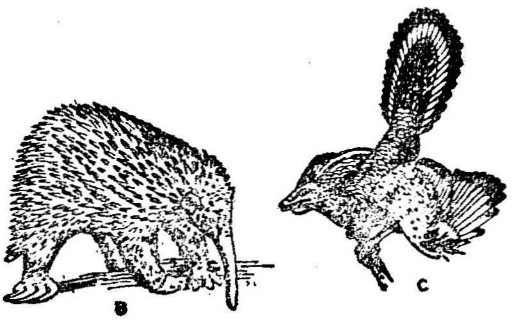
படம் 3-12-41

பாலூட்டிகள் . ௳

A—ஆர்னித்தோரின்க்கஸ்.

வரிசை: இன்செக்டிவோரா (Insectivora)

பழமையான பல் அமைப்பும், கருப்பையும், மூளையும், மண்டை ஓடும் காணப்படுகின்றன. உ-ம் எலிபன்ட் ஷ்ரு.



படம் 3-13-42

பாலூட்டிகளும் பறவைகளும்.

B—சாக்கிளாசஸ்: முட்போர்வையுடைய எறும்புதின்னி; C—தொன்மைப் பறவைகளில் ஒன்ருன ஆர்க்கியாப்டெரிக்ஸ்.

வரிசை : கைராப்பீரா (Chiroptra)

ஓர் இணை சிறகுகள் நீண்டுள்ள விரல்களுக்கும் உடலுக்கு மிடையே காணப்படுகின்றன. உ-ம். வௌவால்.

வரிசை : பிரைமேட்டுகள் (Primates)

பழமையானதாகவோ, அல்லது சாதாரணமாகவோ உள்ள இனங்களில் காணப்படுகின்றன. மூளை அமைப்பு நன்கு வளர்ச்சியடைந்துள்ளது. உ-ம். குரங்குகள், மனிதக் குரங்குகள், மனிதன்.

வரிசை : ஊனுண்ணிகள் (Carnivora)

மாமிசத்தை உண்பதற்குத் தக்கவாறு பல் அமைப்புள்ளது. உ-ம்.பூனை, கரடி, ஓநாய். நாய், சீல் முதலியன.

வரிசை : பிரபாசிடியா (Proboscidia)

வெட்டுபற்கள், தந்தங்களாக நீண்டுள்ளன. உ-ம். யானைகள்.

வரிசை : பெரிசோடாக்டைலா (Perissodactyla)

அதிகப்படி விரல்களை உடையவை; குளம்புகள் உடையவை. உ-ம். குதிரை.

வரிசை : ஆர்ஷியோடாக்டைலா (Articdactyla)

குளம்புகள் உடைய பாலூட்டிகள். உ-ம். பன்றி, ஒட்டகம்.

வரிசை : சைரினியா (Sirenia)

உ-ம். மானெட்டீக்கள் (Manatees). துடுப்புகளைப் போன்ற முன்னங்கால்களையும் வால்களையும் கொண்டவை.

வரிசை : ஹைரக்காய்டியா (Hyracoidea)

குளம்புகளைப் போன்ற நகங்களை உடையவை.

வரிசை : ஈடெண்டேடா (Edenutata)

பற்களற்றவை. உ-ம். ஆர்மடில்லோ.

வரிசை : செட்டேசியா (Cetacea)

மீன்களைப் போன்றவை. படுக்கை வசமான வால் துடுப்பு. உ-ம். திமிங்கிலங்கள்.

வரிசை : டியூபுலிடெண்ட்டேடா (Tubulidentata)

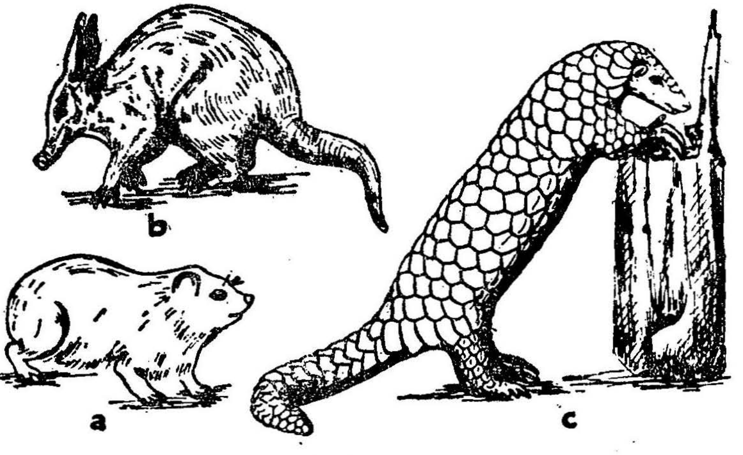
அமெரிக்காவில் உள்ள குழிதோண்டிச் செல்லும் எறும்பு தின்னிகள் இதில் அடங்கியுள்ளன.

வரிசை : ஃபோலிடோட்டா (Pholidota)

செதிலுடைய எறும்பு தின்னி. ஒன்று சேர்ந்த ரோமங்களால் அமைந்த பெரிய மேல்தோல் தகடுகளை உடையது.

வரிசை : ரோடன்ஷியா (Rodentia)

ஓர் இணை துருவும்வெட்டு பற்களும் கீழே ஓர் இணை வெட்டு பற்களும் உள்ளன. உ-ம். எலிகள், அணில்கள், முள்ளம்பன்றிகள்.



படம் 3-14-43

மேலும் சில பாலூட்டிகள்

a—கோனி; b—ஆர்ட்வாக்; c—செதில் போர்வையுடைய எறும்புதின்னி.

வரிசை ; லோகோமார்ஃபா (Logomorpha)

இவை ரோடண்டுகளைப் போன்றவை. சிறிய வெட்டும் பற்கள், முன்னமைந்துள்ள பெரிய வெட்டும் பற்களின்பின் காணப்படும். உ-ம். முயல்.

குலவளர்ச்சி (Phylogeny)

பல நூறு லட்சம் ஆண்டுகட்கு முன், முதுகெலும்பிகளின் துவக்க உயிரிகள் தோன்றிய போது உலகம் எவ்வாறான சூழ்நிலைகளை உடையதாக அமைந்திருக்கும் என எண்ணிப்பார்ப்பது கடினமானதே. உலகில் பெரிய விலங்குகள் இருந்தன. உதாரணமாகப் பெரிய இணைகாலிகளில் சில, முதுகெலும்பிகளை உண்ணும் நிலையிலிருந்தன. பெரிய தேள்கள்(யூரிப்டெரிட்டுகள் 20′ நீளமுடையவை). யூரிப்டெரிட்டுகள் போன்ற பெரிய இணைகாலிகள் உண்ணாமல், தடுக்கப்படுவதற்காகவே ஆஸ்ட்ரகோடெர்ம்களில் வலுவுடைய கவசம் தோன்றியிருக்கலாம்.

ஆஸ்ட்ரகோடெர்ம்கள் கேம்ரியனில் இருந்திருந்தாலும் நம்பகமான, தெளிவான எச்சங்கள் ஆர்டோவிசியன் காலத்திலிருந்துதான் கிடைத்துள்ளது. அவை டிவோனியனில் மறைந்து விட்டாலும் அவை வாழ்ந்திருந்த போது வேறு இரண்டு கூட்டங்களை உண்டாக்கின. அவை வட்ட வாய் மீன்களில் எலும்புகள் இல்லாததால் அவற்றின் எச்சங்கள் கிடைக்காததில் வியப்பதற்கு ஏதுமில்லை. அமைப்புகளின் ஒற்றுமையிலிருந்துதான் ஆஸ்ட்ரகோடெர்ம்களிலிருந்து வட்டவாய் மீன்கள் தோன்றின என்று நம்பப்படுகிறது, பிளாக்கோடெர்ம்கள் சைலூரியனில் தோன்றி டிவோனியனில் அதிகமாகப் பெருகி பெர்மியனில் மறைந்தன. டிவோனியன் வரை முதுகெலும்பிகள் கடலை அடையவில்லை.

டிவோனியனில்தான் முதுகெலும்பிகள் அதிகமாயின. கொயனக்தியன்கள், ஆக்டினோடிரன்கள், காண்டிரிக்தியாஸ், இருவாழ்விகள் இந்த வரிசையிலேயே இந்தக் காலத்தில்தான் தோன்றின. கொயனிக்தையும், காண்ட்ரிக்தையும் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்பில்லாமல், தனித்தனியே வெவ்வேறு பிளாக்கோடெர்ம் கூட்டங்களிலிருந்து தோன்றியிருக்கலாம். ஆக்டினோடிரன்கள் வேறு பிளாக் கோடெர்ம்களிலிருந்தோ அல்லது பழமையான கொயானிக்தைசிலிருந்தோ தோன்றியிருக்கலாம். இங்கு சான்றுகள் முடிபு கூற முடியாதவை. கொயானிக்திலிருந்து தோன்றியதை ஆதரிக்கின்றன. இருவாழ்விகள், பழமையான கொயானிக்திலிருந்து தோன்றின. இந் நான்கு கூட்டங்கள் அனைத்தும் மிசிசிப்பியனிலும் பென்சில்வேனியனிலும் அதிகமாயின.

பென்சில்வேனியனில் நீர்நில வாழ்வனவற்றிலிருந்து பிரித்தறியக் கூடியதுதான் ஊர்வன. மற்ற எந்த நில வாழ்விகள் வகுப்புகளில் காணப்படாத அளவிற்கு அதிக மாதிரிகளையும், அதிக வாழ்விடங்களையும் இது மீசோசுவாயிக் காலத்தில் கொண்டிருந்தது. மீசோசுவாயிக் காலத்திற்குப் பிறகு சில ஊர்வனவே இருந்தன. ஆனல், அந்தக் காலத்தில் வேறு இரண்டு வகுப்புகள் அவற்றிலிருந்து தோன்றின. அவை பறவைகளும் பாலூட்டிகளுமாம். இவையிரண்டும் ஊர்வன அளவிற்குப் பெருகிச் சீனோசுவாயிக் காலத்தில் ஊர்வனவற்றின் மறைவை ஈடுசெய்தன. முதலில் இருந்த பாலூட்டிகளின் எச்சங்கள் ஜீராசிக்கிலிருந்து கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளன. அதிலேயே முதலில் இருந்த பறவைகளின் படிமங்களும் இருந்தன. இரண்டு வகுப்புகளும் அதிகமாக சீனோ

சோயிகில் இருந்தன. உச்சவரம்பான அளவில் பாலூட்டிகள் அந்தக் காலத்தில்தான் இருந்தன.

ஆகவே அதிக மாறுதல்களையும் அதிக சிக்கலான உறுப்புகளையும் கொண்ட முதுகெலும்பிகள் அடுத்தடுத்த காலங்களிலேயே தோன்றின என்பதைப் பூகோளப் பதிவுகளிலிருந்து அறிகிறோம். அதிக முன்னேற்றமடையாத சில கூட்டங்கள், மற்ற வளர்ச்சியடைந்த உயிரிகளோடு போட்டியிட வேண்டியிருந்தாலும் கூட, மாற்றமடையாமல் வாழ்ந்திருக்கின்றன. பிளசண்டா உடைய பாலூட்டிகள் தோன்றிய வரிசையானது: ஆஸ்ட்ரகோடெர்மி — பிளாக்கோடெர்மி — கிராசாப்டெரிஜீ — லாபிரன் தோடான்சியா — காட்டைலோசாரியா — திராப்சிடா — யூதிரியா — முதலில் தோன்றிய படிமங்கள் மட்டும் காணப்படும் பாலூட்டிகளிலிருந்து தோன்றியவையானதால், மானோரீம்களும், மார்சூப்பியல்களும், யூதிரியன் பாலூட்டிகளின் பரிணாம வளர்ச்சியிலிருந்து விலகியுள்ளன.

எந்த இருப்பிடத்திலிருந்து முதுகெலும்பிகள் தோன்றின என்பது இன்னும் முடிவுக்கு வர முடியாத சர்ச்சையாகவே இருக்கிறது. ரோமரின் கூற்றுப்படி நன்னீர்ச் சூழ்நிலைக்குத் தக்கவாறே தோன்றின. ஹோமர் ஸ்மித் என்பவரும் முதுகெலும்பிகளின் பரிணாமத்திற்கு இணையாகச் சிறுநீரகங்களில் காணப்படும் மாறுதல்களை இதற்குச் சான்றாகக் கூறியுள்ளார். சிறுநீரகங்களில் காணப்படும் மாறுதல் நன்னீர்ச் சூழ்நிலைக்குத் தக்கவாறேஉள்ளன. இவை முதலில் கடல்நீர்ச் சூழ்நிலைக்குத் தக்கவாறு அமைந்திருந்தன. தற்சமயத்தில் இதற்கு ஆதரவாகவும் எதிர்த்தும் உள்ள கருத்துகளை ஆராய்ந்த ராபர்ட்சன், ஒயிட் என்பவர்கள் முதலில் தோன்றிய முதுகெலும்பிகள் கடலிலிருந்து வந்தன என்றும் அடிப்படையான சிறுநீரக அமைப்பு அவற்றில் முதலில் தோன்றின என்றும், அவை நன்னீர் அமைப்பிற்கு முதலிலேயே தகவமைப்பைக் கொண்டிருந்தன என்றும், முக்கியமாகச் சொல்லக் கூடிய அளவிற்கு முதுகெலும்பிகள் நன்னீர் இருப்பிடத்தை டிவோனியன் வரை அடைந்திருக்கவில்லை என்றும், முடிவிற்கு வந்தனர். நன்னீரில் வாழத்தகுந்த அமைப்பையுடைய எலும்பு மீன்கள்தான் முதுகெலும்பிகளில் முதலாவதாக நன்னீரை அடைந்திருக்கவேண்டும். இரண்டாம் தன்மையாகக் கடலை இருப்பிடமாகக் கொண்டதே அதிக மீன்கள் கடலில் காணப்படுவதற்குக் காரணமாகும்.

இதே போன்று முதலில் பலவகையான முதுகெலும்பிகள் தோன்றிய இடத்தைப்பற்றிக் கருத்து வேற்றுமைகள் உள.

பழைய கருத்துப்படி அக வெப்பமுடையவைகள் குளிர் நிலைக்குத் தகுந்தபடி தோன்றின. எனவே அவை வடகண்டங்களில் தோன்றி யிருக்கலாம். ஓரளவு உலர் நிலைக்குத் தகவமைப்புடையனவாக நாற்கால் விலங்குகளும், முக்கியமாக ஊர்வனவும் தோன்றியிருக் கலாம். இரண்டு கருத்துகளும் இப்பொழுது ஒதுக்கப்பட்டவை. டார்லிங்டன், இங்கர் இருவரும் தனித்தனியாகவும், வெவ்வேறு வழிகளிலும் அதிக உயிரிகள் வளரக்கூடிய சூழ்நிலையான வெப்பச் சூழ்நிலையிலேயே எல்லா வகுப்புகளும் தோன்றியிருக்கலாம் என்ற முடிவிற்கு வந்துள்ளனர். அனேக முதுகெலும்பிகளில் படிப்படியாகக் காணப்படும் உடலுறுப்பு முன்னேற்றம் இந்தச் சூழ் நிலையில்தான் உண்டாகியிருக்கும். ஏனென்றால் இந்தச் சூழ்நிலையில் தான் முயற்சிக்கப்படவும், சோதிக்கப்படவும் தக்க பல்வகை தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட சக்திகள் உள்ளன. பதனிடப்பட்ட குளிர்ச்சியோ அல்லது காற்றோ இங்கு இல்லை. இந்த வெப்பச் சூழ் நிலையில் உருவான விலங்குகளே மற்றவற்றைவிடப் பலவகையான இருப்பிடங்களில் வாழத் தகுந்தவாறு அதிகப்படியான தக வமைவுகளைக் கொண்டு உலகம் முழுவதும் பரவியுள்ளன.

முதுகெலும்பிகளில் காணப்படும் இருப்பிடங்களை ஆராய்ந் தால் பரிணமத்தில் தகவமைவிற்கும் போட்டிக்கும் காணப்படும் முக்கியத்துவத்தை அறியலாம். எந்த ஒரு முக்கியமான முதுகெலும்பிகளின் கூட்டமும் அடுத்த முக்கிய முதுகெலும் பியோடு ஒரு முக்கிய இருப்பிடத்தில் சமமாக வாழ்வதில்லை என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. மீண்டும் மீண்டும் புதிதாக உண்டாகும் கூட்டத்தின் சந்ததி பெற்றோரை விட அதிகமான தகவமைவுடை யதாக அமைந்து, முந்தியவைகளை அகற்றிவிடுகிறது. புரோட்டோ திரியா, கொயனிக்தியா ஆஸ்டிரக்கோடெர்ம்கள் முழுக்காலமும் நன்றாக வாழ்ந்திருக்கலாம். ஆனால் அவை அவற்றிலிருந்து தோன்றிய சந்ததிகளினாலேயே விலக்கப்பட்டன. ஆர்க்கியார் னித்துகள் நியார்நித்துகளுக்கு இணையாகாது. தீரியாக்களுக்கு புரோட்டாதீரியா இணையாகா. புரோட்டாதீரியா இன்னும் காணப் படுவதற்குக் காரணம் அவை பின்வழிவந்தவற்றின் போட்டி யிலிருந்து வெகுதூரத்திற்கு விலக்கப்பட்டிருப்பதே. அவற்றின் வழித்தோன்றல்கள் நிச்சயமாக,நன்கு வளர்ச்சியடைந்திருப்பதால், புரோட்டோதிரியா விரைவில் மறைந்துவிடும். நாற்கால் விலங்கு களோ அல்லது மீன்களோ போட்டியிடமுடியாத ஓர் இடத்தில் இருவாழ்விகள் இருப்பதால் அவை நிலைத்து உள்ளன. நீரிலும் நிலத்திலும் போட்டி உள்ளவரை ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிலேயே இவை தனிப்பட்ட இடத்தில் வாழமுடியும். மற்ற விலங்குகள் வரவேற்காத சூழ்நிலையான பாலைவனத்தில் இருப்பதால் ஊர்வன

அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. வடக்கே காணப்படும் ஊர்வன, பாலூட்டிகளுடன் போட்டியிட்டு வாழ்கின்றன. கொயனிக்தியும் தனித்து வாழ்வதால் நிலைத்திருக்கின்றன. அவற்றின் சந்ததியான ஆக்டினோடிரன்களோடு நேரடியான போட்டியில் அவை வாழ முடியவில்லை. வட்டவாயுடையன அவற்றின் தனித்தன்மையான ஒட்டுண்ணி வாழ்க்கையாலும், அவற்றின் அமைப்பினாலும் நிலைத்திருக்கின்றன, குருத்தெலும்பு மீன்களும், எலும்பு மீன்களும் நேரடிப்போட்டியில் காணப்படுகின்றன. அங்கேயும்கூட அவை எடுத்துக்கொள்ளும் பங்கு முக்கியமான வகையில் தனித்தன்மை வாய்ந்ததாக உள்ளது. குருத்தெலும்பு மீன்கள் அடித்து உண்பவையாகவும், சுத்தப் படுத்துபவையாகவும் உள்ளன. அவை அடித்தளத்தில் வாழ்பவையாகவும் உள்ளன. அவற்றில் உள்ள உடல் அமைப்பு மற்ற உண்மையான எலும்பு மீன்களைவிடப் பெரிதாக வளர அனுமதிக்கும் தன்மை உடையதாக உள்ளது. இவை அவற்றிற்கு அனுசரணையான குணங்களாக இருக்கலாம். ஒரு சிலவற்றைத் தவிர மற்ற காண்டிரிக்தியன்கள் அனைத்தும் கடலில் வாழ்பவை. ஆனால் எலும்பு மீன்கள் கடல், நன்னீர் இரண்டிலுமே வாழக்கூடிய தன்மை உடையவை. காண்டிரிக்தியன்கள் நன்னீரில் வாழமுடியாமைக்குக் காரணம் நன்னீர் வாழ்க்கைக்கு மிக முக்கியமான காற்றுப் பைகள் இல்லாததே. ஊடுகலப்பு (Osmotic pressure) அழுத்தத்திற்குத் தக்கவாறு இவற்றில் உடல்செயல் பொருந்தியுள்ளதே இவற்றின் முக்கியமான இடர்ப்பாடு. இதற்குக் காரணம் இவை முக்கியமான நீர்ச்சம நிலையை (water balance) நிலைநிறுத்த இவற்றின் உடல் கடல்நீரின் யூரியா அளவிற்குத் தக்க யூரியா அளவை உடல் செல்கள் தாங்கும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளதே. இதற்குப் பதிலாக எலும்பு மீன்கள் இந்த நீர்ச்சமநிலைப் பிரச்சினைக்குத் தகவமைவதற்கு செவுள்களிலும், சிறுநீரகங்களிலும் தனியான மாற்றங்களைக் கொண்டுள்ளன. இம் மாற்றங்கள் குருத்தெலும்பு மீன்களில் காணப்படும் திருப்ப முடியாத வளைக்கமுடியாத மாற்றங்களைப்போல் இல்லாமல் அது வாழும் இருப்பிடத்தில் உள்ள போட்டிக்குத் தக்கவாறு உடனே மாறக்கூடிய தன்மையைப் பெற்றுள்ளன. காண்டிரிக்தியன்களைத் தவிர மற்ற முதுகெலும்பிகள் அனைத்தையும் நீரிலிருந்தும் நிலத்திலிருந்தும் எடுத்துவிட்டால் காலப்போக்கில் இந்த மீன்கள் இப்போதுள்ள முதுகெலும்பிகள் வாழ்ந்த முக்கியமான இருப்பிடத்தில் வாழத்தக்க அமைப்புடைய வழித்தோன்றல்களை உண்டாக்கும் என்பது உறுதி. ஐயத்திற்கிடமின்றி இத்தக வமைவுகள் நுண் அமைப்புகளில் வேறாக இருக்கும். ஏனெனில் பரிணாமத்திற்கு முன்னிருந்த அதே பொருள்கள் கிடைக்கமாட்டா. அதன் முடிவான பலன் ஒன்றாகவே இருக்கும்.

எனவே, முதுகெலும்பிகளின் தகவமைவுகளைக் கீழ்க்கண்ட வாறு தொகுக்கலாம்.

1. கடல்நீரில் வாழ்பவற்றைத் தவிர வேறு முதுகெலும்பி களின் பெரும் கூட்டமும் (வகுப்புகளும் உபவகுப்புகளும்) நேரடி யாகப் போட்டியிடுவதில்லை.

2. ஓர் இருப்பிடத்தில் நன்ருகத் தகவமைந்துள்ள ஒரு கூட்டத்தை, புதிதாக வரும் கூட்டத்தால் அப்புறப்படுத்த முடியாது. ஏனென்ருல் புதிதாக வருபவை குறைந்த அளவில் தக வமைப்புடையவை.

3. (a) அதிக இனவிருத்தி சக்தியினுல் நெருக்குவதாலோ அல்லது (b) அந்த இடத்தை ஆக்ரமித்துள்ள உயிரியைவிட அதிக தகவமைப்புடைய ஒரு முக்கிய நிலையைப் பெற்றிருந்தாலோ புதி தாக வருபவை அந்த இடத்தில் உள்ள உயிரிகளை அகற்றமுடியும்.

4. எந்த முக்கிய இடமும் அதிக நாள்கள் நிரப்பப்படாமல் இருப்பதில்லை.

5. அனேகமாக எல்லாக் கூட்டங்களுமே அவகாசம் கொடுத் தால் எல்லா முக்கிய இருப்பிடங்களுக்கும் தகவமைவைக் கொண்ட வகைகளை உண்டுபண்ணும்.

6. தகவமைப்பு பிரச்சினை ஒரு வழியில்தான் தீர்க்கப்பட வேண்டுமென்பதில்லை.

7. தனியான தகவமைப்புகளைக் கொண்ட வரையறையுடைய ஒரு தனி உறுப்பான கூட்டச் செல்களைவிட, அனேகமாக எல்லாச் செல்களையும் உடைய பொதுவான உடற்செயல் தகவமைப்புகளே பரிணுமத்தில் மாற்ற முடியாத தன்மை உடையன.

8. முன்னேற்றத்திற்குரிய அதிக தகவமைவுகளை உடைய சந்ததியினரிடமிருந்து எந்தக் கூட்டமும் கடினமான போட்டியை எதிர் நோக்கும்.

9. பலவகையான போட்டிகளால் சோதனைப் படுத்தக்கூடிய இடமான வெப்பமான நிலையில் இருந்துதான், சில மீன்களைத் தவிர மற்ற முக்கிய முதுகெலும்பிக் கூட்டங்கள் தோன்றி யிருக்கும்.

4. கருவியல்
(Embryology)

ஒப்பு உறுப்பமைவியலுக்குக் கருவியல் மூன்று வழிகளில் பயனுடையது. அவைகளாவன : 1. குல வளர்ச்சிக் கருத்துகளுக்குத் தேவையான சான்றுகளை நல்குவது கருவியல். 2. வளர்ச்சியுற்ற உயிரியினது பண்புகளின் முக்கியத்துவத்தையும், அப்பண்புகளில் தோன்றும் வேறுபாடுகளையும் அறிய வாய்ப்பு அளிப்பது கருவியல். 3. முதுகெலும்பிகளின் பலவகைகளில் காணப்படும் உயிரிகள் வளர்ச்சியுற்றநிலையை அடையப் பல முக்கியத்துவம் வாய்ந்த பரிணமப் போக்குகளைத் தெளிவாக்குகிறது கருவியல்.

கருவியலின் பரிணமக் கோட்பாடுகள் (Evolutionary principles of Embryology)

பரிணமத்தைத் தெளிவுற அறிய முதுகெலும்பிகளின் கருவியலினின்றும் உருவாகிய பரிணமக் கோட்பாடு தொன்மை தோன்றல் (paleogenesis) என்பதாம். வழித்தோன்றல்களின் (descendants) கரு வளர்ச்சியில் முன்னோர்களில் (ancestral) காணப்பட்ட கருவளர்ச்சி நிலைகள் திரும்பத் தோன்றுகின்றன என்பதே தொன்மை தோன்றல் என்பதாம். தொன்மை தோன்றல் என்ற கொள்கை தெளிவுற கார்ஸ்ட்ராங் (Garstrong) என்ற அறிவியலறிஞரால் 1922ஆம் ஆண்டு விளக்கப்பட்டது. இதற்கு முன்பு 1874ஆம் ஆண்டில் ஹேக்கல் என்ற அறிஞர் 'உயிர் தோன்றல் விதி' (biogenetic law) என்ற கொள்கையினை விளக்கியுள்ளார். இக்கொள்கை எல்லோரும் அறிந்த தொன்று. இக்கொள்கை தனி உயிரியின் கரு வளர்ச்சியில் குல வளர்ச்சியின் நிலைகள் திரும்ப அமைகின்றன என்று விளக்கியது. இதனையே தனி உயிரி தன் கருவளர்ச்சியின் போது குல வளர்ச்சிப் படிநிலைகளைத் திரும்பப் பெறுகிறது

என்றும் கூறலாம். அஃதாவது ஓர் உயிரியின் வளர்ச்சி நிலைகளில் (developmental stages) அவ்வுயிரியின் முன்னோர்களில் முதிர்ச்சியுற்றவைகளின் பண்புகள் தோன்றுகின்றன என்பதாம். இம் முன்னோர்களின் முதிர்ச்சியுற்ற பண்புகள் முன்னோர்கள் அமைந்த வரிசைப்படியும் தோன்றுகின்றன என்றும் விளக்கப்பட்டது. ஆனால் இன்று ஹேக்கலின் விதி தவறான கருத்தைத் தருவது என்றும் கூறப்படுகிறது. இவ் விதியின் தவறுடைய தன்மையை விளக்கப் பலசான்றுகள் இன்றுள்ளன. கார்ஸ்ட்ராங்கின் தொன்மை தோன்றல் (paleogenesis) என்ற கொள்கை ஹேக்கலின் விதியினின்றும் மாறுபட்டது. தொன்மை தோன்றல் கொள்கை உயிரிகள் முன்னோர்களின் பண்புகளைத் திரும்பப் பெறல் (recapitulation) என்ற அடிப்படைத் தன்மையை உடையன என்பதைக் கொள்வதோடு மட்டுமன்றித் திரும்பப் பெறல் தன்மையை முழுவதும் வெளியே புலப்படுத்துவதினைத் (expression) தடை செய்யக் கூடிய சக்திகளும் செயல்படுகின்றன என்றும் கொள்கின்றது. மேலும் முதிர்ச்சியுற்ற உயிரிகளின் பண்புகள் (adult stage) மட்டுமன்றிக் கருவளர்ச்சி நிலைகளும் திரும்பப் பெறல் என்பதின்பால் அடங்கும் என்றும் கார்ஸ்ட்ராங் தொன்மை தோன்றல் கொள்கையில் விளக்கியுள்ளார்.

தொன்மை தோன்றல் உள்ளிட்ட கருவியல்சார்ந்த பரிணாமக் கோட்பாடுகளுக்கு அடிப்படையாய் அமைவன இரண்டு உயிர்த் தோன்றல் விதிகளாம். அவை உருத்தோன்றல் விதி (morphogenetic law), தனி உயிரியின் கருவளர்ச்சிப் படிநிலைகள் நிலைத்தனவன்று என்று விளக்கும் விதி என்பனவாம்.

தனி உயிரியின் கருவளர்ச்சியில் காணப்படும் வளர்நிலைகளின் வரிசை அமைப்பு (developmental sequences) பெரும்பாலும் மாறாத்தன்மையது. வளர்நிலை கருவளர்ச்சியின் ஆரம்பத்தில் அமைவதாயிருப்பின் அந்நிலை மிகுதியும் மாறாத் தன்மையது எனலாம். வளர்நிலைகளின் வரிசை அமைப்பு மாறாத் தன்மைக்குக் காரணம் என்னவெனில் வளரும் கருவில் நிகழும் வளர் நிகழ்ச்சிகள் ஒன்றுடன் ஒன்று தொடர்புடையனவாக அமைவதால் மாறுதல் நிகழ்வதேயில்லை. நாம் உயிரினங்களின் கருவளர்ச்சியில் தனித் தனியாக மண்டலங்களின் தோற்றம், வளர்ச்சி என்பனபற்றிப் படித்தறிந்தாலும், மண்டலங்களின் வளர்ச்சி ஒன்றுடன் ஒன்று தொடர்பு உற்றே கருவளர்ச்சி அடைகிறது என்பது தெளிவு. ஆகவே வளர்நிலைகளின் வரிசை அமைப்பினை எளிதாக மாற்றுதல் முடியாத ஒன்றாம். இதில் நிகழும் ஒரு மாற்றம் பல மண்டலங்களையும் பாதிக்கும் என்பது தெளிவு. கருவளர்ச்சியின் துவக்கத்தில்

காணப்படும் ஒரு வளர்நிலை பல வளர்நிலைகளின் வரிசை அமைப்புடன் தொடர்புடையதாகச் செயல்படும். ஆகவே அவ்வளர்நிலை பரிணாம அடிப்படையில் மிகவும் நிலைத்த தன்மையது எனலாம். மேற்கூறப்பட்ட கருத்தினை விளக்குவதே உருத்தோன்றல் விதி என்பதாம்.

தனிஉயிரியின் கருவளர்ச்சியில் காணப்படும் படிநிலைகளில் பரிணாம மாற்றங்கள் தொடர்ந்து நிகழும் என்பதே இரண்டாவது விதி. சூழ்நிலை அடிக்கடி மாறும் தன்மையதால் படிநிலைகளின் மாற்றம் தவிர்க்க முடியாத ஒன்றும்.

மேற்கூறப்பட்ட இரண்டு விதிகளினின்றும் மூன்று கருவியல் சார்ந்த கோட்பாடுகளை உருவாக்கலாம். அவையாவன : (1) மிகு உருமாற்றம் (hypermorphosis) (2) தனி உயிரி கரு மிகு வளர்ச்சி (ontogenetic hypertrophy) (3) தொன்மை தோன்றல் (paleogenesis).

மிகு உருமாற்றம் (Hypermorphosis)

கருவளர்ச்சியில் காணப்படும் படிநிலைகளில் மாற்றம் இருவழிகளில் நிகழலாம். படிநிலைகளின் முடிநிலைகளிலோ அல்லது முடிவுநிலைக்கு முன்நிலைகளிலோ மாற்றம் நிகழலாம். முடிவு நிலைகளுக்கு மிகவும் முந்திய படிநிலைகளிலோ அல்லது வளர்ச்சியில் காணப்படும் படிநிலையினை வேறு ஒரு படிநிலையினால் மாற்றுவதோ நீக்குவதோ நிகழக் கூடாத ஒன்றும். இதனையே வேறு விதமாகவும் விளக்கலாம். கருவளர்ச்சியின் போது நிகழும் பரிணாம மாற்றங்கள் பெரும்பாலும் முன்னமைந்துள்ள கருவளர்ச்சியின் முடிவு நிலைகளிலேயே இணைக்கப்படுகின்றன. கருவளர்ச்சியின் முடிவு நிலையில் மேலும் மேலும் பரிணாம மாற்றங்கள் கூடுதலாகக் காணப்படுகின்றன. இவ்வாறு கருவளர்ச்சியின் பின்நிகழும் மாற்றங்கள் கருவளர்ச்சிக்குப்பிற்பட்ட சூழ்நிலை மாற்றங்களுக்கென ஏற்பட்ட தகவமைப்புகளாகவே அமையும். இவ்வாறு சூழ்நிலையில் தோன்றும் மாற்றங்களுக்கு என அமையும் கருவளர்ச்சிப் பின் (post embryonic = epembryonic) மாற்றங்கள் புறத் தகவமைப்புக்கள் (extriusic adaptations) எனப்படும். இவ்வகையான மாற்றங்களே மிகு உருமாற்றத்தில் அதிக எண்ணிக்கையில் நிகழ்வதாகக் கொள்ளலாம். கருச் சூழலுக்கு (embryonic situations) ஏற்பக் கருவளர்ச்சியின் ஆரம்ப படிநிலைகளிலும் ஓரளவு மாற்றங்கள் நிகழலாம். இம் மாற்றங்களும், முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவையே. இவ்வகையான மாற்றங்களின் எண்ணிக்கை மிகக் குறைவே. இம் மாற்றங்கள் அக மாற்றத்திற்கெனத் தோன்றுவன ஆதலின் இதனை அக தகவமைப்புகள் (intriusic adaptations) எனலாம்.

தனி உயிரி கருமிகு வளர்ச்சி (Ontogenetic hypertrophy)

தனிஉயிரியின் தனி வளர்ச்சியில் காணப்படும் வளர் நிலைகளின் வரிசை அமைப்பு, காலம் மிகுதியாகக் கொள்வதாலோ அல்லது பரிணமத்தில் சிக்கலுடையதாக மாறுவதாலோ தனிஉயிரி கரு மிகு வளர்ச்சியுடையதாகும் மிகு உருமாற்றத்தினுல் ஏற்படும் விளைவே தனி உயிரி கரு வளர்ச்சியடைதல். மிகு உருமாற்றம் (hypermorphosis) தனி உயிரி கருமிகு வளர்தல் (ontogentic hypertrophy) என்ற இரு கருத்துகளையும் ஏற்பதால் தோன்றும் விளைவே தொன்மை தோன்றல் (paleogenesis) என்பதாம். வழித்தோன்றல் களின் கருவளர்ச்சியில் முன்னோர்களின் கருவளர்ச்சி நிலைகள் திரும்பப் பெறுகின்றன என்பதே தொன்மை தோன்றலாம். தொன்மை தோன்றலின் முக்கியத்துவம் முற்றும் உணரப்பட வில்லையாயினும் அந்நிகழ்ச்சி கருவளர்ச்சியில் நிகழ்கிறது என்பதில் எள்ளளவும் ஐயமில்லை. ஆனுலும் இக்கொள்கையைப் பலரும் ஏற்கத் தடையாக அமைவது திரும்பப் பெறல் (recapitulation) என்ற நிகழ்ச்சி கருவளர்ச்சியில் எல்லா மண்டலங்களிலும் குறை வின்றி விளக்கமாக அமைதல் வேண்டும் என எல்லோரும் எதிர் நோக்குவதான எண்ணமே. உண்மையில் திரும்பப் பெறல் என்பது முழுமையானதாக நிகழ்வதே யில்லை. மற்றும் சிலவற்றில் திரும்பப் பெறல் என்பதே நிகழ்வதில்லை. முதுகெலும்பிகளின் கருவளர்ச்சி முறையில் வளர்நிலைகளின் வரிசை அமைப்பு நிலைத்ததாக அமைந் துள்ளது. ஆனுல் மற்றும் சில விலங்குகள், தாவரங்கள் என்பன வற்றில் கருவளர்ச்சியில் வளர்நிலைகளின் வரிசை அமைப்பு தெளி வாக அமைவதில்லை. ஆனுல் இவ்வேறுபாட்டினை அடிப்படை யாகக் கொண்டு மிகு உருமாற்றம் (hypermorphosis), தனி உயிரி கரு மிகு வளர்ச்சியடைதல் (ontogenetic hypertrophy), தொன்மை தோன்றல் என்பவையெல்லாம் பொருளற்ற கற்பனைக் கருத்துகள் என்று ஒதுக்கிவிட முடியாது. கருவளர்ச்சியில் வளர்நிலைகள் வரிசை அமைப்பு தெளிவாக அமையப் பெருத விலங்குகளும், தாவரங்களும் சுற்றுத் தகவமைப்பினையுடையன (circumentive adaptations)எனலாம். சுற்றுத் தகவமைப்பாவது ஏற்படும் சூழ்நிலை மாற்றத்திற்கு நேரடியான தகவமைப்பினை அடையாமல் வேறு மாற்றங்களை அடைந்து சூழ்நிலைக்கு மறைமுகமாகத் தகவமைப் பினை அடைவதே. சுற்று தகவமைப்பினை மறைமுக தகவமைப்பு (circumventive adaptation) எனவும் அழைக்கலாம். மேற்கூறிய உயிரிகளில் இத்தகவமைப்புகள் மிகுதியாகக் காணப்படுவதால் திரும்பப் பெறல் என்ற நிகழ்ச்சி தெளிவுறக் காணப்படுவதில்லை. முதுகெலும்பிகளில் காணப்படும் கருவியல் தகவமைப்புகள் ஒப்புரவு தகவமைப்புகள் (tolerative adaptations) எனப்படும். இவ்வகை

யான தகவமைப்புகளே முதுகெலும்பிகள் மிகுந்துள்ளமையால் திரும்பப் பெறல் ஓரளவு தெளிவாக உள்ளது.

வளர்ச்சி ஒழுங்கு அமைப்புகளின் வகைகள் (Modes of developmental adjustments)

பரிணமிக்கும் உயிரினங்களின் கருவளர்ச்சி முறையில் இரண்டு பிரச்சினைகள் ஒன்றிணைந்து சிக்கலான இடைபாடாக அமைகின்றது. இப் பிரச்சினைகளாவன: (1) கருவளர்ச்சிக் காலத்தினை நீட்டிப்பதால், வளரும் கருவுக்குத் தேவையான உணவினை நல்குவது. மற்ற ஒழுங்கு அமைவுகளை உருவாக்குவது. (2) வளர்ச்சியின் போது அமையும் படிநிலைகளில் தேவையற்றனவற்றைக் குறுகிய காலத்திற்குரியதாக மாற்றுதல் என்பனவாம்.

இவ்விரு இடைபாடுகளையும் ஏற்றுச் செயல்பட விலங்கினங்கள் தங்களின் பரிணாமத்தில் நான்கு வழிமுறைகளைக் கையாண்டன. அவை : (1) வளர்ச்சியின்போது அமையும் வளர்நிலைகளின் வரிசை அமைப்பினைக் காலத்தால் விரைவாக்குதல் (acceleration) (2) வளர்நிலைகளின் வரிசை அமைப்பு செயல்படும் காலத்தினைக் குறைத்தல் (abbreviation). (3) தேவையான உணவினை நல்கிக் கருவளர்ச்சிக் காலம் நீட்டிக்கப்பட்டு ஒரப்புரவு (toleration) கொள்ளுதல். (4) அழிந்தொழிதல் (extinction). கருவளர்ச்சியில் தொடர்ந்து ஏற்பட்ட மாற்றங்களின் கூடுதல் செயல் விளைவுக்குரிய தகவமைப்புகளை உயிரினங்கள் பெரும்மையிலுலேயே அவை அழிந்தொழிந்தன. மேற்கூறப்பட்ட இடைபாடுகளை ஏற்றுச் செயல்படுவதற்காக அமைந்த ஒழுங்கு அமைவுகள் அல்லது தகவமைப்புகளே ஏனைய மூன்று வழிமுறைகள். எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும் இம் மூன்று வழிமுறைகளையும் கையாண்டு ஏற்ற தகவமைப்பினைப் பெற்றன எனக் கூறுதல் பொருத்தமுடையதாகும். மூன்று வழிமுறைகளையும் செயல்படுத்திய போதும் ஏதாவது ஒரு வழிமுறை நெற்றெனத் தெரிவதாக அமைவதும் உண்டு.

விரைவாக்கல் (Acceleration)

கருவளர்ச்சியின் போது காணப்படும் வளர்நிலைகளைக் காலத்தால்விரைவாக்கிக் கருவளர்ச்சி நிகழ்தல் என்பது பெருமளவுபெரும்பான்மையான முதுகெலும்பிகளில் கையாளப்பட்ட ஒரு தகவமைப்பாம். இதனை அறியக் கரு வளர்ச்சியின்போது நிகழும் மாற்றங்களையும் கரு வளர்ச்சிக்குப்பின் நிகழும் மாற்றங்களையும் கால அளவில் ஒப்பிட்டுப் பார்ப்போமானால், கரு வளர்ச்சியின்போது

மாற்றங்கள் விரைவாக நிகழ்வது தெளிவாகும். உடற் செயலியல் (physiological) நிகழ்ச்சிகள் வெப்பத்தினைச் சீரமைப்பதாலும் என்சைம் அல்லது நொதிகளைச் செயல்படுத்துவதாலும் விரைவாக்கப்படுகின்றன. இந்த அடிப்படையில் பாலூட்டிகளில் காணப்படும் அக வெப்பத்தன்மையை (endothermy) உற்று நோக்குவோமாஞல் இந் நிலை கருவளர்ச்சிக்கெனவே உருவாகிய ஒன்று என்றும், அடுத்து இதன் செயல் திறன் அறிந்து கரு வளர்ச்சிக்குப் பின்பும் பயன்படுத்தப்பட்டது எனவும் கொள்ளலாம்.

ஒப்புரவு (Toleration)

கருவளர்ச்சிக் காலத்தினை நீட்டுவதால் இரண்டு இடைபாடுகள் உருவாகின்றன. அவை வளரும் கருவிற்குத் தேவையான உணவினை நல்குவது, மற்றது கரு உருவாக்கும் கழிவுகளை நீக்குதல் என்பனவாம். இவ்விரு இடைபாடுகளும் முதுகெலும்பிகளில் மூன்று வழிகளில் நிவர்த்திக்கப்படுகின்றன அவ் வழிகளாவன: (1) யோக்கின் அளவினை மிகுதியாக்குதல், (2) குட்டிபோடும் தன்மையை உருவாக்குதல், (3) தாய் சேய் பராமரிப்பினை மிகுதியாக்கல்.

உணவுத் தேவையினைப் பூர்த்தி செய்ய எளிய வழி யோக்கின் அளவினை முட்டையில் மிகுதியாக்கலே. இப் பரிணமப் போக்கின் உச்சநிலை பறவைகளில் காணப்படுகிறது. மிகுதியான யோக்கினை முட்டையில் சேகரிப்பதால் வேறு சில இடைப்பாடுகள் உருவாகின்றன. உயிர்ப்பற்ற யோக் மிகுவதால் முட்டையில் யோக் அற்ற நிலையில் நிகழ்ந்த முழுமைப் பிளவிப்பெருகல் (boloblastic cleavage) நடைபெற முடிவதில்லை. ஏனெனில் உயிர்ப்பற்ற யோக் பிளத்தலுக்குத் தடை செய்வதாக உள்ளது. இவ்விடைபாட்டினைத் தவிர்க்க யோக் முட்டையின் ஒரு முனையில் சேகரிக்கப்படுகிறது. இவ் வமைப்பால் யோக்கற்ற உயிருள்ள முட்டைப் பகுதி பிளவிப் பெருகலில் ஈடுபடுகிறது. யோக்கினை ஒரு முட்டையின் ஒரு முனையில் சேகரிப்பதால் பிளவிப் பெருகல்மட்டும் பாதிக்கப்படுவதோடு பின்வரும் கருவளர்ச்சி நிலைகளான கருக்கோளம் (blastula) இரு அடுக்கு கருக்கோளம் (gastrula) என்பனவும் பாதிக்கப்படுகின்றன.

கரு வளர்ச்சிக் காலம் மிகுதியாக நீட்டிக்கப்படும்போது தோன்றும் மிகுதியான உணவுத் தேவையினை ஈடுசெய்ய முட்டையிடுவதற்கு மாருகக் குட்டி போடும் தன்மை (viviparity) உருவாகியது. தொன்மை நிலையிலே எல்லா முதுகெலும்பிகளும் முட்டையினையே இட்டன. ஆனல் ஒவ்வொரு வகுப்பிலும் ஒருசில

இனங்கள் அல்லது இன வகைகளில் மட்டும் பெண்கள் தங்களின் கருப்பையினுள் (uterus)முட்டைக் கருவளர்ச்சியுற்று இளவுயிரியாக மாறும் வரை தன்னகத்தே கொள்ளும் தன்மை தற்செயலாகக் கையாளப்பட்டது. இந்நிலையில் மிகுதியான யோக்கினை உடைய முட்டை புறத்தே கருவளர்ச்சி அடைவதற்கு மாறாகத் தாயின் பையினுள் முழுமையான கருவளர்ச்சியினையும் அடைகின்றன. இவற்றினை முட்டை ஈனு குஞ்சு (ovoviviparity) இடுவன எனலாம். இவை முட்டையிடுவனவற்றைக் காட்டிலும் சிறப்புடையவை எனலாம். அடுத்த பரிணும நிலையில் கருப்பையினுள் தங்கி வளர்ச்சியுறும் கருவிற்கு யோக் வழி உணவு அளிப்பது விடுவிக்கப் பட்டுக் கருப்பையே உணவினை நல்குவதாக அமைகிறது.இந்நிலையில் தான் வளர்ச்சியுற்ற இளவுயிரி ஈனுதல் உறுகிறது. இதனையே குட்டி போடுதல் எனலாம். தாயின் கருப்பையில் உருவாகும் உணவினைச் சார்ந்து வாழும் தன்மை விலங்குகளிடையே பெரு மளவு வேறுபடுகிறது. சுறு மீன்களில் கரு மிகக் குறைந்த அளவே தாயின் உணவினைச் சார்ந்துள்ளது. ஆனுல், பாலூட்டிகளில் வளரும் கரு தன் உணவுக்கு முற்றும் தாயினையே சார்ந்துள்ளது. தாயினை உணவுக்குச் சார்ந்திருப்பதால் பல பரிணும நலன்கள் உருவாகின்றன. இந் நலன்களாவன: நீண்ட கருவளர்ச்சிக் காலம்; மற்றும் உணவு குறையின்றி கிடைப்பதால் வளர்ச்சி வீதமும் விரை வாக்கப்படுகிறது. இவ்விரு நலன்களும் கரு வளர்ச்சியில் மிகுதியும் பயன் தருவனவாம்.

தாய் சேய் பராமரிப்பு மிகுதியான அளவிலே பறவைகளிலும், பாலூட்டிகளிலும் விரிவடைந்துள்ளது. புற வெப்பமுடைய விலங்கினங்கள் ஒருசில சேய் பராமரிப்பினை உடையன. ஆனுல், பறவைகள் குஞ்சுகள் பொரித்தவுடன் பல வாரங்கட்கு அவை களுக்குத் தேவையான உணவினை நல்குகின்றன. பாலூட்டிகள் தங்கள் இள உயிரிகளுக்கு மார்புச் சுரப்பிகள் வழி தேவையான உணவினை நல்குவதோடு அவைகளை ஏற்றபடி ஒழுங்கமைக்கத் தேவையான பழக்கங்களையும் புகட்டுகின்றன. இதுவே மனித இனத்தில் கல்வி (education) என அழைக்கப்படுகிறது.

குறுகியதாக்கம் (Abbreviation)

கருவளர்ச்சிக் காலத்தினை நீட்டிக்கத் தேவையான, திடீர் மாற் றங்கள் அற்ற நிலையில் வளர்ச்சிப் படிநிலைகளின் காலம் சுருக்கப் படும் என்பது தெளிவு. காட்டாக, விலங்கினங்களின் அண்டக் குழாய்கள், பெரிய முட்டைகளைக் கையாளக் கூடிய தன்மையற்ற நிலையில் அல்லது கருப்பையினுள் கருவளர்ச்சி அடைய முடியாத நிலையில் ஒரே மாற்றுவழி வளர்ச்சிப் படி நிலைகளின் காலத்தினைச் சுருக்குவதேயாம்.

வளர்ச்சிப்படி நிலைகளின் காலத்தினைச் சுருக்குதல், இருவழிகளில் செயல்படுத்தப்படலாம். முன்னோர் இன உயிரியின் வளர்ச்சியுற்ற பண்பினைப் பெறுவதற்குக் கருவளர்ச்சியின் முடிவுநிலைக்கு முற்பட்ட படிநிலைகளில் மாற்றங்கள் செய்வித்தோ அல்லது குறுக்கு வழிகளைக் கையாண்டோ தகவமைப்பினை அடைதல். இத்தகவமைப்பு முற்றும் கருவில்மட்டும் நிகழ்வதால் இதனை அக தகவமைப்பு (intriusic adaptations) எனலாம். இவ் வகையான மாற்றங்கள் குல வளர்ச்சியுடன் (phylogeny) தொடர்பற்றமையால் இதனை அண்மை உருவாக்கம் (caenomorphosis) எனலாம். மற்றும் ஒரு முறையிலும் வளர்ச்சிப் படிநிலைகளின் காலத்தினைச் சுருக்கலாம். இம் முறையில் கடைசி வளர்ச்சிப் படிநிலையில் உருவாகும் உறுப்புகள் அல்லது மண்டலங்கள் முற்றும் உருவடையாமலேயே நீக்கப்படுகின்றன. இச் செயலால் இனஉயிரியின் பண்புகள் முதிர்ந்த உயிரியில் முடிபு நிலைகளாகவோ அல்லது முடிபு நிலைக்கு முற்பட்ட நிலைகளாகவோ அமைகின்றன. முடிபுநிலைக்கு முற்பட்ட நிலையில் வளர்ச்சி முழுமையடையுமேயானால் உயிரிலார்வா நிலையில் அமைகிறது. இந் நிலை அவ்வுயிரியின் இனப்பெருக்கத் திறனைப் பாதிக்காததாகவும் செயல்படுகிறது. முன்னோரின் கரு அல்லது இனவுயிரியின் பண்பு வழித் தோன்றலின் வளர்ச்சியுற்ற உயிரியின பண்பாக அமைகிறது. இதனை இள உருவாக்கம் (paedomorphosis) எனலாம். இதற்கு ஏற்ற காட்டாக இனம் பெருக்கும் சாலமாண்டர்களைக் கூறலாம்.

ஏனைய கருத்துகளோடு ஒப்புமை செய்யவும் தெளிவு அடையவும் கீழ்ககண்ட விளக்கம் பயன்படும்:

1. அண்மைத் தோற்றம் (caenogenesis) என்பதும் ஒரு வகையான அண்மை உருவாக்கமே (caenomorphosis). இதில் கருவளர்ச்சியில் காணப்படும் வளர்படி நிலைகளுக்கு மாற்றுப் படிநிலைகளோ அல்லது கூடுதலான படிநிலைகளோ இணைக்கப்படுதல் என்பதாம். மாற்றுப் படிநிலைகளைப் புகுத்தும்போது பழைய படிநிலை முற்றும் நீக்கபபடுவதல்லை என்பதையும் கருத்தில கொள்ளுதல் வேண்டும். 2. இள இனப் பெருக்கம் (paedogenesis) என்பதும் ஒருவகையான இள உருவாக்கமே (paedomorphosis). இச் செயலில் இனப்பெருக்கம உறுப்புகளின் வளர்படி நிலைகள் துரிதப்படுத்துகின்றன. மற்றும இனப் பெருக்க மண்டலம் முடிபு நிலையடைந்தவுடன் ஏனைய மணடலங்களின் வளர்ச்சி நீடிக்கப்படாமல் குறை வளர்ச்சியுடையனவாக அமைகின்றன. 3. இள உருவாக்கத்தின் (paedomorphosis) மற்றுமொரு வகையே இளநீட்சி (Neoteny) ஆகும். இதில் உடல் சார்ந்த (somatic) வளர்ச்சி தாமதப்படுத்தப்

படுகிறது. இனப் பெருக்க வளர்ச்சி துரிதப்படுத்தப்படாமல் ஏனைய மண்டலங்களின் முடிபு நிலைகளும் தோன்றுவதில்லை. இச் செயல்களால் இனவுயிரியின் காலம் நீள்வதோடு ஒருசில சமயங் களில் லார்வாக்களிலேயே முதிர்ந்த உயிரின் பண்புகளும் அமையும்.

ஒவ்வோர் உறுப்பின் வளர்ச்சியிலும் அண்மை உருவாக்கம் (caenomorphosis) தெளிவாகத் தெரிகிறது. கருச்சவ்விகளுடைய கண், சிறுநீரகம், நுரையீரல், கல்லீரல், சிறுநீர்ப்பை என்ற ஒவ்வோர் உறுப்பும் கருவளர்ச்சியின்போது பல தேவையற்ற படி நிலைகளைக் கடந்து அமைவதாக உள்ளன. இப் படிநிலைகள் தொன்மையான முன்னோர்களின் முதிர்ச்சியுற்ற உயிரிக்கும் தேவை யற்றதாக இருந்திருக்கலாம். இப் படிநிலைகள் முன்னோர்களில் செயல்பட்ட படிநிலைகளையே நமக்கு நினைவுறுத்துகின்றன. அண்மை உருவாக்கம் பெரும்பாலும் மறைவாகச் செயல்படும் ஒரு நிகழ்ச்சியாம். அதாவது உருவாக்கப்படும் மாற்றங்கள் கருவில் மட்டும் அமையுமே ஒழிய வளர்ச்சியுற்ற உயிரியில் புலனாகாத ஒன்றும். இவ்வாறு புறத்தே புலனாகாத பரிணாமத்தினை மறைவுப் பரிணாமம் (clandestine evolution) எனலாம். இவ்வாறான மறைவுப் பரிணாமத்தினால் நிகழும்விளைவுகள் மிகுதியாகத் திடீரெனப் புறத்தே தோன்றி வளர்ச்சியுற்ற உயிரியின் பண்பில் பெருத்த மாற்றத்தினை உருவாக்கக் கூடும். இக் கருத்தினை நினைவில் கொள்வோமானால் அகழ்தெலிகளில் (fossils) காணப்படும் தொடர்பற்ற அமைப்பினை எளிதில் விளக்கலாம்.

முட்டையின் உருவும் பிளவிப்பெருகலும்
(Egg form and cleavage)

கருவளர்ச்சிக் காலம் நீட்சியுறுவதால் தேவையான உணவை யோக் (Yolk) என்ற அமைப்பில் முட்டைக்கும் (egg) கரு முட்டைக்கும் (zygote) அளிப்பதற்கு ஏற்ற தகவமைப்புகள் உள்ளன. இத் தகவமைப்புகளில் நான்கு தெளிவான போக்குகள் காணப்படுகின்றன. அவையாவன: 1. முட்டையின் உருவம் பெரிதாக்கப்படல். 2. முட்டையின் அளவுக்கு ஏற்ப யோக்கின் அளவும் மிகுதியாதல். 3 சமச்சீரற்ற நிலை யோக் முட்டையில் அமைவதால் உருவாதல். 4. யோக் முட்டையில் மிகுவதால் பிளவிப் பெருகல் சமச்சீரற்றதாக மாறுதல்.

முட்டையின் அளவு (Size of the Egg)

முதுகுதண்டுடைய தொன்மை விலங்குகளிலிருந்து சிறப்புற்ற விலங்குகள் வரை முட்டையின் அளவு படிப்படியாக பெருக்க

முற்றே உள்ளது. அளவுப் பெருக்கம் மிகுதியான யோக்கினைச் சேமிப்பதாலும் மற்றும் உயிர்ப்புள்ள சைட்டோபிளாசத்தின் அளவு ஓரளவு மிகுவதாலும் நிகழ்கிறது. இப் பரிணாமப் போக்கு பாலூட்டிகளைத் தவிர்த்து ஏனைய முதுகெலும்பிகளில் காணப்படு கிறது. பாலூட்டிகளின் முட்டையின் அளவு முதல் முதுகுதண்டு டையவைகளின் முட்டையினைப் போன்று நுண்மையானது. பாலூட்டிகளில் செயல்திறன் உடைய குட்டிபோடும் நிலை உருவாகி யுள்ளமையாலும் இந்நிலை வளரும் கருவுக்குத் தேவையான உணவினைத் தாயின் சுழற்சி மண்டலத்தினின்று நல்குவதோடு கருவில் உருவாகும் கழிவினை நீக்கவும் பயன்படுகிறபடியாலும் கரு உணவுக்காக யோக்கினையோ அல்லது கருசூழ் படலங்களையோ (extra. embryonic membranes) சார்ந்து வாழவேண்டிய அவசிய மின்மையாலும், முட்டை நுண்மையானதாகக் காணப்படுகிறது.

யோக் அமையும் வீதம் (Proportion of Yolk)

பாலூட்டிகளைத் தவிர்த்து ஏனையவற்றில் உயிர்ப்புடைய சைட்டோபிளாசம் மிகமிக உயிர்ப்பற்ற (inert) யோக்கின் அளவும் மிகுதியாகும் பரிணாமப் போக்கு காணப்படுகின்றது. முதல் முதுகு தண்டுடையவைகளில் குறை யோக் முட்டைகள் (mciolecithal eggs) காணப்படுகின்றன. இம் முட்டைகளில் யோக்கின் அளவு சைட்டோபிளாசத்தின் அளவினைவிடக் குறைந்ததாகவோ அல்லது ஓரளவு சம நிலையினதாகவோ காணப்படுகின்றது. எல்லா இரு வாழ்விகளிலும் தொன்மையான மீன்களிலும் மத்திம யோக் முட்டைகள் (mesolecithal eggs) காணப்படுகின்றன. இவ்வகையில் யோக்கின் அளவு கூடுதலாகவே காணப்படுகிறது. சிறப்புற்ற மீன்கள், ஒரு சில இருவாழ்விகள் எல்லா ஊர்வன மற்றும் பறவை களில் மிகு யோக் முட்டைகள் (Polylecithal) காணப்படுகின்றன. இவ்வகை முட்டையில் யோக்கின் அளவு மிக மிகுதியாகக் காணப் படுகின்றன. பாலூட்டிகளில் தொன்மை நிலையாகிய யோக்கற்ற முட்கள் (alecithal eggs) காணப்படுகின்றன.

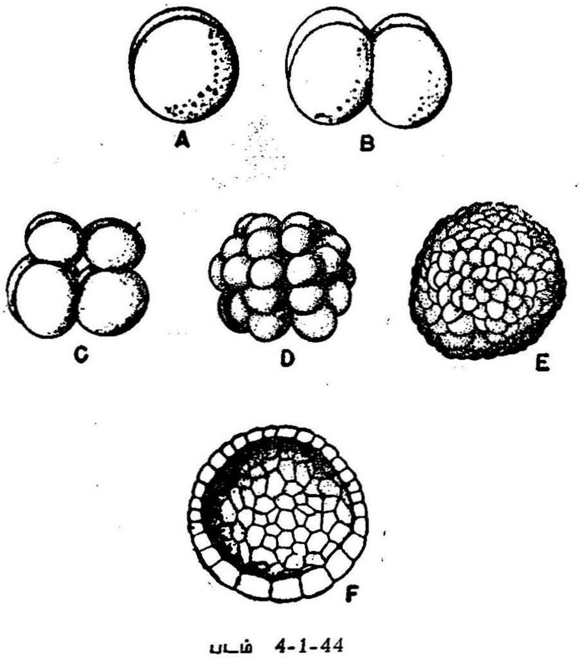
யோக்கின் பரவல் அமைப்பு (Yolk Distribution)

யோக், முட்டையில் பலவகைகளில் விரவிக் காணப்படுகிறது. முதல் முதுகுதண்டுடையவைகளில் யோக் சீராக முட்டை முழு வதும் பரவியுள்ளது இதனை சம யோக் முட்டைகள் (isolecithal eggs) எனலாம். ஆனால் மிகுதியான யோக்கினையுடைய முட்டை களில் யோக் ஒரு முனையில் சேர்ந்தமைகிறது. இதனை முனை யோக் முட்டைகள் (Telolecithal eggs) எனலாம். இவ் வகையான

முட்டைகள் ஏனைய முதுகெலும்பிகளிலும் குறிப்பாகப் பறவைகளிலும் தெளிவாகத் தெரிவதாகக் காணப்படுகிறது. முனை யோக்கு முட்டைகளில் விலங்கு முனை (animal pole) உணவு முனை (Vegetal pole) என்ற இரு முனைகளை நாம் பகுத்தறியலாம். விலங்கு முனையில் உயிர்ப்புடைய சைட்டோபிளாசமும் உணவுமுனையில் உயிர்ப்பற்ற யோக்கும் காணப்படுகின்றன.

பிளவிப் பெருகல் (Cleavage)

முதல் முதுகுதண்டுடையவைகளிலும் (Prochordates) பாலூட்டிகளிலும், கருவுற்ற முட்டை முழுமையாகப் பிளவுற்றுச் சம அளவுடைய செல்களை உருவாக்குகின்றன. இவ்வகையான பிளவினை முழுமைப் பிளவிப் பெருகல் (boloblastic cleavage)



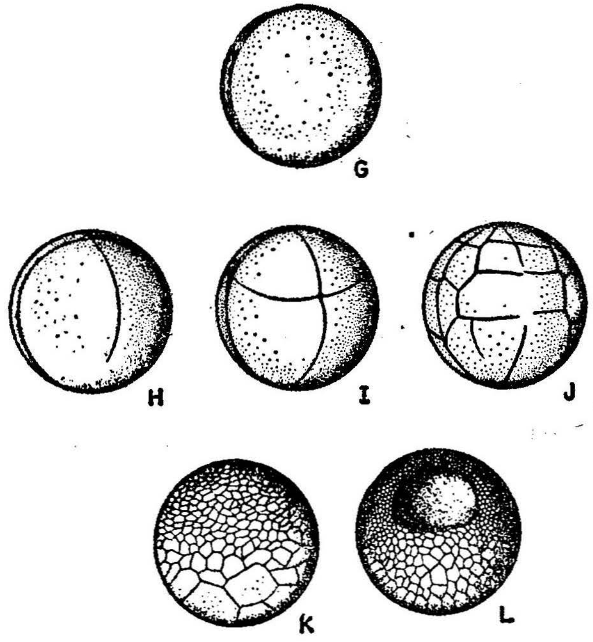
படம் 4-1-44

பிளவிப் பெருகல் முறைகள் I :

முழுமைச் சமப் பிளவிப் பெருகல். ஆம்ஃபியாக்சசில் நிகழக் கூடிய முழுமைச் சமப் பிளவிப் பெருகல் A முதல் F வரையிலான படங்கள் விளக்குகின்றன. F செங்குத்து வெட்டுத் தோற்றம்.

எனலாம். அல்லது முழுமைச் சமப் பிளவிப் பெருகல் (holoblastic equal cleavage) எனலாம்.

தொன்மையான மீன்களிலும், இருவாழ்விகளிலும் முதல் ஒரு சில பிளவுகள் மட்டுமே முழு முட்டையினையும் பிளப்பதாக உள்ளது. ஆனால் படுக்கைமட்டப் பிளவுகள் (horizontal cleavage) உயிர்ப்பற்ற யோக்கினால் விலங்குமுனை நோக்கியே நிகழ்கிறது. இவ்வாறான பிளவுகள் நிகழ்வதால் தோன்றும் செல்கள் உருவத்



படம் 4-2-45

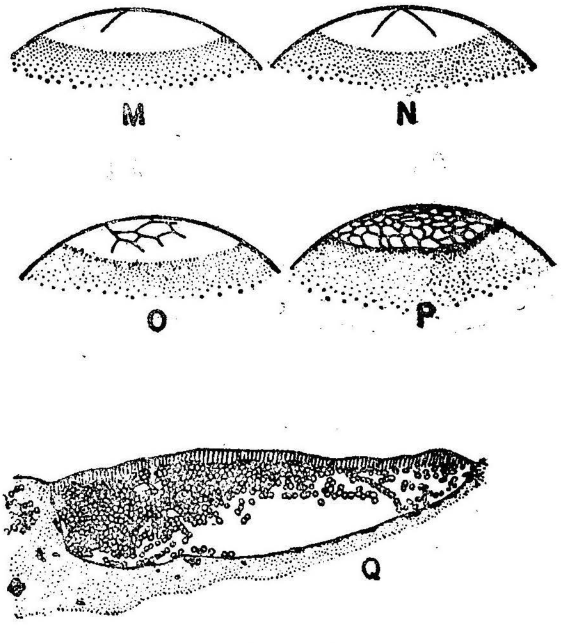
பிளவிப் பெருகல் முறைகள் **II**: முழுமைச் சமமற்ற பிளவிப் பெருகல். இரு வாழ்விகளின் முட்டையில் நிகழக் கூடிய முழுமையற்ற பிளவிப் பெருகலை **G** முதல் **L** வரையிலான படங்கள் விளக்குகின்றன. **L** செங்குத்து வெட்டுத் தோற்றம்.

தால் வேறுபாடுடையனவாக உள்ளன. விலங்குமுனைச் செல்கள் சிறியனவாகவும் உணவு முனைச்செல்கள் பெரியனவாகவும் உள்ளன. இவ்வாறான பிளவிப் பெருகல் முழு முட்டையில் செயல்பட்டாலும் உருவத்தால் வேறுபட்ட செல்களை உருவாக்குவதனை முழுமைச் சமமற்ற பிளவிப் பெருகல் (holoblastic unequal cleavage) எனலாம்.

மிகுதியான யோக்கினையுடைய முட்டைகளை உருவாக்கும் ஊர்வன, பறவைகளில் கருவுற்ற முட்டையின் ஒரு பகுதி, விலங்கு முனை மட்டுமே பிளவிப் பெருகலில் ஈடுபடுகின்றது. இப் பகுதி மட்டும் ஈடுபடுவதால் கருத்தட்டு (embryonic disc) என்பது உருவாகிறது. இவ்வாறான பிளவினைப் பகுதிப் பிளவிப் பெருகல் (meroblastic cleavage) எனலாம்.

முதுகெலும்பிகளின் வளர்ச்சிமுறை
(Vertebrate Developmental Pattern)

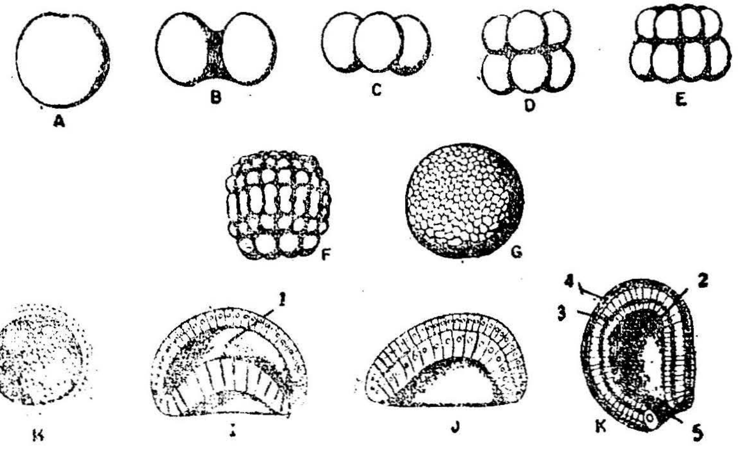
கருவுற்ற முட்டை தொடர்ந்து பல பிளவுகளை அடையும் போது பல செல்கள் உருவாகின்றன. இச் செல்கள் நடுவில் குழியுடைய கோள அமைப்பினை யுடையனவாகின்றன. இக் கோளம் கருக் கோளம் (blastula) எனவும், நடுவிலுள்ள குழி கருக் கோளக் குழி (blasto coel) எனவும் அழைக்கப்படும்.



படம் 4-3-46

பிளவிப் பெருகல் முறைகள் III: பகுதி பிளவிப் பெருகல்.
ஊர்வனவற்றிலும் பறவைகளிலும் நிகழக் கூடிய பகுதி பிளவிப் பெருகலை M முதல் Q வரையிலான படங்கள் விளக்குகின்றன. Q—செங்குத்து வெட்டுத் தோற்றம்.

குறை யோக் முட்டைகள் மற்றும் மத்திம யோக் முட்டைகள் என்பனவற்றினின்றும் உருவாகும் கருக் கோளங்களில் ஒரு முனையில் உட்பிதுக்கம் (invagination) அடைவதால் இரு அடுக்குக் கருக் கோளங்கள் (gastrula) உருவாகின்றன. இவ்வுட் பிதுக்கம் கருக் கோளக் குழியினை (blastocoel) அடைத்து மறைவுறச் செய்கின்றது. இவ்வுட் பிதுக்கத்தின் உட்குழிவு, மூலக்குடல் (archenteron) எனப் படும். இதன் புறப்புழை கருக் கோளப் புழை (blastopore) என்ற பொருத்தமற்ற பெயரினதாம். கருக்கோளப் புழை அமையும் முனை



படம் 4-4-47

ஆம்ஃபியாக்சசில் கருக்கோளம், இரு அடுக்கு கருக்கோளம், ஆகியவைகளின் உருவாக்கத்தினை படம் விளக்குகிறது. படங்கள் **B** முதல் **G** வரை—கருப்பையி னின்றும் பிளவிப் பெருகல் வழி கருக்கோளம் உருவாவதை - பக்கத் தோற்றத்தில் விளக்குகின்றன. **H**—கருக்கோளத்தின் செங்குத்து வெட்டுத் தோற்றம் **I** முதல் **K** வரை இரு அடுக்கு கருக்கோளம் உருப் பெறுவதைச் செங்குத்து வெட்டுத் தோற் றத்தில் விளக்குகிறது.

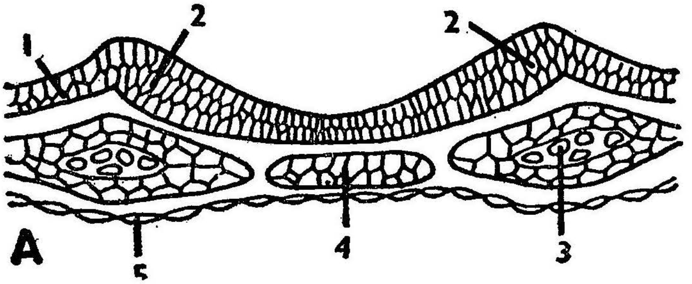
1. கருக்கோளக் குழி; 2. மூலக் குடல்; 3. அக அடுக்கு; 4. புற அடுக்கு; 5. கருக்கோளப் புழை.

கருவின் பின்முனையினைக் குறிப்பதாம். மிகு யோக் முட்டைகளில் இரு அடுக்குக் கருக் கோளாக்கச் செயல்கள் பெருமளவில் உருக் குலைவு அடைந்துள்ளன. ஆனால் அடிப்படையில் முன்பு விளக்கப் பட்டதனை ஒத்ததே. பாலூட்டிகளின் முட்டைகள் முற்றும் யோக் அற்றதாயினும் மிகுயோக் முட்டையினையுடைய மூதாதையர் களிடமிருந்து பாலூட்டிகள் தோன்றியமையால் அவைகளிலும்

இரு அடுக்கு கருக் கோளாக்க முறை முன்பு விளக்கப்பட்டதை ஒத்ததே.

முதனிலை உறுப்புகளின் உருவாக்கம் (Formation of Primary organs)

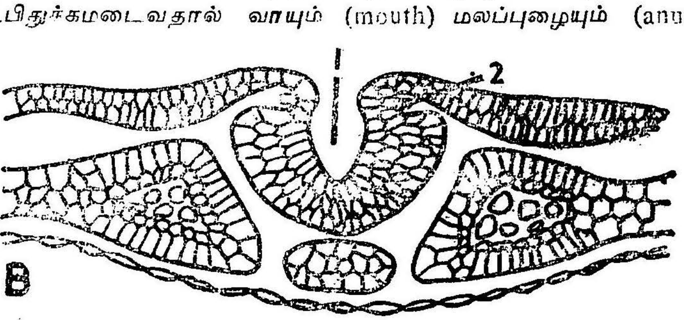
கருவளர்ச்சியில் தோன்றும் முதல் உறுப்புகளாவன, உணவுக் குழாய் (alimentary tract) நியூரல் குழாய் (Neural tube) மற்றும் முதுகுதண்டு (notochord) என்பனவாம். மூலக்குடலின் பரப்பே உணவுப்பாதையாக மாற்றமடைகிறது. கருவளர்ச்சியின் துவக்க



படம் 4-5-48

படங்கள் 4-6 முதல் 4-8 வரை நியூரல் குழாய் உருவாவதை விளக்குகின்றன. A—முதல் நிலை—1. புற அடுக்கு; 2. நியூரல் தட்டு; 3. நடு அடுக்கு; 4. முதுகு தண்டு; 5. அக அடுக்கு.

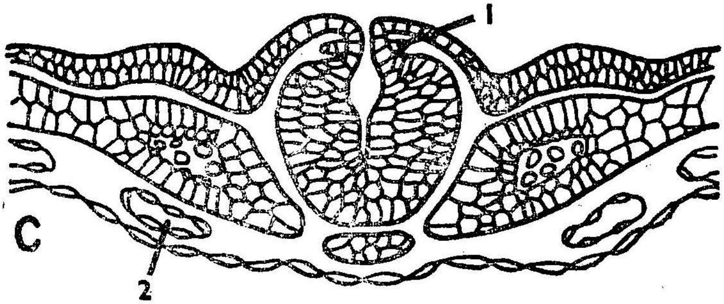
நிலையிலேயே கருக் கோளப்புழை (blastopore) மூடிவிடுகிறது. கருவின் பின்வளர்ச்சிக் காலத்திலே புறஅடுக்கு முன் பின்முனைகளில் உட்பிதுக்கமடைவதால் வாயும் (mouth) மலப்புழையும் (anus)



படம் 4-6-49

B-நியூரல் குழாய் உருவாகும் இரண்டாம் நிலை.
1. நியூரல் பள்ளம்; 2. நியூரல் முகட்டுச் செல்கள்

முறையே உருவாகின்றன. இரு அடுக்குக் கருக்கோளத்தின் வெளியே சூழ்ந்தமைந்துள்ள அடுக்கே புற அடுக்காம் (ectoderm). புற அடுக்கினைப் பரப்படுக்காகக் கொண்டுள்ள வாய் உட்பிதுக்கம் ஸ்டோமேடியம் (Stomodaeum) எனவும் மலப்புழை உட்பிதுக்கம் பிராக்டோடியம் (Proctodaeum) எனவும் அழைக்கப்பெறும். புற



படம் 4-7-50

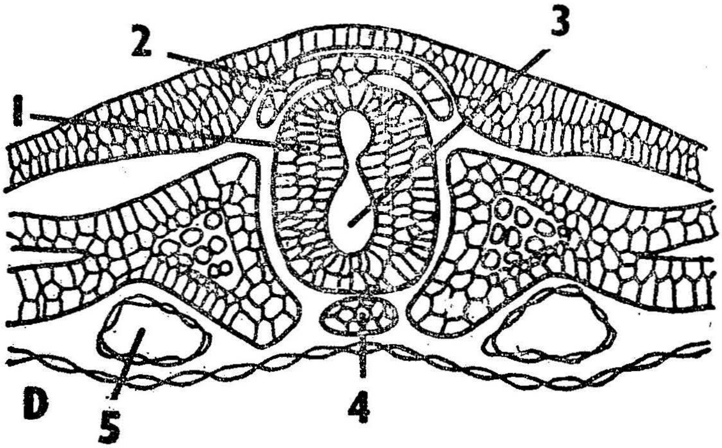
நியூரல் குழாய் உருவாக்கத்தின் மூன்றும் படி நிலையைப் படம் C விளக்குகிறது.

1. நியூரல் முகட்டுச் செல்கள்; 2. குருதிக் குழாய் (இணையான முதுகுப் பக்க தமனி).

அடுக்கு வாய்க்குழியில் அமைந்துள்ளமையாலேயே புற அடுக்கு தோன்று உறுப்புகளாகிய பற்கள், அண்ண வரைகள் (Palatine regal), ருசி முகிழ்ப்புகள் வாயில் உருவாகின்றன. அக அடுக்கு (endoderm) மேற் கூறப்பட்ட புற அடுக்குத் தோன்று உறுப்புகளை உருவாக்கும் தன்மையற்றது. இரு அடுக்குக் கருக்கோளம் அல்லது கருத்தட்டின் மேற்பரப்பில் அமைந்துள்ள புற அடுக்கில் இரண்டு நீள் போக்குத் தடிப்பத்தால் உருவாகும் வரைகளினால் நியூரல் குழாய் தோன்றத் துவங்குகிறது. இவ் வரைகள் (ridges) ஒன்றிலிருந்து மற்றது விலகி அமைவதால் நடுவில் நியூரல் தட்டு (Neural plate) என்பதும் உருவாவதுண்டு. இவ்வரைகள் ஒன்றை நோக்கி மற்றது நகர்ந்து மத்தியில் இணைந்து நியூரல் குழாய் உருவாகிறது. வரைகளை நியூரல் மடிப்புகள் (neural folds) என்றும் கூறுவர். நியூரல் குழாயின் மத்தியிலுள்ள குழி உயிரியின் வாழ்வு முழுவதும் காணப்படுகிறது. இக் குழியினை நியூரல் குழி (Neurocoel) என்பர். இவ்வாறு உருவான நியூரல் குழாயின் முன்முனை பெருக்கமுற்றுச் மூளையாகவும் எஞ்சிய பகுதி தண்டுவடமாகவும் மாற்றமுற்றுச் செயல்படுகின்றது. நியூரல் குழாய் மூடுற்றபின் சில காலத்திற் கொத்தான செல்கள் புற அடுக்கிற்கும் நியூரல் குழாயின் உச்சிப்

பகுதிக்கு அண்மையிலும் காணப்படும் இச் செல்களை நியூரல் முகட்டுச் செல்கள் (Neural crest cells) என்பர்.

முதுகு தண்டுடையவைகளில் முதுகுதண்டு பல வழிகளில் உருவாகிறது. முதல் முதுகு தண்டுடையவைகளில் (prochordates) தொன்மைக் குடல்குழாயின் முதுகுபக்கப் புறப் பிதுக்கத்தினுல்



படம் 4-8-51

நியூரல் குழாய் உருவாக்கத்தின் நான்காம் படி நிலையை படம் D விளக்குகிறது.

1. நியூரல் குழாய்; 2. நியூரல் முகட்டுச் செல்கள்; 3. நியூரல் குழாயின் மத்தியக் குழாய்; 4. முதுகுத் தண்டு; 5. குருதிக் குழாய் (இணையான முதுகு பக்க தமனி)

முதுகுதண்டு உருவாகிறது. ஏனைய முதுகெலும்பிகளில் (vertebrates) முதுகுதண்டு நடு அடுக்கினின்றும் (mesoderm) தோன்றுகிறது பெரும்பாலான முதுகெலும்பிகளில் முதுகுதண்டு தோன்றும் முறை அக அடுக்கு (endoderm) புற அடுக்குகளுக்கு (ectoderm) இடையே முன்னேக்கி நீளுவதாலும் மற்றும் தனித்த தன்மையுடையதாக அமைதலாலும் உருவாகும் அதன் தனிப் பண்புகள் முதுகுதண்டினை, புற அடுக்கு நடு அடுக்கு அக அடுக்கு போன்று அதுவும் ஒரு மூல அடுக்கு (gerue layer) என்று ஒரு சிலர் கருத இடம் தருகிறது எனலாம்.

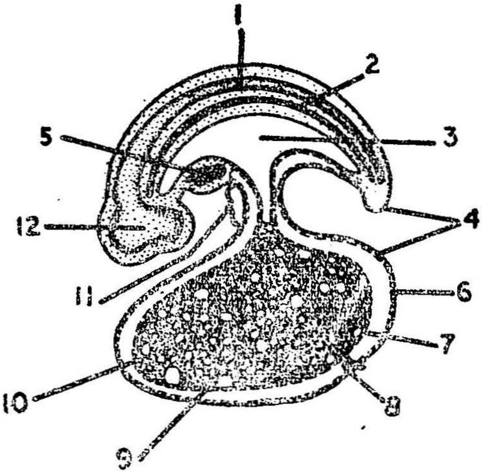
புறஅடுக்கு (ectoderm) அக அடுக்கு (endoderm) அல்லது இவ்விரு அடுக்குகளினின்றும் செல்கள் தனித்து ஓர் அடுக்காக அமைகின்றது. இவ்வடுக்கே நடு அடுக்கு என்பதாம். இவ்வடுக்கு

முதுகுதண்டு நியூரல் குழாயின் இருமருங்கிலும் கருவின் முன் முனையினின்றும் தோன்றத் துவங்குகிறது. இவ்வடுக்கின் செல்கள் புற அக அடுக்குச் செல்கள்போன்று தனித்த திசு அடுக்காக அமைவதில்லை. இச் செல்கள் பெரும்பாலும் இடம் பெயரும் தன்மையனவாகக் கூட்டம் கூட்டமாகக் காணப்படும். இச்செல்களை இடைநுழை செல்கள் (mesenchyme) எனலாம். இச்செல்கள் புரதப் பொருளாலான கோழைத் திண்ம (gelly) நிலையில் காணப்படும் அடிப் பொருளில் (matrix) புதையுண்டு காணப்படுவன. பெரும்பான்மையான இச்செல்கள் சுரக்கும் தன்மையனவாகவும் மற்றும் சில சிறப்புறுவனவாகவும் அமையும். முடிவுநிலையிலே இச் செல்கள் வேறுபாடு அடையும்போது இச் செல்களின் சுரக்கும் பணியினை அடிப்படையாகக் கொண்டே அவை பெயரிடப்படுகின்றன அல்லது அவை உட்பகுப்படையும் (subdivided) செல்களால் உருப்பெறும் செல்களின் தன்மைப் பெயரால் அழைக்கப்படும். நாரிழை இளஞ் செல்கள் (fibroblasts) இணைப்புத் திசுவில் நாரிழைகளை (fibres) உருவாக்குவனவாகவும் தசை இளஞ்செல்கள் (myoblasts) சுருக்கமுறும் தசை நாரிழைகளை உருவாக்குவனவாகவும் குருத்தெலும்பு (chondroblasts) இளஞ்செல்கள் குருத்தெலும்பின் அடிப்பொருளினை (matrix) உருவாக்குவனவாகவும் எலும்பு இளஞ்செல்கள் (osteobasts) எலும்பினை உருவாக்குவனவாகவும் அமைகின்றன.

யோக் பை (Yolk sac)

உணவுக்குழாய் (gut) குறை யோக் உடைய முட்டைகளிலும் மத்திய யோக் உடைய முட்டைகளிலும் யோக்கினைச் சூழ்ந்தமைகிறது. வளர்ச்சியின்போது யோக் பயன்படுத்தப்பட்டவுடன் உணவுக் குழாய் இயல்பான நிலைக்குச் சுருங்குகிறது. முனையோக் (telolecithal) உடைய முட்டைகளில் உணவுக்குழாய் யோக்கினைச் சூழ்ந்தமைய முடியாது. இந்நிலையில் யோக்கிற்கும் உணவுக் குழாய்க்கும் இடையே குறுகிய பகுதி காணப்படுகிறது. இதன் வழியே யோக்கினைக் கருவிற்குக் கொண்டு செல்லும் குருதிக் குழாய்கள் அமைந்துள்ளன. இக் குறுகிய பகுதியினை யோக் காம்பு (yolk stalk) என்பர். யோக்கினைச் சூழ்ந்தமைந்துள்ள படலம் கரு சூழ்படலம் (extra embryonic membrane) எனப்படும். இதனையே யோக்பை (Yolk sac) என்றும் அழைப்பர். தொன்மை முதுகெலும்பிகளில் யோக் பை மூன்று படலங்களால் ஆனது. புற அடுக்கு நடு அடுக்கு அக அடுக்கு என்பனவற்றால் ஆனது. புற அடுக்கு நடு அடுக்கின் ஒருபகுதியுடன் இணைந்து சோமாட்டோ பிளுயூர் (Somato pleure) என்றும் அகஅடுக்கு நடு அடுக்கின் ஏனைய ஒரு பகுதியுடன்

இணைந்து ஸ்பிளாங்க்னோபிளூயூர் (Splanchnopleure) என்றும் அழைக்கப்படும். இவ்விரண்டிற்கும் இடையே அமையும் வெளியே உடற்குழி (coelom) எனப்படும். ஊர்வன, பறவைகள், பாலூட்டிகளில் யோக் பை இரண்டு அடுக்குகளால் உருப்பெறுகிறது என்பர். அக அடுக்கும் நடு அடுக்கும் மட்டுமே பங்கு கொள்ளுகின்றன. இவ்விரண்டும் இணைந்து ஸ்பிளாங்க்னோபிளூயூர் (Splanchnopleure) என்பதை உருவாக்குகின்றன. இவ் விலங்குகளில் புற அடுக்கு மற்றுமொரு கருசூழ் படலத்தின் பகுதியாக மாற்றமடைகிறது.



படம் 4-9-52

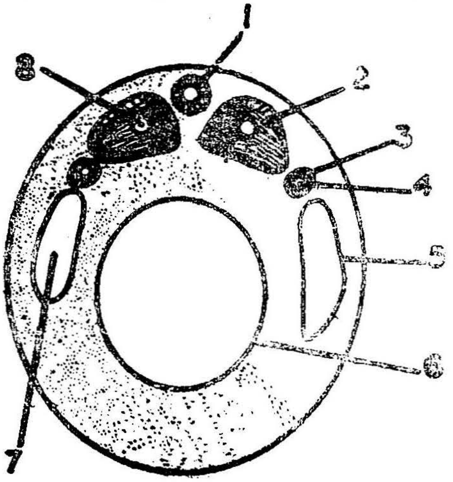
கருச் சவ்வற்றவைகளின் முனை அம்பிலி முட்டைகளில் உருவாகக்கூடிய யோக் பை. படம் முனை அம்பிலி முட்டையில் (**telolecithal**) மூன்று அடுக்குகளால் அமையும் யோக் பையினை விளக்குகிறது.

1. நியூரல் குழாய்; 2 முதுகுதண்டு; 3. உணவுக் குழல்; 4. புற அடுக்கு; 5. இதயம்; 6. நடு அடுக்கு (சோமாட்டோபிளூயிரினைச் சார்ந்தது); 7. நடு அடுக்கு (ஸ்பிளாங்க்னோபிளூயிரினைச் சார்ந்தது); 8. யோக் பை; 9. அக அடுக்கு; 10. யோக் பை காம்பு; 11. மூனை.

முனை யோக் உடைய முட்டைகளை இடும் முதுகெலும்பிகளில் யோக்பை காணப்படுகிறது. ஆனால் பாலூட்டிகளில் யோக் பை எச்ச உறுப்பாக (Vestigeal) காணப்படுகிறது. மத்திம யோக்கினை உடைய முட்டைகளை இடும் முதுகெலும்பிகளில் யோக் பை வளரா உறுப்பாக (rudimentary) அமைந்துள்ளது எனக் கருதலாம்.

புற அடுக்கினின்றும் தோன்றுறுப்புகள்(Ectoderm derivative)

புற அடுக்கின் பெரும் பகுதி நியூரல் தட்டு (neural plate) மற்றும் நியூரல் மடிப்புகளை (neural folds) உருவாக்கு வதில் பங்கு கொள்கிறது. இதனை நியூரல் புற அடுக்கு (neural ectoderm) என்பர். கரு மூளையினின்று தோன்றுவதே விழித் திரையும் (retina) ஹைப்போ பைசிசின் (hypophysis) பின்கதுப் புமாம். இவையும் நியூரல் புற அடுக்கினின்று தோன்றியவை என்பது தெளிவு. நியூரல் புற அடுக்கினின்று தோன்றுவது தண்டுவடம் என்பது மிகவும் தெளிவானது. புற அடுக்கிற்கும் தண்டுவடத்திற்கும் இடையே காணப்படும் நியூரல் முகட்டுச் செல்கள் வியப்பிற்குரிய பல வகையான உறுப்புகளைத் தோற்று விப்பதாம். நியூரல் முகட்டுச் செல்களினின்று தோன்றுவதே பரிவு நரம்பு மண்டலத் தொடரின் நரம்பு செல் திரள்களும், தண்டுவட நரம்புகளுமாம். மற்றும் பக்க நரம்பு மண்டல நரம்பு களின் நரம்பிழை உறைகளும் வண்ணச் செல்களும் (chromato-



A

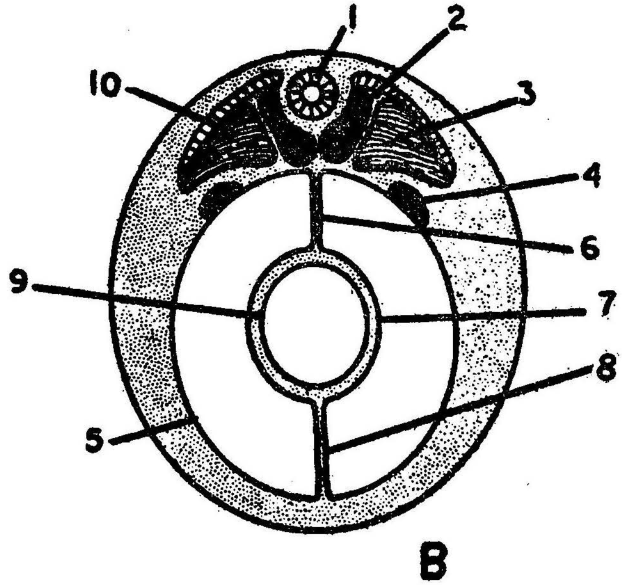
படம் 4-10-53

படங்கள் 4-10 முதல் 4-13 வரை முதுகெலும்பிகளில் நடு அடுக்கின் வளர்ச்சியினை விளக்குகின்றன. A—துவக்க நிலை. இந் நிலையில் நடு அடுக்கு மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிவதைப் படம் விளக்குகிறது.

1. நியூரல் குழாய்; 2. மேற்பகுதி நடு அடுக்கு; 3. நடுப் பகுதி நடு அடுக்கு; 4. சிறு நீரகக் குழி; 5. கீழ்ப் பகுதி நடு அடுக்கு; 6. உணவுக் குழல்; 7. ஸ்பிளாங்க்னோ கூடற்குழி; 8. தசைத் திசுக்குழி (myocoele).

phores) அட்ரினல் சுரப்பிகளின் அகணியும் (medulla of adrenal) தொண்டைச் சட்டகமும், அதனின்று தோன்றும் நடுச்செவிச் சிற்றெலும்புகளும், குரல் வளையும் (larynx) நியூரல் முகட்டு செல்களினின்று தோன்றுகின்றன என்றால் வியப்பிற்குரியதுதானே.

புற அடுக்கின் ஏனைய பகுதியினின்று மேல்தோலும் (epidermis) மேல்தோல் உறுப்புகளும் உருவாகின்றன. வாய்க் குழி மற்றும் நாசிக்குழிகளின் பரப்படுக்கும் தோல்சுரப்பிகளும்



படம் 4-11-54

நடு அடுக்கின் வளர்ச்சியில் (**B**) பின் நிலை: இந் நிலையில் கீழ்ப் பகுதி நடு அடுக்கு விரிவுற்று, ஸ்பிளாங்க்னோ உடற்குழி உருவாக்கத்திலும் ஸ்பிளாங்க்னோ படல உருவாக்கத்திலும் பங்குகொள்வதையும்,மேற்பகுதி நடுஅடுக்கு தோல்துண்டு (**dermatome**) எலும்புத் துண்டு (**sclerotome**) தசைத் துண்டு (**myotome**) எனப் பிரிவுறுவதையும் காணலாம்.

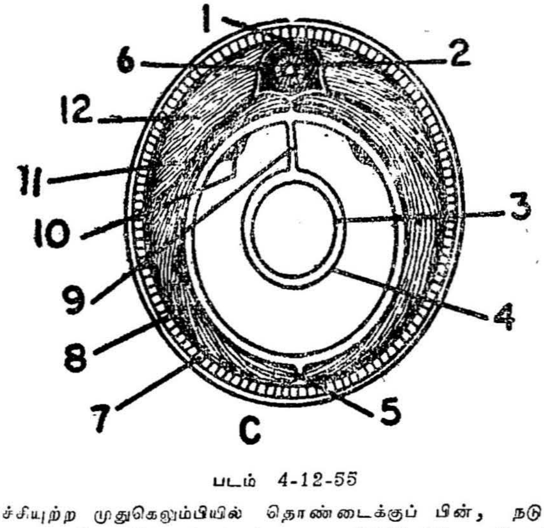
1. நியூரல் குழாய்; 2. எலும்புத் துண்டு; 3. தசைத் துண்டு; 4. நடுப் பகுதி நடு அடுக்கு; 5. பரைட்டை ஸ்பிளாங்க்னோ அடுக்கு; 6: முதுகுபக்க மிசென்ட்டரி; 7. சிரோசா; 8. வயிற்றுப் பக்க மிசென்ட்டரி; 9. உணவுக்குழல். 10. தோல் தசைத் துண்டம்.

பொதுக்கழிவறையின் பகுதியும் அதனின்று தோன்றும் உறுப்புகளும் விழியின் லென்சும் பற்களின் எனமலும் பிட்யூட்டரி

சுரப்பியின் முன் கதுப்பும் நியூரல் பகுதியற்ற புற அடுக்கினின்று தோன்றுவனவாம்.

அக அடுக்கினின்று தோன்றுமுறுப்புகள் (Endoderm derivatives)

அகக்குழிகள் பலவற்றின் உட்பரப்படுக்காக அமைவது அக அடுக்கு வாய் மற்றும் பொதுக்கழிவறை தவிர்த்த ஏனைய உணவுப் பாதையின் முழு உட்பரப்பினையும் நுரையீரல் சிறுநீர்ப்பை செவுள் அறைகள், கல்லீரல், நடுச்செவிக்குழி, யூஸ்டேசியன் குழாய், யோக்



படம் 4-12-55

வளர்ச்சியுற்ற முதுகெலும்பியில் தொண்டைக்குப் பின், நடு அடுக்கின் தோற்றத்தை C நிலை விளக்குகிறது. இந்நிலையில் தோல், தோல் துண்டினின்றும் அச்சு மேல்தசைகள், அச்சு கீழ்த் தசைகள், தசைத் துண்டினின்றும் முள்ளெலும்புகள், எலும்புத் துண்டினின்றும் உருப் பெற்றுள்ளன.

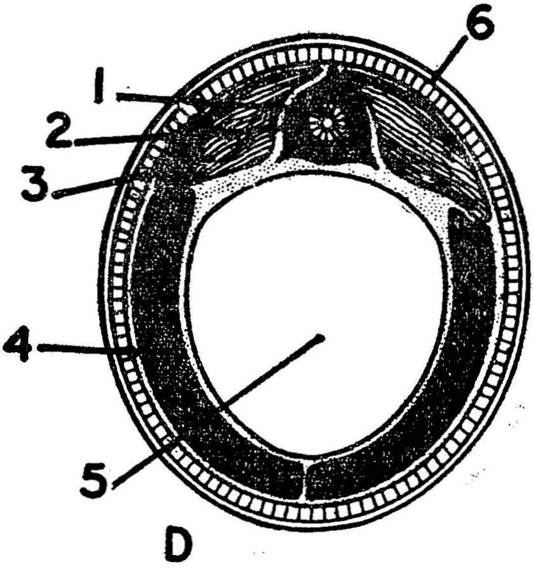
1. முதுகுப் பக்க சட்டகத் தடுப்பு; 2. நியூரல் குழாய்; 3. உணவுக் குழல்; 4. சிரோசா; 5. வயிற்றுப் பக்கச் சட்டகத் தடுப்பு; 6. முள்ளெலும்பு; 7. அடித் தோல்; 8. அச்சுக் கீழ்த் தசை; 9. முதுகுபக்க மிசென்ட்டரி; 10. நடுப்பகுதி நடு அடுக்கு; 11. படுக்கை மட்டச் சட்டகத் தடுப்பு; 12. அச்சு மேல் தசைகள்.

பை, நேர்க்குடல் பிதுக்கப்பை (allantois) என்ற பலவற்றின் உட்பரப்பாக அமைவது அக அடுக்கு. இவையன்றி தைராய்டு கணையம் உணவு மண்டலத்தின் ஏனைய சுரப்பிகளின் சுரப்பிச் செல்களனைத்தும் அக அடுக்கினின்றும் தோன்றுவனவாம். இவ்

வுறுப்புகளின் தாங்கு செல்கள் நடு அடுக்கினின்றும் தோன்றியனவாம்.

நடு அடுக்கினின்று தோன்றுறுப்புகள் (Mesoderm derivatives)

நடு அடுக்கு நியூரல் குழாய் முதுகுதண்டு என்ற இரண்டின் பக்கங்களிலும் செல்கள் கூட்டங்களாகப் பகுப்பமைப்பில் காணப்படுகின்றன. இச் செல் கூட்டங்கள் அக அடுக்கு புற அடுக்குகளுக்



படம் 4-13-56

வளர்ச்சியுற்ற முதுகெலும்பியின் தொண்டைப் பகுதியில் நடு அடுக்கின் அமைப்பினைப் படம் D விளக்குகிறது. இதில் உடற் குழியும் அச்சு கீழ்த் தசையும் இல்லாமை காணுதற்குரியது. செவுள் பகுதி (branchiomeric) தசைகள் ஸ்பிளாங்க்னே அடுக்கினைக் குறிக்கின்றன.

1. நியூரல் குழாய்; 2. முள்ளெலும்பு; 3. அச்சு மேல் தசைகள்; 4. செவுள் பகுதித் தசைகள்; 5. தொண்டை; 6. தசைத் தோல் துண்டம்.

கிடையே பக்கங்களில் வளர்ச்சியுற்று ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் பல பகுதிகளாகப் பிரிகின்றன. இப் பகுதிகள் முறையே முதுகு பக்கத்தினின்றும், மேற்பகுதி நடு அடுக்கு (epimeric mesoderm), நடுப்பகுதி நடு அடுக்கு (mesomeric mesoderm), கீழ்ப்பகுதி நடு அடுக்கு (hypomeric mesoderm) எனப்படும். மேற்பகுதி நடு அடுக்கு பகுப்புகளுடையதாகவும் தன்னகத்தே பெரும்பாலும் நிலையான

குழியற்றதாகவும் காணப்படும். நடுப்பகுதி நடு அடுக்கில் சிறிய குழி காணப்படும். இதனைச் சிறுநீரகக் குழி (nephrocoel) எனலாம். கீழ்ப்பகுதி நடு அடுக்கு பகுப்பமைவு என்ற தன்மையே அற்று பெருத்த குழியுடன் ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் காணப்படுகின்றது. இக்குழியினை ஸ்பிளாங்க்னோ உடற்குழி (splanchnocoel) எனலாம்.

நடு அடுக்குக் கீழ்ப்பகுதியினின்று மூன்று பெரும் பகுதிகள் தோன்றுகின்றன. இவை செவுள் பகுதி (branchiomere) ஸ்பிளாங்க்னோ உடற்குழி (splanchnocoel) மற்றும் ஸ்பிளாங்க்னோ அடுக்கு (splanchnolemma) என்பனவாம். முதுகெலும்பிகளில் கீழ்ப்பகுதி நடு அடுக்கின் முழுநீளத்திற்கு ஸ்பிளாங்க்னோ உடற் குழி காணப்படுவதில்லை. உயிரிகளின் உடலின் முன் முனையில் தொண்டைப்பகுதியில் ஸ்பிளாங்க்னோ உடற்குழி காணப்படுவ தில்லை. முதல் முதுகுதண்டுடையவைகளின் (Prochordates) முன்னோர்களில் கீழ்ப்பகுதி நடு அடுக்கில் தொடர்ந்தாற் போன்று உடலின் நீளத்திற்கும் ஸ்பிளாங்க்னோ உடற்குழி அமைந்திருக்கக் கூடும். ஆனல் முதுகுதண்டுடையவைகளின் உடலில் உடற்குழியினை நீக்கு முகத்தான் அமைந்துள்ள மத்தியக்குழி (atrium) அமைந் துள்ளமையால் வாழும், வாழ்வழிந்த முதுகுதண்டுடையவைகள் அனைத்திலும் கீழ்ப்பகுதி நடு அடுக்குத் தொண்டைப் பகுதியில் மட்டும் குழியற்றுத் திண்மையானதாக இருந்திருக்கும் என்பதை வலியுறுத்துகிறது. முதுகெலும்பிகளில் திண்மையான கீழ்ப் பகுதி நடு அடுக்கு செவுள்ப் பகுதித் தசைகளைத் (branchiomeric muscles) தோற்றுவிக்கிறது. செவுள் புழைகள் (branchial slits) தசைகளை வரிசைக் கிரமமாக அமைக்கின்றன. இது உண்மையான உடற்பகுப்பன்று. ஏனெனில் உண்மையான உடற்பகுப்பில் மேற் பகுதி நடு அடுக்கும் (epimere) பங்குபெறுவதாக அமையும். இப் பகுதியில் காணப்படுவது செவுள் பகுப்பமைப்பு (branchiomer-sim)எனலாம். செவுள் பகுதி நடு அடுக்கினின்றும் வரித்தசைகளே உருவாகின்றன. இதனைச் சட்டகத் தசைகள் (skeletal muscles) என்றும்அழைக்கலாம். இச் செவுள் பகுதி தசைகள் (branchiomeric muscles) தொன்மை நிலையில் செவுளினை இயக்குவனவாகச் செயல் பட்டன. நாற்கால் விலங்குகளில், வேறு சில பணிகளையும், இத்தசைகள் மேற் கொண்டன.

தொன்மை நிலையில் ஸ்பிளாங்க்னோ உடற்குழி, பக்கத்திற் கொன்றாகக் காணப்பட்டது. இவையிரண்டினையும் முதுகுபக்க வயிற்றுப்பக்க மிசென்ட்டரிகள் (dorsal and ventral mesenteries) தனிக்கச் செய்தன. வாழும் எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும் வயிற்றுப்பக்க மிசென்ட்டரி மறைவதாலோ, அல்லது முழுமையான

தாக அமையாததாலோ வலதுப்பக்க இடதுபக்க ஸ்பிளாங்க்னோ உடற்குழிகள் ஒன்றுடன் இணைகின்றன. உடற்குழி என்பது ஸ்பிளாங்க்னோ உடற்குழியைத்தான் குறிப்பதாகும்.

அடிப்படையாக இரண்டு பிரிவுகளை உடையது. ஸ்பிளாங்க்னோ அடுக்கு. அவை (splanchnolemma) உடற் சுவரோடு ஒட்டியமைந்த பரைட்டல் அடுக்கு (parietal layer) என்பதும் உடற் சுவரோடு தொடர்பற்ற உள்ளுறுப்பு அடுக்கு (Visceral layer) என்பதுமாம். உள்ளுறுப்பு அடுக்கினின்றும் மூன்று பகுதிகள் தோன்றுகின்றன. அவை, (1) இதயத் தசை உள்ளுறுப்புகளின் வரியற்ற தசை, (2) சீரேசா என அழைக்கப்படும் உடற் குழியிலுள்ள உறுப்புகளின் புறப்பரப்பிலுள்ள பரப்படுக்கு, (3) முதுகுபக்க வயிற்றுப்பக்க மிசென்ட்டரிகள் இதயம், நுரையீரல்கள், கல்லீரல், இரைப்பை மற்றும் உள்ள உள்ளுறுப்புகளைச் சூழ்ந்துள்ள சீரோசவினைத் தனித்து அறிவது கடினமாம். ஏனெனில் அவ்வுறுப்புகளோடு இவ்வடுக்கு மிகவும் நெருக்கமான தொடர்புடையது. மிசென்ட்டரிகள் இரண்டு சுவர்களால் ஆனவை. ஏனெனில் அவை வலது இடது உடற் குழிகளின் சுவர்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று ஒன்றுவதால் உருவானவை.

கருச்சவ்விகளைத் தவிர்த்து மீன்களிலும் இரு வாழ்விகளிலும் நடுப்பகுதி நடு அடுக்கு (mesomere) பகுப்புற்றுள்ளது. தொன்மை நிலையில் ஸ்பிளாங்க்னோ உடற்குழியோடு தொடர்புடைய சிறு நீரகக் குழியுடன் (nephrocoel) வளர்ச்சியடைகிறது. நடுப்பகுதி நடு அடுக்கு கருச்சவ்விகளில் சிறு நீரகக்குழிக்கும் ஸ்பிளாங்க்னோ உடற்குழிக்கும் இடையே உள்ள தொடர்பு மறைகிறது. ஆனால் கருச்சவ்வற்றவைகளில் (anamniotes) ஓரளவு இவ்விரு குழிகளுக்கும் இடையே உள்ள தொடர்பு காணப்படுகிறது. நடுப்பகுதி நடு அடுக்கினின்றும் சிறுநீரகம் இனப்பெருக்க உறுப்புகள் மற்றும் இவ்விரு உறுப்புகளின் குழாய்கள் மட்டும்தான் தோன்றுகின்றன. நடுப்பகுதி நடு அடுக்கின் சிறு நீரகத் துண்டினின்று தான் (nephrotomal plate) சிறு நீரகம் தோன்றுகிறது.

எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும் நடு அடுக்கின் மேற்பகுதி பகுப்புடையதாகவே காணப்படுகிறது. ஒரு பகுப்பின் மேற்பகுதி நடு அடுக்குத் துண்டங்கள் (somite) என அழைக்கப்பெறும். ஒவ்வொரு பகுப்பின் துண்டமும் மூன்று பகுதிகளாக உட்பிரிவு அடைகின்றது. அவை தோல்துண்டு (dermatome) எலும்புத் துண்டு (Sclerotome) தசைத் துண்டு (myotome) என்பனவாம். பகுப்புகளின் தோல் துண்டுப் பரப்படுக்கிற்கு (epidermis) அமையும் செல்களைத் தோற்று

விக்கின்றன. இச் செல்கள் பகுப்புத் தன்மையையிழந்து பரவி தோலின் அடிப்பகுதியாகிய அடித்தோலை (dermis) உருவாக்கு கின்றன. எலும்புத்துண்டு பல்வேறு முதுகெலும்பிகளில் பல்வேறு வகைகளில் உட்பிரிவுற்று மீண்டும் இணைந்து செயல்படுகின்றன. இவற்றினின்று, உருவாவது முதுகெலும்பாம். தசைத் துண்டங்களி னின்று செவுள்பகுதியோடு தொடர்பற்ற வரித்தசைகள் அனைத்தும் தோன்றுகின்றன தசைத் துண்டங்கள் கீழ்ப்பகுதி நடு அடுக்கிற்கும் (hypmere) அடித்தோலுக்கும் இடையே வயிற்றுப் பக்கமாகப் பெருக்கமடைகின்றன. இச்செயலால் எதிர் எதிராக ஒரு பகுப்பில் அமைந்துள்ள தசைத் துண்டங்கள் வயிற்றுப் பக்கத்தில் மத்தியில் இணைகின்றன. இவ்விணைப்பு வயிற்றுப் பக்கச் சட்டகத்தடுப்பு (Ventral skeletogenous septum) என்பதினை உருவாக்குகிறது. உடலின் ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் உருவாகும் தசைகளைத் தனிக்கச் செய்வதே வயிற்றுப்பக்க சட்டகத் தடுப்பு. இத் தடுப்பு இணைப்புத் திசுவினாலேயே அமைந்துள்ளது. தசைத் துண்டத்தின் வளர்ச்சி முதுகுபக்கமாகவும் நிகழ்கிறது. இவ்வளர்ச்சி முதுகுதண்டிற்கு மேற்புறமாக முதுகுபக்கச் சட்டகத் தடுப்பில் (dorsal skeletogenous septum) முடிவுறுகிறது. தசைத் துண்டங் களின் குறுக்கே தள மட்ட சட்டகத் தடுப்பு என்ற இணைப்புத் திசுவாலான அமைப்புத் தோன்றுகிறது. இத்தடுப்பு முதுகெலும்பி னின்றும் தோன்றி உடலின் பக்கங்களில் மத்தியப்பகுதியில் இணைந் துள்ளது. இத்தடுப்பே உருப்பெற்ற தசைகளை அச்சுமேற் தசைகள் (epiaxial) அச்சுக் கீழ்த்தசைகள் (hypoaxial) எனப் பிரிக்கின்றது.

கருச்சவ்விகளின் உறையீடு முட்டை (Amniote cleidoic egg)

நிலத்தில் வாழப் பல தகவமைப்புகள் விலங்குகளில் தோன்ற வேண்டியிருந்தாலும் தலையாய தகவமைப்பு முட்டையிலும் கரு விலும் அமையவேண்டும் என்பது இன்றியமையாததாம். நிலத்தில் வாழத் தோன்றிய தகவமைப்புகளிலேயே மிகவும் தொன்மை யானவை முட்டையிலும் கருவிலும் தோன்றியிருக்க வேண்டும் என்று கருதப்படுகிறது.

நீரில் இடப்படும் மீன்களின் முட்டைகளுக்கு நீர் இருவழிகளில் பெரும் பயனுடையதாகத் துணைபுரிகிறது. முட்டை உலராமல் பாதுகாக்கிறது. மற்றும் முட்டையில் உருவாகும் வளர்சிதை மாற்றக் கழிவினை உடனே நீக்குவதாகவும் செயல்படுகிறது. நிலத்தில் இடப்படவேண்டிய முட்டை உலராமல் நீரினைத் தன்னகத்தே வைத்துக் கொள்ளவும் வளர்சிதை மாற்றக் கழிவுகளை நீக்குவதற்குரிய தகவமைப்பினை உடையதாகவும், அமைதல்

வேண்டும். மேலும் இத்தகவமைப்புகள் முட்டையினை சுவாசிக்கச் செயல்படுத்துவதாகவும் அமைதல் வேண்டும். இவ்வாறான பல சிறப்புகளையும் உடைய உறையீடு முட்டை (cleidoic egg) முதன் முறையாக முற்றும் முழுமையுறு நிலையில் ஊர்வனவற்றில் தோன்றியது. இரு வாழ்விகள் நீரில்தான் இன்றும் முட்டையிடுகின்றன. ஊர்வன ஈரப் பதனமுடையச் சூழ்நிலைகளில் முட்டையிடுகின்றன. இச் சூழ்நிலை முட்டை உலராமலிருக்கத் துணைபுரிகின்றது. பறவைகளில் தான் முட்டையின் உறை முழுமையுற்றது எனலாம். அவைகளில்தான் சூழ்நிலையினால் பாதிக்கப்படாமல் கருவளர்ச்சியடையும் தன்மை காணப்படுகின்றது. உறையீடு முட்டை (cleidoic egg) பறவைகளில் தான் முதன்முறையாக முழுமையுற்றது எனலாம். இவற்றில் புறத்தேயிருந்து தொடர்ந்து மிகு வெப்பம் மட்டும் அளித்தால் கருவளர்ச்சியடையும் நிலை அமைந்துள்ளது. தேவையான இம்மிகு வெப்பம் பெண் பறவைகள் அடைகாப்பதால் கிடைக்கும். உறையீடு முட்டையினை நான்கு பண்புகள் சிறப்புடையதாக்குகின்றன. அவை, 1. ஓடு (shell), 2 வெண்கரு (albumen), 3. நான்கு கருசூழ் படலங்கள், 4. யூரிக் அமிலக் கழிவு நீக்கம்.

ஓடு (Shell)

ஊர்வனவற்றின் முட்டையில்தான் முதன்முறையாக ஓடு உருவாகியது. இவ்வோட்டில் சுண்ணம் குறைந்த அளவில் அமைந்துள்ளமையால் நீர் ஊடுருவும் தன்மையதாகக் காணப்படுகிறது. ஆனால் பறவைகளின் முட்டையின் ஓட்டில் மிகுதியான சுண்ணம் காணப்படுவதால் நீர்புகாத் தன்மை உருவாகியது. நாற்கால் விலங்குகளின் பரிணாமத்தினின்று முற்றும் தனித்த ஒரு சில மீன்கள் ஓடுடைய முட்டைகளைத் தோற்றுவித்தன. இம்முட்டையின் ஓடுகள் பாதுகாப்புப் பணிக்கு என உருவானவை. இவற்றில் சுண்ணச் சேர்க்கை இல்லை.

வெண்கரு (Albumen)

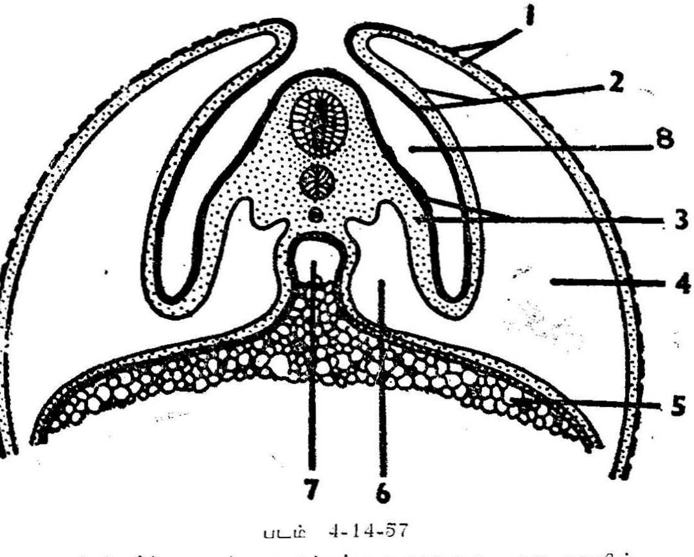
இது கருவே அல்ல. வெண்மை நிறமுடைய நீர்மத்தன்மையும் கோழைத் தன்மையும் உடைய வெண்கரு யோக்கினை சூழ்ந்து அமைந்துள்ளது. கருவளர்ச்சியின் போது பயன்படும் நீரினைச் சேமித்து வைப்பதே வெண்கருவின் அடிப்படைச் செயலாம். முட்டை பொரிந்து குஞ்சு வெளிவரும்போது வெண்கரு முற்றும் பயன்படுத்தப்பட்டு விடும். நீர் ஊடுருவும் தன்மையுடைய ஓட்டினையுடைய முட்டையினை இடும் ஊர்வனவற்றில் வெண்

கருவின் அளவு குறைவே. ஆனால் பறவைகளின் முட்டைகள் ஓடு ஊடுருவாத் தன்மையானதாகையால் வெண்கரு மிகுதியான அளவினதாக அமைக்கப்பட வேண்டியது இன்றியமையாத தாகியது.

கருச்சூழ் படலங்கள் (Extra embryonic membranes)

யோக் பை என்ற தொன்மை நிலை ஒரு படலத்திற்கு மாறாக நான்கு கருச்சூழ் படலங்கள் உறையீடு முட்டையில் காணப்படு கின்றன. யோக்பையினைத் தவிர்த்துத் தோன்றும் ஏனைய மூன்று கருச்சூழ் படலங்களும் ஊர்வனவற்றிலும் அவற்றினின்று தோன்றிய பறவைகளிலும் பாலூட்டிகளிலும் காணப்படுகின்றன. ஊர்வன பறவைகள் பாலூட்டிகள், கருச் சவ்விகள் (amniotes) என்றும், ஏனையவை கருச்சவ்வற்றவைகள் (anamniotes) என்றும் அழைக்கப்படும்.

இம் மூன்று படலங்களில், இரண்டு கருச்சூழ்ந்து நீள்வட்ட வரைகளின் (ridge) மேனோக்கு வளர்ச்சியினால் உருவாவன.

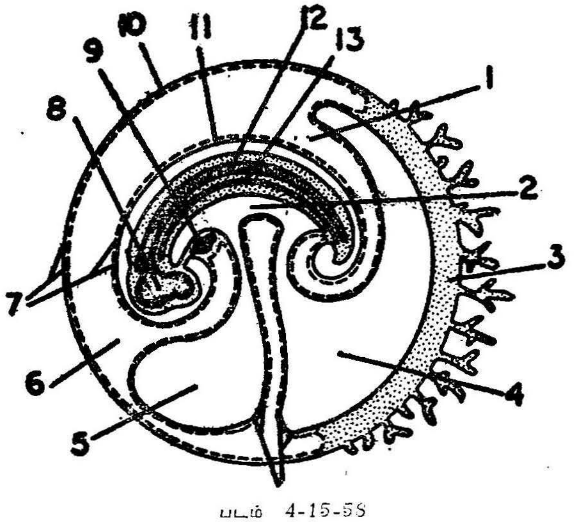


படம் 4-14-57

கரு சவ்விகளில் கரு சூழ் படலங்கள் உருவாவதை, ஒரு கருவின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் மூலம் படம் விளக்குகிறது.

1. கோரியான்; 2. கருப்படலம் (amnion); 3. சோமாட்டோபிளூர்; 4. கருச் சூழ் உடற்குழி; 5. யோக்; 6. உடற்குழி; 7. உணவுக் குழல்; 8. கருச் சவ்வுக் குழி.

இவ்வரைகள் கிண்ணத்தின் விளிம்புகள் போன்று தோன்றிக் கருவினைச் சூழ்ந்து முதுகுபக்கமாக மையநோக்கு (centripetal) வளர்ச்சியினால் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைந்து ஓர் உட்பையினை உருவாக்குகின்றன. இப் பையே கருவினைச் சூழ்ந்துள்ளது. இப் பையின் சுவர்ப் புற அடுக்கும் நடு அடுக்கும் சேர்ந்து உருவானதாம். இவ்வாறு உருவான உட்பையே கருச் சவ்வுப்பை (amnion) எனப் படும். இவ் உட்பையே கருவினை முழுவதும் சூழ்ந்துள்ளது. புறத்தே மற்றுமொரு பை கருவினையும் யோக் பையிருந்தால் அதனையும் சூழ்ந்து வெளியே அமைகிறது. இப் பையின் சுவர் கோரியான் (chorion) எனப்படும். இச் சுவரும் புற அடுக்கும், நடு அடுக்கும் சேர்ந்தமைவதால் உருவாவதாம். கருவுடன் இணையும்



படம் 4-15-58

ஒரு பாலூட்டியின் கருவில் கரு சூழ் படலங்களின் அமைப்பையும், கோரியோ கருப் படல தாய் சேய் (**placenta**) இணைப்பினையும் படம் காட்டுகிறது.

1. கருச் சூழ் உடற் குழி; 2. உணவுக் குழல்; 3. கோரியான்—கருப்படலத் தாய் சேய் இணைப்புப் பகுதி; 4. பின் குடல் பிதுக்கப் பையின் குழி; 5. யோக் பையின் குழி; 6. கருச் சூழ் உடற்குழி; 7. சோமாட்டோபிளூர்; 8 மூளை; 9. இதயம்; 10. கோரியான்; 11. கருப்படலம்; 12. நியூரல் குழாய்; 13. முதுகுதண்டு.

யோக் காம்பு (yolk stalk) காணப்படும் இடத்தில் கருச்சவ்வு, தொப்புள் கொடிவழி கருவுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. கருச் சவ்வுப்பையில் (amniotic sac) நீர்மப்பாய்மம் (water fluid) காணப் படுகிறது. இப்பாய்மத்தில் கரு மூழ்கியவாறு கருவளர்ச்சிக்காவும்

முழுவதும் காணப்படுகிறது. ஆகவே வளரும் கருவிற்குத் தேவையான நீர்ச்சூழ்நிலை அமைந்துள்ளது எனலாம். கோரியான் முற்றும் ஒரு பாதுகாப்புறையாகவே செயல்படுகிறது.

மூன்றாவது கருசூழ் படலம் நேர்குடல் பிதுக்கப் பையின் (allantois) சுவராகும். இச் சுவர் அக அடுக்கும் (endoderm) நடு அடுக்கும் (mesoderm) இணைந்து உருவாவதாம். கருவின் பின் முனையிலுள்ள உணவுக்குழாயின் பிதுக்கப் பையாகத் தோன்றுவதே நேர்க்குடல் பிதுக்கப்பையாம் (allantois). இப் பை தொப்புள் கொடி (umbilical cord) வழி நீட்சியுற்று கருப் படலம் (amnion) மற்றும் கோரியானுக்கு (chorion) இடையே பரவி அமைகிறது. இதன் முக்கியப் பணிகள்: 1. சுவாசித்தல், 2. வெண் கருவினையும், நீரினையும் உட்கிரகித்தல், 3. கழிவு நீக்கம் என்பனவாம். கருவில் உருவாகும் கழிவுப்பொருள்கள் நேர்க்குடல் பிதுக்கப்பையில் சேமிக்கப்படுகின்றன. ஆகவே கழிவு நீக்கம் என்பது செயலூக்கம் அற்றதோர் (passive) செயலாம். இப் படலம் ஓட்டின் அகப் பரப்புடன் ஒட்டி அமைந்து நிறைந்த குருதிக் குழாய்களையுடையதாகவும் காணப்படுகிறது. நீர் ஓட்டின் வழியே ஊடுருவ முடியா நிலையிலும் காற்று ஊடுருவல் நிகழ்வதால் நேர்க்குடல் பிதுக்கப்பை எளிதாகச் சுவாசச் செயலைச் செயல்படுத்துகின்றது. பெரும்பான்மையான பாலூட்டிகளில் நேர்க்குடல் பிதுக்கப்பை பிளசன்ட்டா (placenta) என்ற தாய்-சேய் இணைப்பின் முக்கிய பகுதியாக அமைந்து சுவாசித்தல், கழிவு நீக்கம் என்ற பணிகளைப் புரிகின்றது.

யூரிக் அமில கழிவு நீக்கம் (Uric acid excretion)

உறையீடு முட்டையின் சிறப்பான செயல் தன்மையினை அடைய கழிவுகளை நச்சற்ற நிலையில் நீக்குவதற்கு ஏற்ற அமைப்பினைப் பரிணாமத்தின்வழிப் பெறுவதே ஏற்புடையதாம். ஓரளவு செறிவில்கூட நச்சுத் தன்மையினை உருவாக்கக் கூடியவை யூரியாவும் அமோனியாவும். இதனையே கருச் சவ்வற்றவைகளும் பாலூட்டிகளும் நீக்குகின்றன. கருச்சவ்வற்றவைகளின் முட்டைகள் நீரிலேயே வளர்ச்சியுறுவதால் அவற்றின் கழிவு நீக்கத்தில் எவ்வித இடைபாடும் இல்லை. பாலூட்டிகளில் தாய் வளரும் கருவினின்றும் கழிவினைக் குருதிவழிநீக்கும் பணியினை மேற்கொள்வதால் அவைகளிலும் தொல்லை ஏதும் இல்லை. சிறப்புற்ற ஊர்வனவற்றிலும் பறவைகளிலும் கழிவுநீக்கம் சிக்கல் நிறைந்ததொன்றும். ஏனெனில் இவைகளில் கரு மிகக் குறைந்த இடத்தில் வளர்ச்சியுறுகின்றது மற்றும் இவற்றின் முட்டைகளின் ஓடு ஊடுருவாத் தன்மையது.

உறையீடுடைய முட்டையில் கரையும் நிலையில் வளர்சிதை மாற்றக் கழிவுகளைச் சேமித்தால் வளரும் கரு கேடுறும் என்பது திண்ணம். இந் நிலையில்தான் இவ்வகை விலங்குகளில் வளர்சிதை மாற்றக் கழிவினை நச்சற்ற மிகவும் குறைந்த கரை திறனுடைய யூரிக் அமிலமாக நீக்கக் கூடிய சிறுநீரகங்கள் தோன்றின. யூரிக் அமிலம் நச்சற்றதால் கருவிற்கு எவ்வித இடையூறும் விளைவிக்கும் தன்மைய தன்று. யூரிக் அமிலம் நேர்க்குடல் பிதுக்கப்பையில் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. வளர்சிதை மாற்றக் கழிவினை யூரிக் அமிலமாக மாற்றும்போது நீரும் சேமிக்கப்படுவது, வளரும் கருவிற்குப் பெரும் பயனுடையதாம் கருவின் நலன் கருதி அமைந்துள்ள நீர் சேமிப்புத்திறன், வறண்ட சூழ்நிலைகளிலும், ஊர்வனவும் பறவை களும் வாழ்வதற்கு ஏற்ற முன் தகவமைப்பு (pre adaptation) என்று கருதலாம்.

5. புறவுறை மண்டலம்
(Integumentary System)

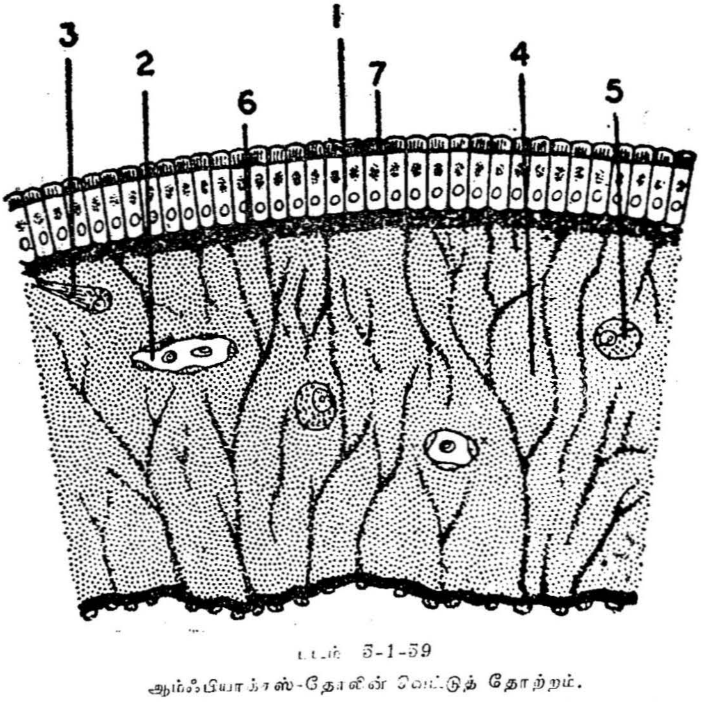
முதுகெலும்பிகளின் தோல் இரு அடுக்குகளாலானது. அவ் வடுக்குகள் முறையே மேல்தோல், அடித்தோல் எனப்படும். மேல்தோல் (epidermis)புறஅடுக்கினின்றும் (ectoderm) அடித்தோல் (dermis) நடு அடுக்கினின்றும் உருவானவைகள். இவை ஒவ் வொன்றிலும் பல வகையான செல்களும் ஒவ்வொரு வகை செல்லும் பல உருவ அமைப்பிலும் உள்ளன. தோலினின்றும் உருவாகும் உறுப்புகள் இவ்விரு அடுக்குகளாலும் ஆனவையாம். தோலினின்றும் உருவாகும் தோலுறுப்புகள் (skin derivatives) பற்கள் செதிள்கள், எலும்புத்தகடுகள் (bony plates) நகம் (nails) இறகுகள் (feathers) மயிர் (hair) மற்றும் பலவகையான சுரப்பிகள் (glands) உணர் உறுப்புகள் என்பனவாம்.

முதுகுதண்டுடையவைகளில் இரண்டு அடிப்படையமைப்பை யுடைய புறவுறை (integument) காணப்படுகின்றது. அவை களாவன : முதுகு தண்டற்றவையினது அமைப்பு — (invertebra te type) எளிய முதற் தோன்றிய (Primitive) அமைப்பினையும் முதுகு தண்டுடையவைகளின் முன்னோடிகளிலும் காணப்படுவது. இன்று வாழும் ஆம்ஃபியாக்சஸ்சிலும் (Amphioxus) மாறிய அமைப்போடு வால் முதுகுதண்டுடையவைகளிலும் இவ்வுறை (urochordates) உள்ளது. இவ்வுறையில் அடித்தோலோ (dermis) தெளிவான மேல்தோல் உறுப்புகளோ (epidermal derivatives) இல்லை. மேலும் இவ்வுறையில் அடிப்படலம் (basement embrane) அதன் மீதுள்ள ஒரே அடுக்கினாலான (single layered) மேல்தோல் மட்டுமே உள்ளது.

தோல் (skin) எனப்படுவதே முதுகெலும்பு வகையினைச் சார்ந்த புறவுறையாகும். இவ்வுறை இன்று வாழும் எல்லா

முதுகெலும்பிகளிலும் (Vertebrates) காணப்படுகிறது. இவ்வுறையானது முதுகு தண்டற்றவைகளின் புறவுறையினின்றும் வேறுபாடுடையது. அதாவது இவ்வுறையில் மேல்தோல் அடித்தோல் என இரண்டும் தெளிவுற அமைந்து ஒவ்வொன்றும் பல அடுக்குகளேயுடையது

முதுகு தண்டற்றவைகளின் புறவுறையில் காணப்படாத அடித்தோல் (dermis) எவ்வாறு முதுகு தண்டுடையவைகளில் தோன்றியது என்பது தெளிவுறாத ஒன்றே. எனினும் மேல் தோலுக்கு (epidermis) அடியிலமைந்துள்ள இணைப்புத்திசுவே



படம் 5-1-59

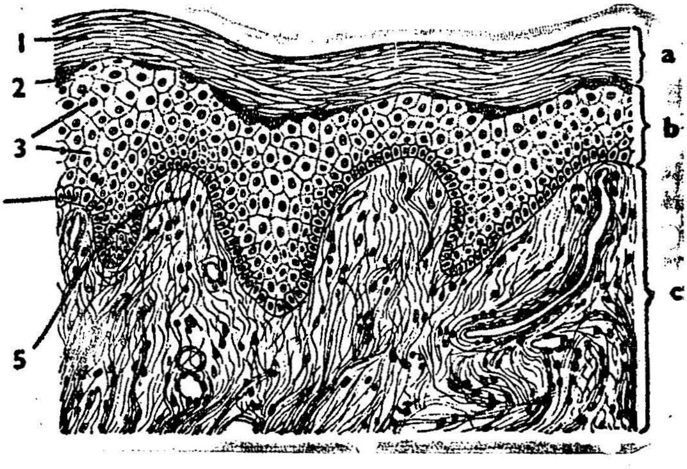
ஆம்ஃபியாக்ஸ்-தோலின் வெட்டுத் தோற்றம்.

1. மேல்தோல்; 2. குருதிக் குழாய்; 3. நரம்பு; 4. அடித்தோல்; 5. நரம்பு; 6. தோல்; 7. தோலுறை (**cuticle**)

(connective tissue) மாற்றமுற்று எலும்பாக முதுகு தண்டுடையவைகளின் முன்னேடிகளில் அமைந்துள்ளது என்பாரும் உளர். இக்கூற்றினே உறுதி செய்வதாக முதன் முதலில் தோன்றிய முதுகெலும்பிகளின் அகழ்தெலிகளில் (Vertebrate fossils) மிகவும்

வலுவுடைய எலும்பாலான காப்புறை (bony armorer) அமைந்துள்ளது.

இவ்வலுவான காப்புறையைத் தோற்றுவிக்க மூல காரணமாக அமைந்த தேர்வு சக்தி (selective force) ஆழ்ந்தாராயத் தக்கதே. முதலில் தோன்றிய முதுகெலும்பிகள் (earliest vertebrates) நன்னீரில் (fresh water) வாழத் துவங்கியதாகவும், அச்சுழலில் உடலினுள் நன்னீர் புகாமல் பாதுகாக்க இவ்வலுவான எலும்பாலாகிய காப்புறை தோன்றியிருக்கக் கூடும் என்பர். செயல் திறனற்ற சிறு நீரகங்களையுடைய முன்தோன்றிய முன்னோடிகளில் இக்காப்புறை நீர் உட்புகாமல் தடுக்கும் புறவுறையாகப் பணி செய்திருக்கும் என்பது நம்பத் தகுந்ததே. பிறகு உடலில்



படம் 5-2-60

பாலூட்டி-தோலின் வெட்டுத் தோற்றம். a-கார்னியஸ் அடுக்கு; b—கோழைத் திண்ம செல்கள் அடுக்கு; c—அடித்தோல்.

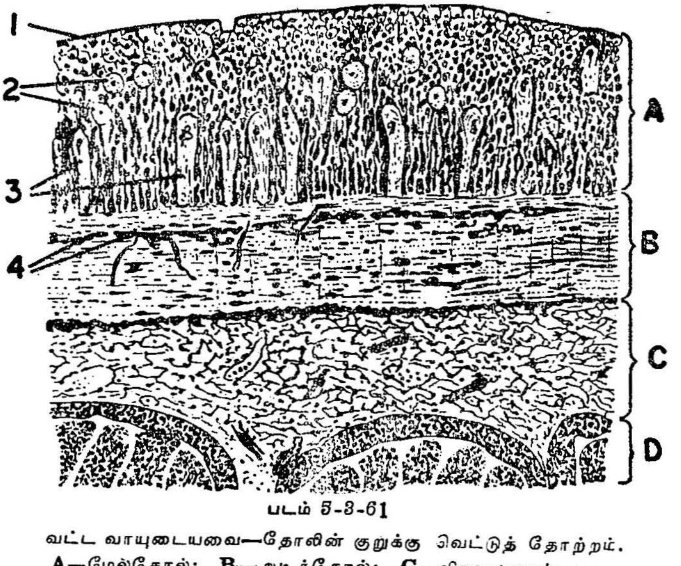
1. பரப்படுக்கு செதிளமை இறந்த செல்கள்; 2. பரப்படுக்கு செதிளமை வாழும் செல்கள்; 3. கன பரிமாணச் செல்கள்; 4. வளரும் அடுக்கு; 5. அடித்தோல் முகிழ்ப்பு.

நீரளவைச் சமன் செய்யும் திறனுடைய சிறு நீரகங்கள் தோன்றியவுடன் நீர்புகா மேல்தோலின் (impervious epidermis) இக் காப்புறை மறையத் தொடங்கியது. தேவையற்ற இக் காப்புறையின் தோற்றத்திற்கு வேறு காரணமும் கூறுவர். பெரிய விலங்குண்ணிகளாகிய (predators) யூரிப்டெரிடுகள் (Eurypterids) வாழ்ந்தமையால் அவற்றினின்றும் தங்களைக் காத்துக் கொள்ள

முதுகெலும்பிகளில் இவ்வுறை தோன்றியதாகவும் பின்பு அவை அழிந்தொழிந்தவுடன் உறையும் மறைந்தது என்பர்.

எலும்பாலாகிய இக்காப்புறையின் மறைவு, இணைப்புத் திசுவில் (connective tissue) எலும்பாக்கமின்மையால் (ossification) நிகழ்ந்தது என்பர். கருவிலுள்ள இடை நுழைதிசு (mesenckhyme) மாற்றமுற்று இணைப்புத்திசுவாக மாறியது என்றும், இணைப்புத்திசு அடித்தோலின் பகுதி என்றும் கூறுவர். இணைப்புத்திசு திசுவியலின் (Histology) அடிப்படையில் எலும்போடு தொடர்புடையது என்பது தெளிவானதொன்றே. எலும்பே ஒருவகையான இணைப்புத்திசு என்றும் கூறுவதுண்டு.

எலும்பும் அடித்தோலும் மிகவும் குறைக்கப்பட்டுள்ளன என்பதைக் கீழ்க்காணும் வாழும் முதுகெலும்பிகளில் அதனமைப்பைக்



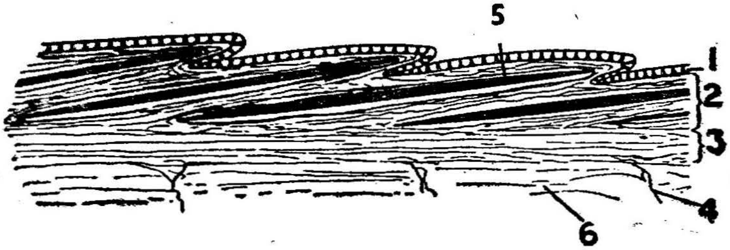
படம் 5-3-61

வட்ட வாயுடையவை—தோலின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்.
A—மேல்தோல்; **B**—அடித்தோல்; **C**—விரவலமைப்புடைய இணைப்புத் திசு-அடித்தோலுக்கடியில் அமையப் பெற்றது;
D—தசைத் துண்டின் தசைகள்.

1. கியூட்டிக்கள் அல்லது தோலுறை; 2. துகள் தன்மையுடைய சுரப்பிச் செல்கள் 3. சதைச் செல்கள்; 4. துகள்கள் செல்கள்.

கண்டால் விளங்கும். வட்டவாயுடையவை (cyclostomes)களில் அடித்தோல் மிகவும் மெலிந்து புறத்தோலின் (epidermis)

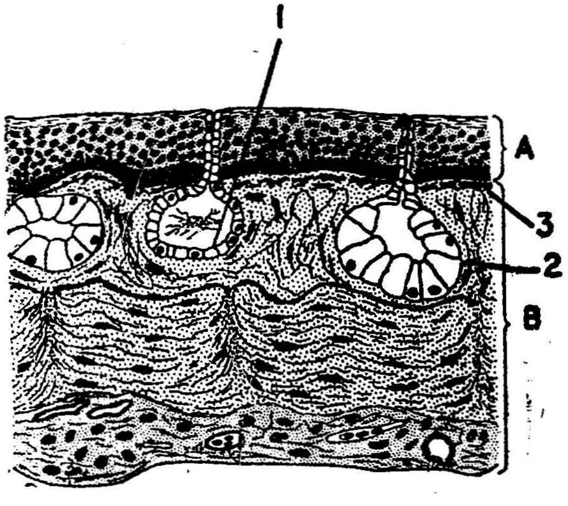
அளவினதாகவும் எலும்பு மீன்களில் அடித்தோல் மெலிந்தும் உள்ளது. இருப்பினும் எலும்பாலாகிய மெல்லிய செதில்கள் எச்ச அமைப்பினதாக இரு வாழ்விகளில் ஒரு வகையாகிய சீசிலியன் (caecilians)களில் வலுவான காப்புறை (heavy armor) யின் எச்சங்கள் காணப்படுகின்றன. ஆனால் கணாய்டு (ganoid) மீன்களில் மட்டுமே காப்புறையின் எச்சங்கள் பெருமளவில் உள்ளன.



படம் 5-4-62

எலும்பு மீன்-தோலின் வெட்டுத் தோற்றம்.

1. மேல் தோல். 2. அடித்தோல்; 3. விரவலமைப்புடைய இணைப்புத் திசு-அடித்தோலுக்கடியில் அமையப் பெற்றது; 4. தசைத் துண்ட இணைப்புத் திசு; 5. மெல்லிய செதில்; 6. தசைத் துண்டம்.



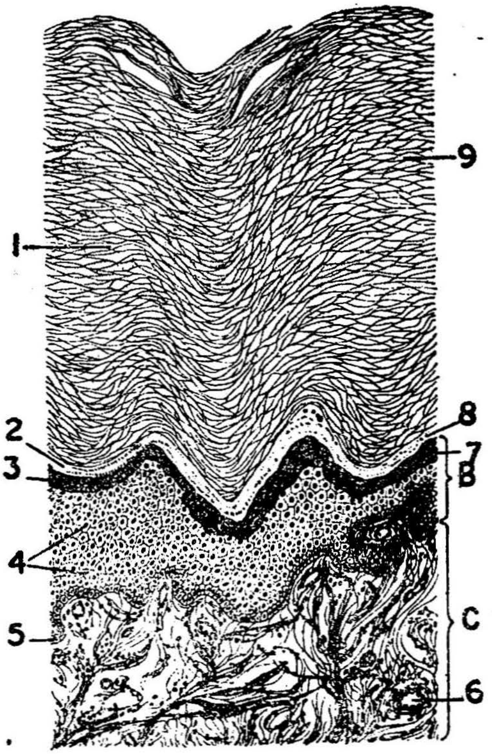
படம் 5-5-63

தவளை-தோலின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம்.

1. கோழைச் சுரப்பி; 2. நச்சுச் சுரப்பி; 3. நிறமிச் செல்கள்.
A—மேல் தோல்; B—அடித்தோல்.

அடித்தோலில் இவ்வாறான மாற்றங்கள் நிகழ்ந்து கொண்டிருக்கும் போதே புறத்தோல் படிப்படியாக மீன்களில் தோன்றியது எனலாம். இப் புறத்தோல் மேலும் அடுக்கமைப்பினையும் (stratification) பெற்றுச் சீரான அளவு தடித்தும் எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும் காணப்படுகிறது.

கருச்சவ்வற்றவைகளில் (anamniotes) புறவுறை பரிணமத்தில் இருவழிகளில் சிறப்புற்றது எனலாம். அவை, 1. மெல்லியதாக



படம் 5-6-64

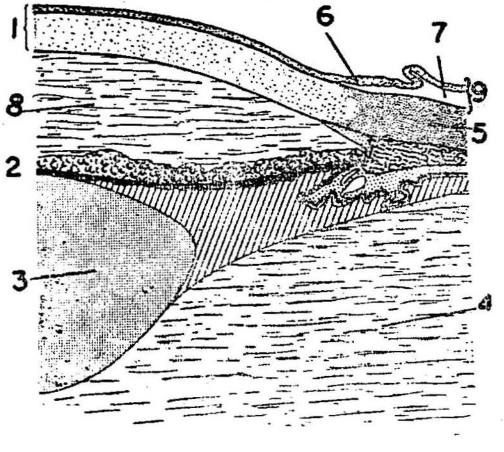
மனிதனுடைய கால் அடித்தோலின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம்.

A—பரப்படுக்குச் செல்; B—கோழைத் திண்ம அடுக்கு; C—அடித்தோல்.

1. கார்னியஸ் அடுக்கு; 2. இடை அடுக்கு (**stratum lucidum**); 3. துகள் செல்கள் அடுக்கு; 4. கன பரிமாண செல்கள்; 5. தூணமைச் செல்கள் அடுக்கு (வளரும் அடுக்கு); 6; வியர்வைச் சுரப்பிகளின் சுரக்கும் குழாய்கள்; 7. துகள் செல்கள் அடுக்கு-வாழும் செல்கள்; 8. இடையடுக்கு-இறந்த செல்களாலாகியது; 9. கார்னியஸ் அடுக்கின் இறந்த செல்கள்.

மாறுதல் 2. எலும்பாக்கத்தில் குறைவுற்று எலும்பின்மையாதல். இப்பரிணமப் போக்கு (evolutionary trend) கருச்சவ்வற்றவை களுக்கு உடலசைவினை அதிக அளவிலே அளித்ததோடு இரு வாழ்விகள் பெருமளவு தோலினை ஒரு சுவாச உறுப்பாகக் கொள்ளப் பயனுடைத்ததாயிற்று.

கருச்சவ்விகளில் (amniotes) இதற்கு எதிர் மறையான பரிணமப் போக்குக் காணப்படுகின்றது. பொதுவாக தோல் தடித்ததாக அமைவதோடு மட்டுமன்றி அடித்தோல் (dermis) தடித்து அமைகின்றது. இதற்கு இரண்டு தேர்வு சக்தி (selective forces)கள் காரணமாக அமைந்ததாகக் கருதப்படுகின்றது. 1. நீரிழப்பினைத் தவிர்த்தல் 2. வெப்பத்தினைத் தன்னகத்தே இருத்திக்கொள்ளல் என்பனவாம். இறகுகளையும், செறிவான



படம் 5-7-65

மனிதக் கண்ணின் புறப்பகுதியின் வெட்டுத் தோற்றம். படம் தோலின் மெலிந்த நிலையைக் காட்டுகிறது.

1. விழிவெண் படலம்; 2. விழிவண்ணப் படலம்; 3. லென்சு; 4. விழித் திண்மம்; 5. விழிவெளிப் படலம்; 6. பரப்படுக்கு; 7. அடித்தோல்; 8. விழிப் பாய்மம்; 9. விழிவெளிப் படலம்.

முடியையும் உடைய கருச்சவ்விகளைத் தவிர்த்து ஏனைய அனைத்தும் தடித்த தோலினையுடையனவாக உள்ளன. தோல் தடித்தல் என்ற நிலை மிக அதிகமாகிப் புதியதொரு அமைப்பில்(ஆஸ்டரக்கோடர்ம வகையில் காணப்பட்டது போலன்றி) அடித்தோல் தடித்து,

எலும்புக் காப்புறைகள் ஆமைகளிலும் ஆர்மடில்லோக்களிலும் (armadillos) அமைந்துள்ளன.

விலங்குகளில் தோலின் தடிப்பு உடலின் பல பகுதிகளில், பல அளவுகளில் அமைந்துள்ளது. மேலும் தோலின் தடிப்பு உடலின் அப்பகுதி பயன் படுத்தப்படும் அளவினையும் சார்ந்ததாக உள்ளது. கால், கைத் தோல்கள் மிகவும் தடித்துள்ளன. இப்பகுதிகள் மிகுதியான அளவில் பயன்படுத்தப்படுவதாலும் இங்கே மேல்தோல் (epiderms) கேராட்டினுக்கப்பட்டுள்ளமையாலும் தடித்துள்ளது. ஆனால் கண்ணின் மேலமைந்துள்ள தோல் மிகவும் மெல்லியதாக அமைந்துள்ளது.

அடித்தோல் தோற்றுறுப்புகள் (Dermal derivative)

கருத்தோற்றத்திலும் (embryogeny) குலத் தோற்றத்திலும் மூன்றுவகையான உறுப்புகள் அடித்தோலினின்றும் உருவானவை எனக் கருதலாம். அவை 1. முதனிலை காப்புறைகளும் அவற்றினின்றும் தோன்றுபவைகளும் (Primary armor and derivatives thereof) 2. இரண்டாம்நிலை காப்புறை (secondary armor) 3. ஏனையவை (miscellaneous) 4. நான்காவதாக அடித்தோலின் பகுதியாக வண்ணமேற்றிகளையும் (chromatic structures) கொள்ளலாம். இவ்வண்ணமேற்றிகள் மேற்குறிப்பிட்ட அடித்தோல் உறுப்புகளினின்றும் முற்றும் வேறுபட்டதாம். ஏனெனில் இது அடித்தோலினின்று தனித்துத் தோன்றியதாம்.

முதனிலை அடித்தோல் காப்புறையும் அதன் பரிணாமமும் (Primary dermal armor and its evolution)

பெருந்தகடுகளாக எலும்பாலாகிய அடித்தோலினின்றும் தோன்றிய காப்புறை ஆஸ்ட்ரக்கோடர்ம் (ostrocoderm) என்ற முதன்முதலில் நாமறிந்த முதுகெலும்பிகளில் காணப்படுகிறது. இவ்வெலும்பு, தகட்டுறை மேல் தோலுக்கு (epidermis) அடியிலமைந்துள்ளது. இவை கருவளர்ச்சியின் போது இடைநுழை திசு (mesenckhyme) வினின்றும் தோன்றியிருக்கக் கூடும். இன்று அடித்தோல் என்று அறியப்படும் திசு, முதிர்ந்த ஆஸ்ட்ரக் கோடர்ம்களில் இருந்ததாகத் தெரியவில்லை. மிகவும் குறைந்த அளவில் விரவலான அமைப்பில் இணைப்புத்திசு தசைக்கும் தோல் எனப்பட்ட மேலுறைக்குமிடையே இருந்ததாகக் கருதப்படுகிறது. அதனுடைய அடித்தோல் முழுமையும் எலும்பாலாகிய காப்புறையைத் தோற்றுவிக்கவே பயன்பட்டது எனலாம். இவ்வாறு

தோன்றிய எலும்புத் தகட்டுக் காப்புறையினின்றும் தோன்றியவை களாவன.

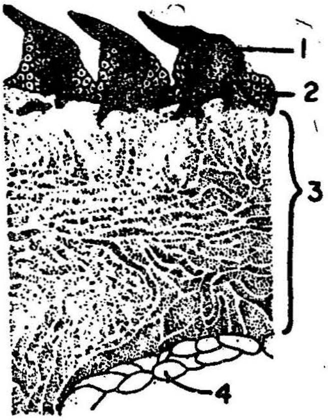
பற்களுடைய காப்புறைத் தகடு (denticulate armor)
↓
பற்களுடைய செதில் (denticulate scale)

- மென்மையான தோற்றுறுப்புகள்
  - (1) அடித்தோல் (dermis)
- கடினத் தோற்றுறுப்புகள்
  - பற்களுடைய அடுக்கு
    - (2) தகட்டுருவச் சுழல் (Placoid scale)
    - (3) பற்கள் (Teeth)
  - பற்களற்ற அடுக்கு
    - (4) ஒழுங்கமைவுச் செதில் (Cosmoid scale)
      - (5) எலும்புத்தோல் செதில் (osteoderms) வயிற்று எலும்புக் குச்சி (gastralia)
      - (6) மார்புவளையம் அடித்தோல் எலும்புகள் (dermal bones of girdle)
      - (7) மண்டையோட்டு அடித்தோல் எலும்புகள் (dermal bones of cranium)

தாடையினைச் சூழ்ந்த பற்களுடைய ஒழுங்கமை செதில் (cosmoid scale) களின் செதில் பகுதி கேடுற்று, பற்கள் மட்டும் தனித்துப் பெரியனவாகி, தாடையின் மேலமைந்து பற்களாக நாற்கால் முதுகெலும்பிகளுக்கு முற்பட்ட பிளாக்கோடெர்ம் (placoderm) களில் செயல்பட்டன. இவ்வகைப் பற்கள் அடித் தோலினின்றும் தோன்றியவையாதலின் இவை, ஏனைய முது

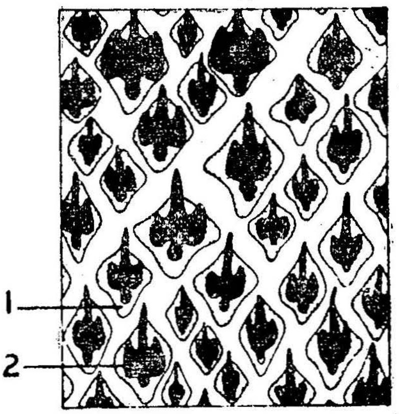
கெலும்பிகளின் பற்களோடு உறுப்பொத்தது (humologous) எனலாம்.

பிளாக்கோடெர்ம்களின் அடிப்படையினின்றும், புறவுறை இருவழிகளில் சிறப்புற்று பரிணமித்தது என்பர். காண்ட்டிரிக்திஸ்



படம் 5-8-66

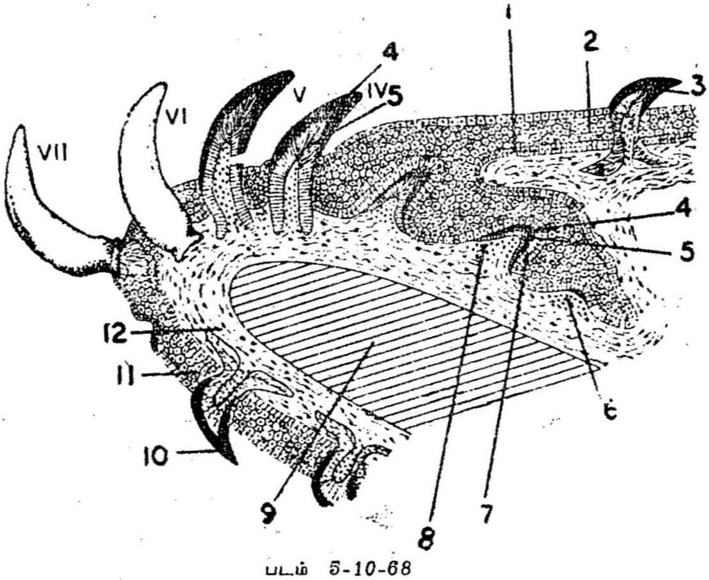
சுறுமீன்—தகட்டுருவச் செதில்களுடன் தோல்: செங்குத்து வெட்டுத் தோற்றம்.
1. அடித்தோல் முள்; 2. மேல் தோல் (எனமல் உறுப்பு); 3. அடித்தோல்; 4. தசைத்திசு.



படம் 5-9-67

சுறுமீன்—தகட்டுருவச் செதிலுடன் தோல்-பரப்புத் தோற்றம்.
1. அடித்தகடு; 2. முள்.

(chondrichthyes) எனப்படும். குருத்தெலும்பு மீன்களில் செதிலினை உருவாக்கும் திசுவில் தாதுப் பொருள்கள் (minerals) படிவடையாமையால் செதில் உருப்பெறாமல், இணைப்புத்திசுவாகவே அமைந்து அடித்தோலாகியது. ஆனால் மேலமைந்துள்ள பற்களடுக்குத் தனித்து நின்று, சிறப்புற்றுத் தகட்டுருவச் செதிலாக(placoid scale) இன்றுள்ள குருத்தெலும்பு மீன்களில் காணப்படுகிறது. ஆகவே



படம் 5-10-68

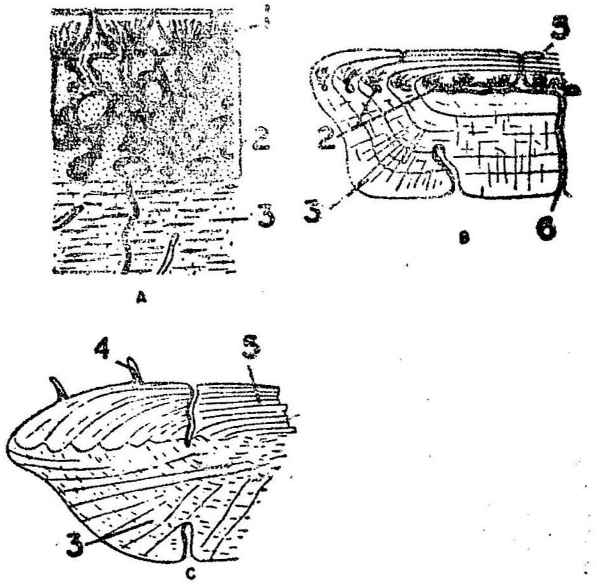
சுறுமீன்—தகட்டுருவச் செதில். தகட்டுருவ செதில் பற்களாக மாற்றமடைவதனைப் படம் விளக்குகிறது. **IV-V-VI-VII** என்பன செதில் பல்லாக மாறுவதை காட்டுகின்றது.

1. வளரும் அடுக்கு; 2. வாய்ப் பரப்படுக்கு; 3. தகட்டுருவச்செதில்; 4. எனமல்; 5. டென்ட்டைன்; 6. பல்லின் இனநிலை, அடித்தோல் முகிழ்ப்பு; 7. எனமல் உருவாக்கும் அடுக்கு; 8. டென்ட்டைன் உருவாக்கும் அடுக்கு; 9. மாண்டிபுலர் குருத்தெலும்பு; 10. தகட்டுருவச் செதில்; 11. மேல்தோல்; 12. அடித்தோல்.

இந்த வழியில் அடித்தோல் பற்களடுக்கு மட்டுமே நிலைத்தது, ஆனால் அடியடுக்குகள் அழிந்தொழிந்தன.

கொயனிக்திஸ் (choanichthyes) எனப்படும் நாசியுடைய மீன்களில் மேற்கூறியதிற்கு எதிர்மறையான பரிணாமம் நிகழ்ந்து, பற்களடுக்கு மறைந்து செதிலடுக்கு மேலும் சிறப்புற்றது எனலாம். பற்களடுக்குக் கேடுற்றமையால் ஒழுங்கமைவுச் செதில் (cosmoid

scale) உருவாகியது. இதில் மூன்று அடுக்குகள் தெளிவாயின. தலையின்மீது அமையப்பெற்ற ஒழுங்கமைவுச் செதில்கள் (cosmoid scale) அமையும் இடம், அளவு, உருவம் இவற்றில் ஓர் ஒழுங்கு காணப்பட்டது. இவையே பின்பு மண்டையோட்டின் அந்த இடங்களிலேயே எலும்புருவத்தையடைந்து மண்டையோட்டின்



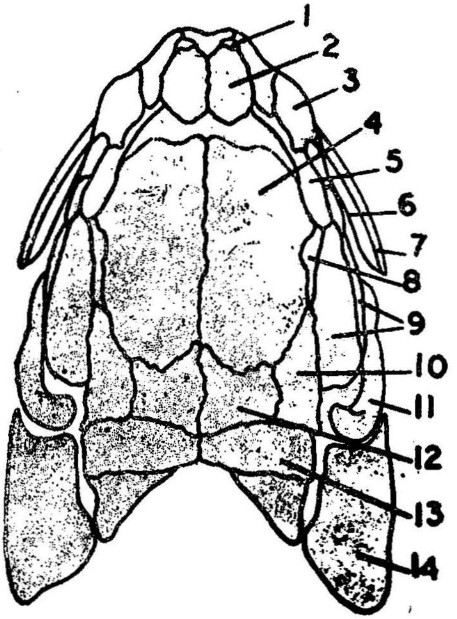
படம் 5-11-69

ஒழுங்கமைவு (**cosmoid**) பாலியோனிஸ்காய்டு (**Paleoniscoid**), மினுக்கும் (**ganoid**) செதில்களின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றத்தினைப் படங்கள், முறையே **A, B, C** மூன்றும் காட்டுகின்றன.

1. காஸ்மின் அடுக்கின் டென்ட்டீன் நுண் குழல்கள்; 2. குருதிச் செறிவுடைய எலும்பு அடுக்கு; 3. படல அமைப்புடைய எலும்புஅடுக்கு; 4. முள்; 5. கனாய்ன் அடுக்கு; 6. குருதிக் குழாய்.

அடித்தோல் எலும்புகளாயின (dermocranium). மேலும் மார்பு வளையத்தின் மீது அமைந்த ஒழுங்கமை செதில் காலப்போக்கில் உருவத்தால் பெருத்து, மார்பு வளையத்தோடு இணைந்து மார்பு வளைய எலும்புகளாயின. இவ்வகையில் ஏறக்குறைய 12 அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட எலும்புகள் மார்பு வளையத்தோடு இணைந்தன எனலாம். இத்துணை எலும்புகள் இணைந்த போதும், பொதுவாக இவற்றின் எண்ணிக்கை தேவைக்கேற்ப குறைவுறும் போக்குக்

காணப்படுவதால் பெரும்பான்மையான முதுகெலும்பிகளில் மார்பு வளையத்தில் மிகுதியான எலும்புகள் காணப்படுவதில்லை. முதுகெலும்பிகளின் இடுப்புவளையத்தோடு (pelvic girdle) அடித்தோல் செதில்களே இணைக்கப்படவில்லை.



படம் 5-12-70

அமியா (**Amia**) என்ற எலும்பு மீனின் மண்டையோட்டில் செதில்களின் அமைப்பு—முதுகுபக்கத் தோற்றம். நாற்கால் விலங்குகளின் மண்டையோட்டில் அமையக் கூடிய அடித்தோல் எலும்புகளை ஒத்த அமைப்பைப் படம் காட்டுகிறது.

1. நாசிப்புழை; 2. நேசல்; 3. லாக்ரிமல்; 4. ஃபிரான்ட்டல்; 5. விழிக்குழி; 6. ஜுகல்; 7. மாக்சில்லா; 8. பின்ஃபிரான்ட்டல்; 9. விழிக்குழிப் பின் எலும்புகள்; 10. ஸ்கோயமோசல்; 11. செவுள்மூடி முன் எலும்பு; 12. பரைட்டல்; 13. சுப்ரா டெம்ஃபோரல்; 14. செவுள்மூடி எலும்பு.

இருசுவாசி (Dipnoid) மீன்களில் ஒழுங்கமைவுச் செதில்கள் பெருமளவில் மெல்லியனவாக்கப்பட்டு மெல்லிய செதில்களாக்கப் பட்டுள்ளன (Leptoid scale).

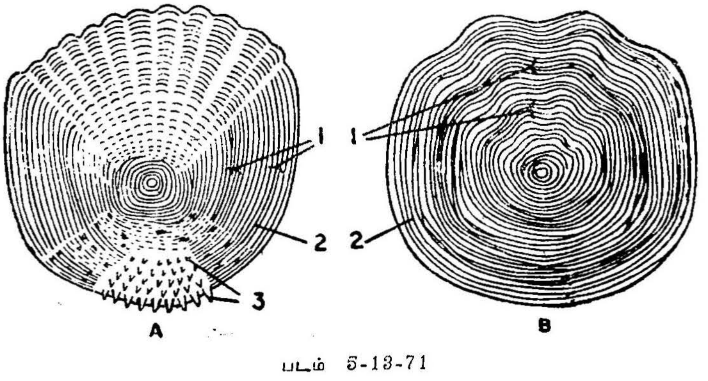
ஆக்டினாப்டெரிஜீ (Actinopterygii) என்றவகை மீன்களில் முதனிலை அடித்தோல் காப்புறையினின்றும் மண்டையோடு

மார்புவளையம் இவற்றிற்கு எலும்புகளும் பற்களும் உருவாகிய போதும் உடற்செதில்கள் வேறுவழியில் பரிணமித்தன. அவ்வழி யாவது:

ஒழுங்கமைவுச் செதில்
(cosmoid scale)
↓
பாலியோனிஸ்காய்டு செதில்
(Paleoniscoid scale)
↓
மினுக்கும் செதில் (ganoid scale)
↓
மெல்லிய செதில் (Leptoid scale)

வட்டஉருவச் செதில் (cycloid scale) | சீப்புருவச் செதில் (ctenoid scale)

ஒழுங்கமைவுச் செதிலினின் புற அடுக்கு கனோய்ன் (ganoin)என்ற பொருளினால் கடினமாக்கப்படுவதால் உருவாகியதே பாலியோனிஸ்காய்டு செதில் (paleoniscoid scale) இவ்வகைச் செதில் இன்று வாழும் பாலிப்டீரஸ் (polypteers) கலோமாய்க்திஸ் (calomoich-



படம் 5-13-71

மெல்லிய செதில்கள் (**Leptoid scales**) A—சீப்புருவச் செதில்; B—வட்டவுருவச் செதில்.

1. ஆண்டு வளர்ச்சி வட்டங்கள்; 2. வளர்ச்சி வட்டம்; 3. சீப்புருவச் செதில் முள்.

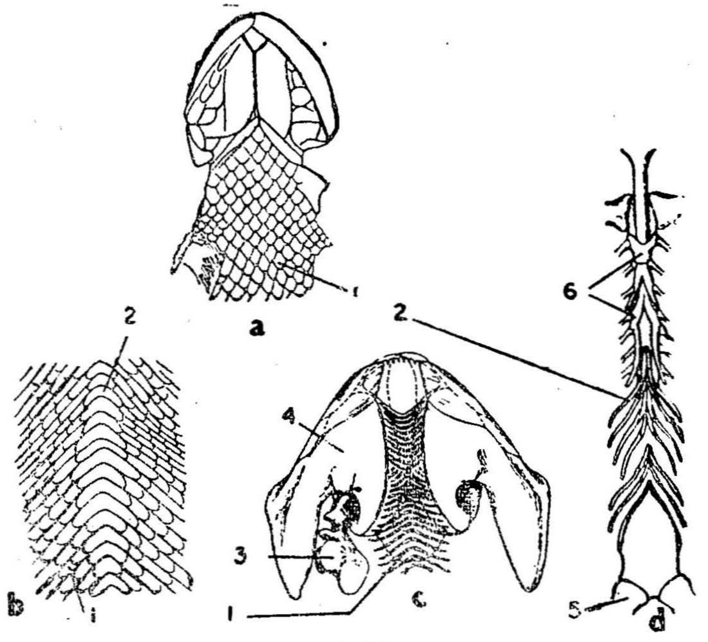
thyes) போன்ற மீன்களில் காணப்படுகின்றது. இவ்வகைச் செதில் மேலும் மெல்லியதாக்கப்படும்போது உருவாவதே மினுக்கும் செதில் (ganoid scale). இதன் மீது எனுமல் (enamel) பூச்சுற்றிருக்கும். இதில் கனுய்ன் அடுக்கும், மெலிந்துள்ள எலும்பு அடுக்கு மட்டுமே காணப்படும். இவ்வகை செதில் ஸ்டர்ஜியன் (Stergeon) எனப்படும் மீனில் காணப்படுகிறது.

கனுய்ன் அடுக்கினைக் களைவதாலே, உருவாகும் மெல்லிய செதிலே (leptoid scale) பெரும்பான்மையான எலும்பு மீன்களில் காணப்படுகின்றது. இவற்றில் இருவகையுண்டு. அவை வட்ட உருவச் செதில்கள் (cycloid scales) சீப்புருவச் செதில்கள் (ctenoid scales). இவையிரண்டும் அமைப்பிலே ஒத்தனவாயினும், புறத் தோற்றத்தில் ஓரளவு வேறுபட்டவையே. சீப்புருவச் செதிலின் விளிம்பில் நுண்ணிய முட்கள் காணப்படும். வட்டவுருவச் செதிலில் இவை காணப்படா. இன்னும் சில ஆக்ட்டினுபெடெரிஜீ மீன்களில் தோலில் அடித்தோல் செதில்கள் முற்றும் களையப்பட்டு நாற்கால் விலங்குகளின் தோலினை ஒத்தனவாக அமைந்துள்ளன.

மேற்குறிப்பட்ட தோற்றுறுப்புகளைத் தவிர்த்து வேறு சில உறுப்புகளும் அடித்தோல் காப்புறை (dermal armor) யினின்றும் உருவாயின. அவை செவுள் மூடிமுள் நீட்சிகள் (branchiostegal rays) எலும்புத் தகடுகள் (bony plates) துடுப்புக் கொம்பிழைகள் (finrays) என்பனவாம்.

கொயனிக்திஸ் (choanichthyes) என்ற மீன் வகைக்கு மேற்பட்ட நாற்கால் முதுகெலும்பிகளின் பரிணுமை வழியில் மீன்களின் அடித்தோல் காப்புறையினின்றும் தோன்றிய கடினபகுதிகளாவன: (1) ஒரு சில மண்டையோட்டு அடித்தோல் எலும்புகள், (2) பற்கள் (இவை இன்றைய ஆமைகள், பறவைகள் ஒரு சில பாலூட்டிகள் ஆகியவற்றில் இல்லை.) (3) மார்பு வளைய அடித்தோல் எலும்புகள் (இவை வாழும் சாலமாண்டர்களிலும் குளம்புடைய உயிரிகளிலும்) (ungulates) இல்லை. (4) உடற் செதில்களும் அவற்றினின்றும் தோன்றியவைகளும், முதன் மூன்றின் பரிணுமம் முன்பே விளக்கப்பட்டது. நாற்கால் விலங்குகளின் மாறுபாடடையா அடித்தோல் செதில் (dermalscale) எலும்புத்தோல் (osteoderm) எனப்படும். ஒரு சில விலங்குகளில் (முதலை வகை) இது மிகத் தடித்தும் வேறு சில விலங்குகளில் (பல்லி) மெலிந்தும் அமைந்துள்ளது. இச் செதில்கள் தடிப்புத் தன்மையைத் தவிர்த்து இரண்டு ஒரே வகையான எலும்புப் பொருளாலானவை. ஆனல் மீன்களின் அடித்தோல் செதில்களில் குறைந்தது இரண்டு வகை

யான எலும்புப் பொருள்கள் இரண்டு அடுக்கமைப்பில் காணப் படும். ஆகவே நாற்கால் விலங்குகளிலுள்ள எலும்புத் தோலுக்கும்



படம் 5-14-72

அடித்தோல் செதில்கள் வயிற்றுக் குச்சிகளாக (**gastralia**) மாற்றமுறுவதை படம் விளக்குகிறது. மார்பு பகுதியின் வயிற்றுப்பக்கத் தோற்றம்.

a—தொல்லுயிர் கோயனிக்தியன்; **b**—தொல்லுயிர் துவக்க நிலை இரு வாழ்வி; **c**—தொல்லுயிர் பின் தோன்றிய இரு வாழ்வி; **d**—ஊர்வன வகையைச் சார்ந்த முதலை.

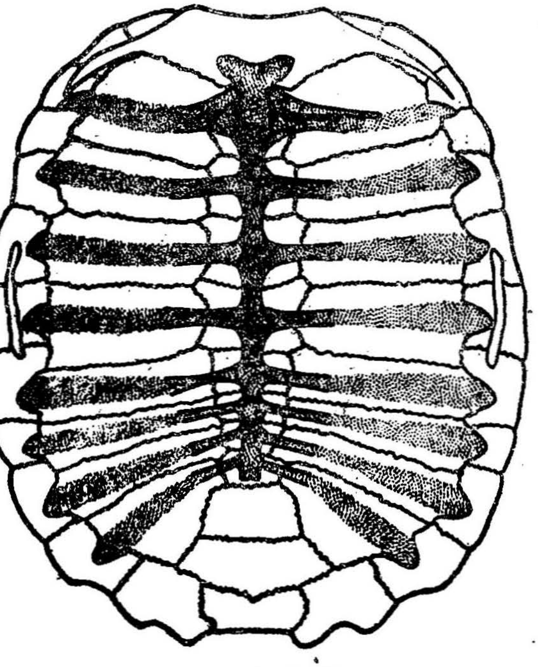
1. வயிற்று அடித்தோல் செதில்கள்; 2. வயிற்று அடித்தோல் செதில்கள் ஒன்றியதால் உருவாகிய வயிற்றுக் குச்சிகள்; 3. ஹியூமரஸ்; 4. ஸ்காப்புலோ கோரக்காய்டு; 5. பியூபிஸ்; 6. மார்பெலும்பு (ஸ்டெர்னம்).

(osteoderms) மீன்களில் காணப்படும் அடித்தோலுக்கும் உள்ள வேறுபாடு தெளிவற்ற ஒன்றே. ஒன்றிலிருந்து மற்றது மிகுந்த வேறுபாடுடையதன்று என்றே கூற வேண்டும்.

எலும்புத்தோல் பொதுவாக நாற்கால் விலங்குகளில் பரிணாம வழி மறைந்து களையப்படுவதாகும். ஆனால் பெரும்பான்மையான, வாழ்வழிந்த முதற்தோன்றி இரு வாழ்விகளிலும் (primitive

amphibians) பல வாழ்வழிந்த ஊர்வனவற்றிலும் (extint reptiles) சில வாழும் ஊர்வனவற்றிலும் (முதலைகள், பல்லிகள்) எலும்புத்தோல் காணப்படுகின்றது. வாழும் வாழ்வழிந்த பறவைகள் பாலூட்டிகளில் முற்றும் காணப்படாததொன்று, எலும்புத் தோலாம் (osteoderms). எலும்புத்தோல் மறைவுற்றுக் காணப்படும்போதே அதனைவிடச் செயல் திறன் மிக்க மேல்தோல் (epidermis) தோன்றியது என்பதைக் கருத்தில் கொள்ளுதல் வேண்டும். இதுவே தேவையற்ற கடின எலும்புத்தோல் மறையக் காரணமாயிருந்திருக்கலாம் என்பதையும் மறக்கலாகாது.

எலும்புத்தோல் மறையத் துவங்குவதற்கு முன்பே அது வேறு இருவகையான உறுப்புகளைத் தோற்றுவித்தது எனலாம். அவை மார்பு வளையத்திலுள்ள இண்டர் கிளாவிக்கள் (Inter clavicle)



படம் 5-15-73

வாழும் ஆமையின் முதுகுபக்கவுறையின் மீது அமையும் அடித்தோல் காப்புறை (வயிற்றுப்பக்கத் தோற்றம்). முதனிலைச் சட்டகமாகிய விலா எலும்புகளும், முள்ளெலும்புகளும், புள்ளியிடப்பட்டு காட்டப்பட்டுள்ளன. எஞ்சியன அடித்தால் எலும்புகள்.

என்ற எலும்பு, பல எலும்புத்தோல் பகுதிகள் ஒன்றிணைவதால் உருவாகிய குச்சிபோன்ற காஸ்டிராலியா (gastralia) என்பனவாம். இவ்விரண்டு உறுப்புகளும் முதல்தோன்றி இரு வாழ்விகளில் காணப்படுகின்றன. காஸ்டிராலியா எலும்புத்தோல் போன்ற பரிணும முக்கியத்துவம் பெருதது என்ருலும் இது சில வாழ்வழிந்த இரு வாழ்விகளிலும் ஊர்வனவற்றிலும் வாழும் முதுகெலும்பிகளில் முதலைகள், ஸ்பினேடான் (sphenodon) ஒரு சில பல்லிகள் இவற்றில் காணப்படுகிறது.

இரண்டாம் நிலை அடித்தோல் காப்புறை(Secondary demral armor)

பொதுவாக முதுகெலும்பிகளில் அடித்தோலில் எந்தவிதமான எலும்பாக்கமும் நிகழா வண்ணமே பரிணுமப் போக்கு அமைந்தது என்ருலும் ஒரு சில முதுகெலும்பிகளில் இப்பரிணுமப் போக்கு மாற்றமுற்று எதிர்த் திசையில் நிகழ்ந்துள்ளது எனலாம். இதனை ஆமைகளில் காணப்படும் புறக்காப்புறை தோற்றத்தினின்றும் தெளிவாக்கலாம். ஆமைகளின் மூதாதையர்களில் எலும்பாலாகிய கூடு (shell) கிடையாது. ஆனல் பின் தோன்றியவற்றின் உடலின் அடித்தோலில் புதிய எலும்பாக்க மையங்கள் (Centres of ossification) தோன்றி கூட்டினை உருவாக்கியுள்ளன. இவ்வெலும்பாக்க மையங்கள் முன்பு தோன்றிய எலும்பாக்க மையங்களோடு ஒத்தனவல்ல. முதலைகளிலும் பல்லிகளிலும் காணப்படும் எலும்புத் தோல்களும் முதனிலை அடித்தோல் காப்புறைகளாகத் தோன்றினுலும் இரண்டாம் தர எலும்பாக்க மையங்களினின்றும் தோன்றியவையாக இருக்க வாய்ப்புண்டு.

பாலூட்டிகளில் ஆர்மடில்லோக்களிலும் (armodillos) கிளிப்டோடாண்டுகளிலும் (glyptodonts) காணப்படும் புறக்காப்புறை இரண்டாம்நிலை எலும்பாக்க மையங்களினுல்தான் உருவானவை என்பதில் ஐயமில்லை. இவற்றில் வயிற்றுப் புறத்தில் எலும்புத் தோல் காணப்படுவதில்லை.

ஏனையவை (Miscellaneous)

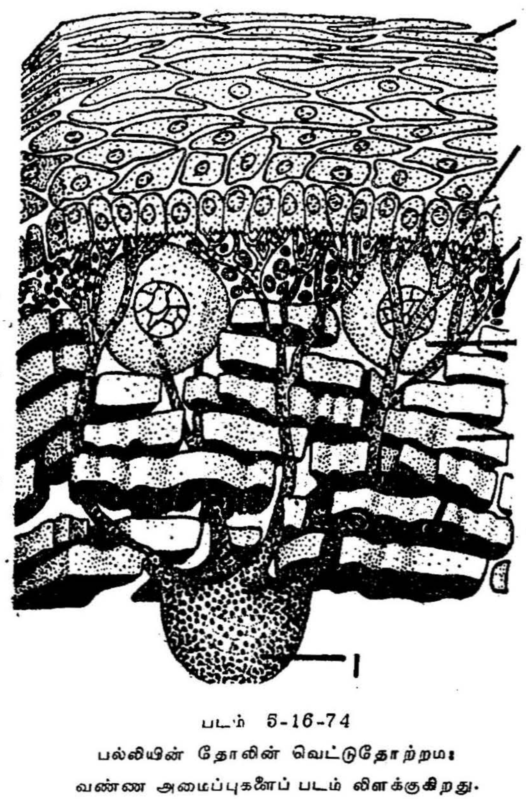
முதுகெலும்பு வகுப்புகள் பலவற்றில் அடித்தோல் தோற்றுறுப்புகள் இணைவதாலும், பெருக்கமடைவதாலும் (enlargements) பலவகையான பொருந்தா உறுப்புகள் உள்ளன.

நாற்கால் விலங்குகளில் முதனிலை அடித்தோல் காப்புறையினின்றும் பல வகையான பாதுகாப்பு உறுப்பு வளர்ச்சிகள் காணப்

படுகின்றன. வாழும் பாலூட்டிகளில் கொம்புகளின் நடுப்பகுதியாக அமைந்து கொம்புகளுக்கு வலுவூட்டும் எலும்பு வளர்ச்சிகளை இதற்குக் காட்டாகக் கொள்ளலாம். ஒரு சில மீன்களில் தனித்த செதில்கள் ஒன்றிணைவதுமுண்டு. இவ்விணைவினால் பெரும் எலும்புத் தகடுகளும் முட்களும் உருவாகும். ஸ்டர்ஜீயன் (sturgeon) என்னும் மீனின் உடற்தகடுகளும் எலும்பு மீன்களின் (teleost fishes) துடுப்பு எலும்பிழைகளும் இவ்வகையினைச் சார்ந்தனவே.

வண்ண உறுப்புகள் (Chromatic Structures)

எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும் வண்ணச் செல்கள் என்னும் க்ரோமோட்டோஃபோர்கள்(chromatophores) காணப்படுகின்றன.



படம் 5-16-74

பல்லியின் தோலின் வெட்டுதோற்றம்;
வண்ண அமைப்புகளைப் படம் விளக்குகிறது.

1. மேலோனோஃபோர்; 2. லியூக்கோஃபோர்; 3. சாந்தோஃபோர்; 4. மஞ்சள் எண்ணெய்த் துளிகள்; 5. வளரும் அடுக்கு; 6. கார்னியஸ் அடுக்கு.

முதிர்ந்த நிலையில் இச்செல்கள் எந்த இடங்களிலிருக்க வேண்டுமோ அவ்விடங்களுக்கு இவ்வண்ணச் செல்கள் கருவளர்ச்சியின் போது இடப் பெயர்ச்சியடைந்து அமைவுறுகின்றன. இச் செல்கள் விண்மீன் அமைப்பினையுடையனவாகவும் அவ்வமைப்பில்நீண்ட மெலிந்த நீட்சிகள் காணப்படும். இச்செல்களில் வண்ணத்துகள் (colour granutes) ஓர் இடத்தில் செறிந்த நிலையிலோ அல்லது செல்லின் மத்தியப்பகுதி, நீட்சிகள் இவற்றில் விரவியும் காணப்படும். இச் செல்கள் குருதிக் குழாய்களின் சுவரிலும், உடற்குழியின் சுவரிலும் கல்லீரலிலும் மற்ற உடல் உறுப்புகளிலும் காணப்படும்.

மாறும் வெப்பமுடைய முதுகெலும்பிகளில் குரோமோட்டோஃபோர்கள் (chromato phores) அடித்தோலின் மேற்பரப்பினருகே அமைந்திருக்கும். இவை மேலானோஃபோர்கள் (melano phores) எனப்படும். இவை கருமை அல்லது கரும் பழுப்பு (dark brown) வண்ணமுடையவை இவையன்றி லிப்போஃபோர்கள் (lipo-phores) என்ற நிறமிச் செல்களும் காணப்படும். மஞ்சள் வண்ணமும் எண்ணெய்த்துளியுடனும் கூடியதாகுமானல் அச்செல் சாந்தோஃபோர்கள் (Xantho phores)என்றும், செந்நிற முடையதாயின் எரித்ரோஃபோர்கள் (Erythrophores) என்றும், நிறமற்றதாயின் லியூக்கோஃபோர்கள் (leucophores) என்றும், ஒளி சிதறும் தன்மையதாயின் இரிடியோஃபோர்கள் (iridiophores) என்றும் அழைக்கப்படும். இவ்வகையான வண்ணச் செல்களும் அவை யமைந்துள்ள திசுவும் சேர்ந்து செயல்படும் போது, வியத்தகு வண்ணமாற்றம் நிகழ்கின்றது. இதனைப் பச்சோந்தி (chamaleon) யில் காணலாம். பெரும்பான்மையான மாறும் வெப்பமுடைய முதுகெலும்பிகளில் ஓரளவு வண்ணமாற்றமுடையன. பாம்புகளில் நிலவடி வாழ்ந்த (sub-tenanean) மூதாதையர்களிடமிருந்து தோன்றியமையால் அவை வண்ணத்தினையும் வண்ணத்தினை மாற்றும் திறனையும் இழந்துவிட்டிருந்த போதும் ஓரளவு வண்ண மாற்றமுறும் தன்மையன.

சுழற்சி மண்டலமும் நரம்பு மண்டலமும் எளிதில் அடையக் கூடிய அடித்தோலில் வண்ணச் செல்கள் அமைந்திருப்பதால் எளிதில் வண்ண மாற்றம் நிகழும் குரோமோட்டோஃபோர்கள், பெருமளவு நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின் சுரப்பி நீர்களாகிய (hormones) அட்ரினலின் (Adrenalin) அசிட்டைல் கோலைன் (Acetylcholine) போன்றவைகளால் செயல்படுத்தப்படுகின்றன. இந்த ஹார்மோன்கள், அடித்தோல் தந்துகிகளினல் கடத்தப்

பட்டோ அல்லது இயங்கு நரம்புகளின் முனைகளில் உண்டாகியோ வண்ணச் செல்களைச் செயல்படுத்துகின்றன.

பறவைகளில் இறகுகளும், பாலூட்டிகளில் மயிர்களும், தோலில் தோன்றியமையால் இவற்றில் வண்ண மாற்றத் திறன் முற்றும் பயன்படுத்தப்படவில்லை. இவ் விலங்குகளில் வண்ணமும், வண்ண அமைப்பும் மேல்தோலினைச் சார்ந்துள்ளன.

மேல்தோல் தோற்றுப்புகள் (Epidermal derivatives)

மேல்தோல் புறஉலகோடு தொடர்புடைய பரப்பாதலின் வேறுபாடுமிக்க சூழலுக்கு ஏற்ப மாறவேண்டிய அவசியத்தினால் சிக்கல் நிறைந்த பரிணாம வரலாற்றினையுடையது. மேல்தோலானது பல வழிகளில் சிறப்படைந்துள்ளமையால் தொடர்பான ஒரே பரிணாமப் பாதையினைப் பின்பற்றாமல் ஒவ்வொரு வகையிலும் தனித்தனிப் பரிணாமப் பாதையினைக் கொண்டுள்ளமையால் இதன் பரிணாம வரலாறு சுருக்கமானதே. மேல்தோல் தோற்றுப்புகளாவன 1. மேல்தோல் காப்புறை (epidermal seae), 2. மேல் தோல் செதில்கள் (epidermal scales), 3. வளைநகங்கள் (claws), 4. வண்ண உறுப்புகள் (chromatic structures), 5. சுரப்பிகள் (glands), 6. ஏனையவை.

மேல்தோல் காப்புறை (epidermal scale)

நீரும் அதில் கரையும் பொருள்களும் எளிதில் கடந்து செல்ல முடியாத காப்புறையாகப் புறவுறை எல்லா விலங்குகளிலும் அமைந்துள்ளது. புறகாப்புறை மேல்தோலினாலோ அல்லது அடித் தோலினாலோ ஆக்கப்பட்டிருக்கும். மேல்தோலே, வாழும் நாற் கால் விலங்குகளிலும், பெரும்பான்மையான மீன்களிலும் முதலில் தோன்றிய முதுகெலும்பிகளிலும் (prochordates) முக்கியமான புறக்காப்புறையாக (integumentary scale) அமைந்துள்ளது.

முதுகு தண்டுடையவைகளில் மேல்தோல் காப்புறை (epidermal scale) குயூட்டிகிள் (cuticle), கோழைப் போர்வை (mucoid coat), கேராட்டின் (Keratin) என்ற மூன்று பொருள்களில் ஒன்றினால் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. குயூட்டிகிள் தொடர்பான உயிரற்ற படலமாகும். இது அடியிலமைந்துள்ள மேல்தோலினால் (epidermis) சுரக்கப்படுவதாகும். இவ்வுறை மேல்தோலின் மேல் பரப்பில் காணப்படும். இவ்வகைக் காப்புறை (cuticle) முதல் தோன்றி முதுகு தண்டுடையவைகளிலும் மீன்களின் கருநிலையிலும் (embryonic fishes) இருவாழ்விகளின் லார்வாக்களிலும் காணப்

டடுகின்றது. மேற்கூறிய எல்லா உயிரினங்களிலும் மேல் தோலி லுள்ள கோழைச் சுரப்பிகள் சுரக்கும் கோழையும் போர்வையாக அமைந்து புறத்தோல் காப்புறையினைச் சிறப்புடையதாக்கும். கோழைப்போர்வை ஈரப் பதனமுடையதாயிருக்குமானால் அதுவே நீரும் அதில் கரையும் பொருள்களையும் கடத்தாப் படலமாக அமையும். ஆனால், உலர்ந்த நிலையில் அது பயனற்ற ஒன்றாம். ஆகவே கோழைப் போர்வையுடைய முதுகெலும்பிகள் ஈரப்பதன முடைய சூழ்நிலைகளில் வாழ வேண்டியது அவசியமாகின்றது. மீன்களும், இரு வாழ்விகளும் கோழைப் போர்வையினை உடை யவை; மற்றும் வளரும் நிலைகளில் குயூட்டிகிள் காணப்படுகின்றது.

முதலில் தோன்றிய முதுசெலும்பிகளில் (earliest vertebrates) அஃதாவது ஆஸ்ட்டிரக்கோடெர்ம்களில் (ostracoderms) கோழைப் போர்வை உருவாகாததாலோ அல்லது நன்கு சிறப்புற அமையாத தாலோ அவைகளில் தடித்த கனமான அடித்தோல் எலும்புக் காப்புறை (bony dermis) தோன்றியது எனலாம். கோழைப் போர்வை (mucoid coat) சிறப்புற அமைந்ததாலேயே அடித்தோல் எலும்புக் காப்புறை படிப்படியாக மறையத் துவங்கியது என்றும் கூறலாம். மேலும் இவ்வாறு அடித்தோல் எலும்புக் காப்புறை மறைந்தவுடன் உருவாகிய மென்மையான அடித்தோல் இன்று வாழும் முதுகெலும்பிகளின் சிறப்புப் பண்பாக அமைந்தது.

முதுகெலும்பிகள் நிலத்தில் வாழ முற்பட்டவுடன் கோழைப் போர்வை பயனற்றதாயிற்று. நிலத்தில் வாழ்வதற் கேற்ற தகவமைப்பினை அச் சூழ்நிலையில் வாழ்வதற்கு முன்னமே முதுகெலும்பிகள் பெற்றிருந்தன எனலாம். அவற்றின் மேல்-தோல் செல்கள் (epidermal cells) உதிர்ந்து புதிய செல்கள் உருவாகும் நிலையினைப் பெற்றிருந்தன. இந்நிலை மிகவும் செயல் திறன் மிக்க கெராட்டின் போர்வையை உருவாக்க அடிகோலியது எனலாம். இப் போர்வை கோழைப் போர்வைக்கு மாற்றாக அமைந்தது எனலாம். இக் கேராட்டின் போர்வை நாற்கால் விலங்குகளில் செயல் திறன் மிக்க மேல்தோல் காப்புறையாகச் செயல்படுகிறது.

கேராட்டினின் பரிணாமத்தை அறிய நாம் முதலில் தோன்றிய முதுகெலும்பிகளின் (prochordates) றும் துவங்க வேண்டும். இவற்றில் மேல்தோல் (epidermis) ஒரே அடுக்குச் செல்லினால் ஆகியது. இதன்மீது குயூட்டிகிள் படலம் அமைந்துள்ளமையால் இவ்வடுக்கில் தொடர்ந்து செல் பகுப்பு (cell division) நடைபெறு வதில்லை. இருந்தபோதிலும் இவ்வடுக்கு கேடுறுமானால் அப் பகுதி

மட்டும் புதிய செல்களின் உருவாக்கத்தினுல் சீர்பெறும். இவ்வுயிரிகளில் மேல்தோலில் தொடர்ந்து செல்பகுப்பு நடைபெருததால் அச்செயலால் நிகழக்கூடிய செல் உதிருதல் (sloughing of cells) காணப்படுவதில்லை.

வாழும் முதுகெலும்பிகளில் மேல்தோல் பல அடுக்குகளாலானது. இவற்றில் அடியடுக்கு வளரும் அடுக்கு (Stratum germinativum). இவ்வடுக்கில் செல்கள் தூணமைப்பினவை (columnar-cells). இவ்வடுக்கில் செல்கள் தொடர்ந்து பகுப்புற்று மேல் நோக்கி நகர்த்தப்படும். இவ்வடுக்கில் செல்பகுப்பு தொடர்ந்தோ அல்லது குறிப்பிட்ட கால இடைவெளிகளிலோ நிகழும். இந்தப் பகுப்பு துரிதமாகவோ தாமதமாகவோகூட நிகழும். வளரும் அடுக்கினின்றும் தோன்றும் செல்கள் புறத்தே தள்ளப்படும்போது அவை கன சதுரச் செல்லமைப்பினையும் (cuboidal cells), மேலும் மேலே தள்ளப்படும்போது பரப்படுக்குச் செல்லமைப்பினையும் அடைகின்றன. இச் செல்கள் செதில் தன்மையை இழந்து இறக்கின்றன.

இவ்வாறு இறந்த செல்கள் தொடர்ந்தோ அல்லது இடைவெளிவிட்டோ உதிருகின்றன. வளரும் அடுக்கு (Stratum germinativum) கன சதுரச் செல்லடுக்கு (cuboid cell layer) பரப்புச் செல்லடுக்கு (Squamous cell layer) இவைகள் ஒவ்வொன்றும், தனித்த தெளிவான வரையறை அற்றவையாக இருந்தபோதிலும் மூன்று அடுக்குகளையும் தெளிவாகச் செல்லமைப்பினுல் கண்டறியலாம்.

மேல்தோலில் குருதிக் குழாய்களின்மையால் இவ் வடுக்கிற்குத் தேவையான ஊட்டப் பொருள்கள் ஊடுருவல் (diffusion) வழியே வந்தடைகின்றன. ஆகவே மேல்தோலின் புறப்பரப்படுக்கு அருகேயுள்ள செல்களுக்குத் தேவையான ஊட்டப் பொருள்கள் கிடைக்காமையினுல் அவை இறக்கவும், உதிரவும் நேருகின்றது. இச் செல்கள் இறக்கும்போது, கேடுறுகின்றன. செல் கேடுறும்போது அவற்றின் சைட்டோபிளாசம் (cytoplasm) கேராட்டின் துகள்களாக மாற்றமுறுகின்றது. இப் பொருள் கடினமானதும் (horny) வன்மை உடையதும் ஆகும். மீன்களில் மேல்தோலின் புறச்செல்களில் கேராட்டின் மிகக் குறைவாகவே காணப்படுகின்றது. ஏனெனில் நிறைந்த கேராட்டின் (Keratin) உருவாவதற்கு முன்பே செல்கள் உதிருகின்றன. மேலும் மீன்களில் செல்பகுப்பு தாமதமாக நிகழ்வதாலும் நிறைந்த செல்கள் தோன்றுவதும் இல்லை. நிறைந்த செல்களின்மையால் கேராட்டினும் நிறைந்த அளவில்

உருவாவதில்லை. ஒரு சில இடங்களில் இக் கேராட்டின் சிறப்புற்று ஆரநீட்சி (rays) முட்களையும் உருவாக்குவதுண்டு. அமைப்பில் கேராட்டின் மீன்களில் காணப்பட்டாலும் அது தொடர்ந்து ஒரு படலமாகக் காணப்படுவதில்லை.

இரு வாழ்விகளில் (amphibians) கேராட்டின் மேலும் சிறப்பாக அமைந்துள்ளது என்றே கூறவேண்டும். முற்றும் நீரிலே வாழும் இருவாழ்விகளைவிட நிலத்தில் நீண்டகாலம் வாழும் இரு வாழ்வி களில்தான் கேராட்டின் அதிக அளவில் காணப்படுகின்றது. புற அடுக்குச் செல்கள் இறந்து விட்ட பின்பும் புறத்தோலோடு ஒட்டி யிருப்பதால் அதில் நிறைந்த கேராட்டின் உள்ளது. இதுவே கார்னியஸ் அடுக்காகும். கோழைப் படல அடுக்குக்குப் பதிலாக கார்னியஸ் அடுக்கு இவ்வாறு நிலம் வாழ் இரு வாழ்விகளில் அமை வுற்றது.இரு வாழ்விகளில் கார்னியஸ் அடுக்கு மிக மெலிந்ததாகவே காணப்படும். இருப்பினும் பல தவளைகளிலும்,தேரை(toad)களிலும் இவ்வடுக்கு உடலின் ஒருசில பகுதிகளில் மிகுதியாகச் சேமிக்கப் பட்டுக் கழலை (warts) களாக அமைந்துள்ளன. இவை பாதுகாப்பு அமைப்பாகச் செயல் புரிவதோடுமட்டுமின்றி தொடுஉணர் உறுப்பு களுக்குத் (sensory organs) துணை அமைப்பாகவும் பயன் படுகின்றன.

இறந்த செல்களின் அடுக்குகள் சேர்ந்தமைவதால் ஊர்வன வற்றில்தான் கேராட்டின் அடுக்கு மிகத் தெளிவான தடித்த அடுக்காகக் காணப்படுகின்றது. மிகக் குறைந்த ஈரப்பதனமுடைய நிலத்தில் வாழவும் கோழைப் போர்வையினை (mucoid coat) முற்றும் இழந்த நிலையிலும் கேராட்டின் அடுக்கு மிகு வளர்ச்சியுற்று (hypertrophy) தேவையான மேல் தோல் காப்புறையினை உருவாக்கியுள்ளது.

கேராட்டின் அடுக்கு அல்லது கார்னியஸ் அடுக்கு எல்லா நாற்கால் விலங்குகளிலும் தோலுரித்தல் (ecdysis) வழி புதுப்பிக்கப் படுகின்றன. ஆனால் தோலுரித்தல் பெரும்பாலும் கால இடை வெளி விட்டு ஒரு பருவ நிகழ்ச்சி (periodicity) யாக உள்ளது. சில நாள்கள் அல்லது சில வாரங்களுக்கு ஒரு முறை மேல் தோலடுக்கு புறக்கழிவாக (exuvia) நீக்கப்படுகிறது இவ்வாறு நீக்கப்பெறும் புறக்கழிவு முழுமையானதாகவும் அமைவதுண்டு. பாம்பின் சட்டை எனப்படுவது பாம்பின் மேல்தோல் முழுமையும் அன்று. மாறாக மேல் தோலின் கார்னியஸ் அடுக்கின் புறப்பகுதி மட்டுமேயாகும். பாம்பின் சட்டை கேடுறாமல் முழுமையான தாகக் காணப்படும்.

நாற்கால் விலங்குகளில் காணப்படும் தோலுரித்தல் என்ற பருவ நிகழ்ச்சி பாலூட்டிகளிலும் பறவைகளிலும் பருவ நிகழ்ச்சி யாக அமையாமல், தொடர்ச்சியான நிகழ்ச்சியாக வுள்ளது. ஏனெனில் இவ்விரு விலங்குத் தொகுதிகளிலும் மேல்தோல் தோற்றுறுப்புகளாகிய இறகுகளும், மயிர்களும் அமைந்துள்ளமை யால் அவை தோலுரித்தலுக்குத் தடையாகவுள்ளன. இறகுகளும் மயிர்களும் கார்னியஸ் அடுக்கினைப் போன்று புறக்கழிவாக நீக்கப் பட முடியாதவைகளாதலால், பறவைகளிலும் பாலூட்டிகளிலும் தோலுரித்தல் தொடர்ந்து நிகழ்கின்றது. கார்னியஸ் அடுக்கு கொஞ்சம் கொஞ்சமாக நீக்கப்பெறுகின்றது.

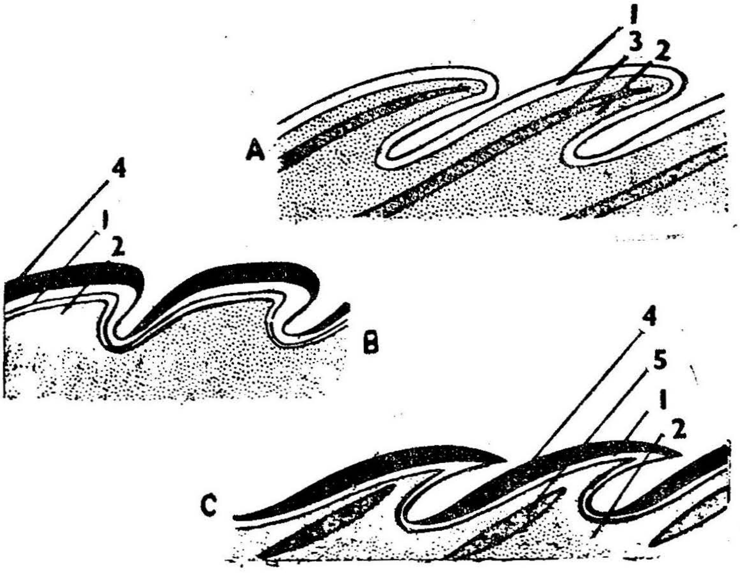
நாற்கால் விலங்குகளில் காணப்படும் தோலுரித்தல் என்ற பருவ நிகழ்ச்சி மேல்தோலின் புறத்தேய்மானத்தைக் கருத்திற் கொள்ளாமல் எல்லாக் காலங்களிலும் புறக்காப்புறை அமைதல் வேண்டும் என்ற அடிப்படையில் பரிணமித்ததாகக் கருதுதல் வேண்டும்.

ஒருசில பல்லிகளில் (lizards) உடலில் குறிப்பிட்ட பகுதிகளில் பல அடுக்குகளாக கேராட்டின் காணப்படுகிறது. இவை நீட்சி களாகவும் (projections) மூடுறையாகவும் (coverrings) அமை கின்றன. இவ்வமைப்பு வயிற்றின் பின் பகுதியிலும் (rear part of abdomen) பின் இணைப்புறுப்புகளின் (hind legs) வயிற்றுப் பக்கங் களிலும் காணப்படுகின்றன. இவை எஸ்கியூவான் செதில்கள் (escutcheon scales). இவ்வாறான செதில்களின் மீது மேலும் பல செல்லடுக்குகள் கூம்புருவத்தில் சேமிக்கப்படுவதால் சிறப்புற்ற முள் (Eteni) பரிணமித்துள்ளது. இவ்வகை முட்கள் தொடையின் பின் பகுதியிலுள்ள ஃபிமேரால் (femoral) புழையிலுள்ள செதில் களிலும் மலப்புழை முன்னமைந்துள்ள (preanal pore) புழை யிலுள்ள செதில்களிலும் உருவாகியுள்ளன. முன்பு கருதப்பட்டது போன்று இவை சுரப்புகளன்று. இருவாழ்விகளில் கார்னியஸ் அடுக்கு இருந்தபோதும் கோழைப் போர்வையைக் களைந்து அது மேல்தோல் காப்புறையாக மாறுமையை விளக்க வேண்டியது இன்றியமையாதது. இதற்குரிய காரணம் என்னவெனில் இரு வாழ்விகள் பெருமளவில் தோலினை ஒரு சுவாச உறுப்பாகக் கொண் டுள்ளமையாலும் நீருக்கடியில் குளிர் கால உறக்கத்தினைக் (hibernate) கொள்வதாலும் கோழைப் போர்வையினையுடைய மேல் தோல் அவசியமாகின்றது. இத் தோல் உலர்ந்தோ அல்லது கார்னியஸ் அடுக்குப் போன்ற கடத்தா அடுக்காகவோ (impervious layer) அமையுமேயானால் பயனற்றதாகும். ஆகவேதான் இரு

வாழ்விகளில் கேராட்டின் கொண்ட கார்னியஸ் அடுக்கு சிறப் படையவில்லை.

மேல்தோல் செதில்கள் (Epidermal scales)

கேராட்டினைக் கொண்ட கார்னியஸ் அடுக்கு உருவானமையால் ஊர்வனவற்றில் புதியதொரு அமைப்பு உருவாகியது. அதுவே மேல் தோல் செதில்களாகும் (epidermal scale). ஊர்வன



படம் 5-17-75

முதுகெலும்பிகளில் செதில்களின் அமைப்பு.

A—எலும்பு மீன் தோலில் செதிலின் அமைப்பு.

1. புறத்தோல்; 2. அடித்தோல்; 3. செதில்.

B—பாம்பில் கொம்புப் பொருள் புறத்தோல் செதில்கள்.

1. புறத்தோல்; 2. அடித்தோல்: 4. கொம்புப் பொருள் புறத்தோல் செதில்.

C—பல்லியின் தோலின் செங்குத்து வெட்டுத்தோற்றம்.

1. புறத்தோல்; 2. அடித்தோல்; 4. கொம்புப் பொருள் செதில்; 5. எலும்புத்தகடு.

வற்றின் மூதாதையர்களின் உடலிலமைந்துள்ள செதில்களில் அடித்தோல் எலும்புகளின் மீது கேராட்டின் மேலமைந்து செதில்களாகக் காணப்பட்டன. சில பல்லிகளும் முதலைகளும் இரண்டு வகையான செதில்களையும் உடையன. ஆனால் இன்று வாழும்

பெரும்பான்மையான ஊர்வனவற்றில் எலும்பற்ற கனமற்ற மேல் தோல் செதில் மட்டுமே உள்ளன. இச் செதில்கள் முன்னதைக் காட்டிலும் மிகவும் செயல் திறன் மிக்கவை. ஒரு சில இருவாழ்வி களின் உடலில் காணப்படுங் கழலைகள், ஊர்வனவற்றின் உடலில் காணப்படும் மேல்தோல் செதில்களுக்கு உறுப்பொத்தவை என லாம். இவற்றினின்றும் உருவான பின்தோன்றிகள் கீழே கொடுக் கப்பட்டுள்ளன.

எலும்போடு கூடிய கேராட்டின்
(Keratin with osteoderm)
(முதல்தோன்றி மீன்கள்
இருவாழ்விகள்)

கழலைகள்
(warts)

(எலும்போடு கூடிய)
மேல்தோல் செதில்கள்
(epidermal scales)
(முதல்தோன்றி ஊர்வன)

(எலும்பற்ற)
மேல்தோல் செதில்கள்
(ஊர்வன)

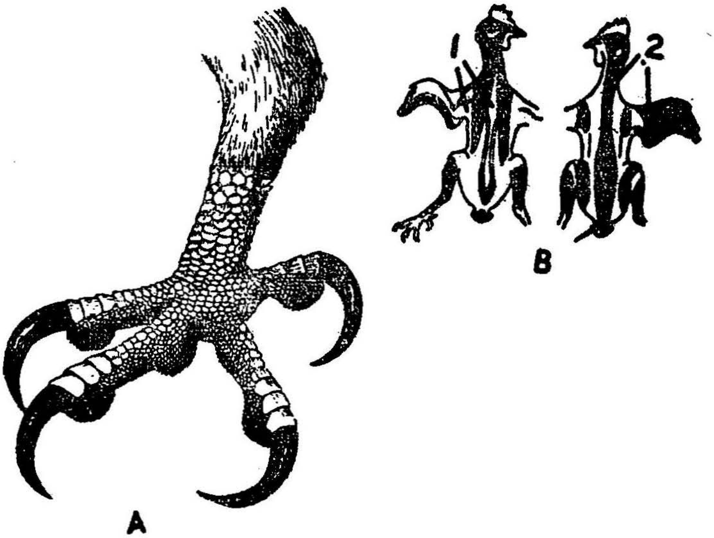
மேல்தோல் செதில்கள்
(பாலூட்டிகளில்
தேய்மான வரைகள்)
(friction ridges)

மேல்தோல் செதில்கள்
இறகுகள்
(பறவைகள்)

ஊர்வனவற்றிலிருந்து தோன்றிய பறவைகளிலும் பாலூட்டி களிலும் ஊர்வனவற்றில் பெருமளவு காணப்பட்ட மேல்தோல் செதிலின் சுவடுகள் காணப்படுகின்றன. பறவைகளின் கால்களில் மேல்தோல் செதில் மாற்றமடையாமல் உள்ளன ஏனைய பகுதி களில் செதில்கள் மாற்றமடைந்து இறகுகளாக மாறியுள்ளன. ஊர்வனவற்றிலுள்ளது போன்றே ஒருசில பாலூட்டிகளில் மேல் தோல் செதில் காணப்படுகின்றது. குறிப்பாகக் கூறவேண்டுமானால் ரோடண்டு (Rodents) களில் வாலின் மேல்பரப்பில் செதில்கள் உள்ளன. மற்றும் சில பாலூட்டிகளில் செதில்கள் இணைந்து

உராய்வு வரைகளாகவும் (friction ridges) உள்ளங்கைத் திண்டு களாகவும் (Palmar pads) மாறியுள்ளன.

மேல்தோல் சிறப்படைந்தமையால் தோன்றியவற்றில் மிகவும் தெற்றெனத் தெரிவது பாலூட்டிகளில் காணப்படும் மயிர் (hair).



படம் 5-18-76

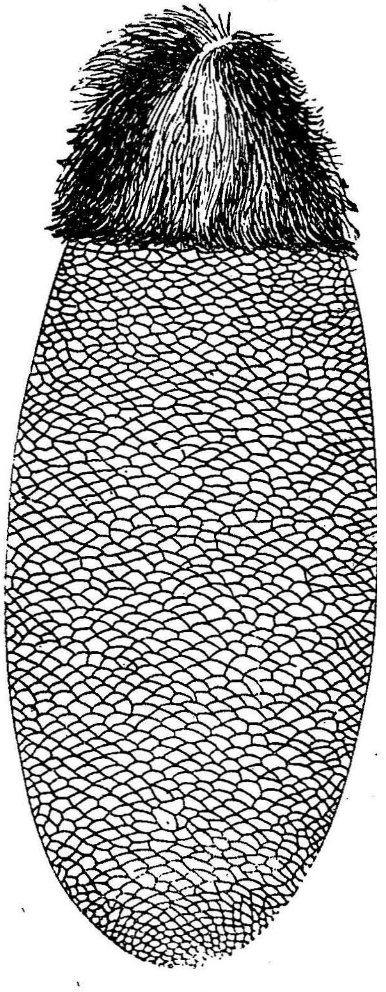
A—பருந்தின் கால்களில் புறத்தோல் செதில்கள்; **B**—பறவையில் இறகுகளின் அமைப்பு.

1. இறகற்ற தடங்கள்; 2. இறகு தடங்கள்.

இது மேல்தோல் செதில்களுடன் பறவைகளின் இறகுகள் போலன்றி இரண்டாந்தர நிலையில்தான் தொடர்புடையது. பறவைகளில் இறகுகள் மேல்தோல் செதில்களிலிருந்து நேரே தோன்றியதாம். பாலூட்டிகளின் சிறப்புப் பண்புகளில் ஒன்றாகக் கருதப்படும் மயிர், மீன்கள், முதலில் தோன்றிய இருவாழ்விகள் (primitive amphibians) இவற்றின் தொடு உணர்குழிகளினின்றும் (lactile sensory pits) தோன்றியது.

இத்தொடு உணர்குழிகள் புரோட்டோடிரைக்குள் (Prototrichs) எனப்படும். இன்று வாழும் அன்யூராக்களின் உடல்தோலில் மேற் கூறிய எளிய உணர்குழியின் மத்தியில் சிறப்புற்ற உணர்கூம்புகள்

(sensory cones) தோன்றின. பாம்புகளிலும் பல்லிகளின் மேல் தோல் செதிலின் உச்சிப் பகுதியில் காணப்படும் உச்சிக்குழிகள் (apicalpits) இவற்றிற்கு உறுப்பொத்தவை (homologous)எனலாம். இவ்வுச்சிக்குழிகள் ஊர்வனவற்றிற்கு மிகவும் பயன்தரக் கூடியவை. ஏனெனில் அவற்றின் புறத்தோல் தொடுஉணர்ச்சி



படம் 5-19-77

பாலூட்டிகளில் புறத்தோல் செதில்கள:

நீர்நாயின் வாலிலுள்ள புறத்தோல் செதிலினைப் படம் காட்டுகின்றது.

யற்றதாகவும் கேராட்டின் மிகுந்து கார்னியஸ் அடுக்காகவும் அமைவுற்றதால் இவை உணர்வுறுப்பாகச் செயல்படுகின்றன. இவ் வுச்சிக் குழிகளின் அடிப்பகுதியினின்றும் மெலிந்த மயிர் போன்ற நீள் இழை புறம்நோக்கி நீண்டுள்ளது. இவ் விழைகள் உச்சி நுண் முட்கள் (apical bristle) எனப்படுவன. இவை பெரும்பாலும் தொடுஉணர்ச்சி உறுப்பாகச் செயல்பட்டதாகவும், உச்சிக்குழி புரோட்டோடிரைக்குகள் இவற்றினை ஒத்தது எனவும் கருதப்படுகிறது. ஊர்வனவற்றில் கீழ் தாடையின் முகப்பின் (chin) செதில்களிலுள்ள உச்சிக்குழிகள் சிறப்புற்றுத் தொடு உணர்ச்சி உறுப்பாக மாறித் தாடைமுகப்பு முகிழ்ப்புகளாகவும் (mental tubercles), மலப்புழைக்கு மேலமைந்துள்ள செதில்களின் உச்சிக் குழிகள் சிறப்படைந்து மலப் புழை மேல் முகிழ்ப்புகளாகவும்(Supra anal tubercles) மாறியுள்ளன என்பர். இம் முகிழ்ப்புகள் பால் உணர்ச்சியைத் தூண்டுவன என்பர்.

படம் 5-20-78

படங்கள் 5-20-ம், 5-21-ம் சுண்டெலியின் உள்ளங்கைத் திண்டுகளுக்கும் குரங்கின் உள்ளங்கையிலுள்ள வரைகளுக்கும் உள்ள ஒத்த நிலையினை விளக்குகின்றன.

உச்சி நுண்முட்களை ஒத்த முதல் தோற்றிகளினின்றும் பாலூட்டிகளின் மயிர் பரிணமித்தது என்பர். இம் முதல் தோற்றி (progenitors)கள் முதலில் தொடு உணர்ச்சி உறுப்பாகச் செயல்பட்டுப் பின்பு இச் செயல் குன்ற, நீரில் நனையாததாகவும் வண்ண வெப்பக் கட்டுப்பாடுடையதாகவும் உருவாகி மயிராகப் பரிணமித்தது எனலாம்.

செதில்களின் அமைப்பு, அவற்றின் முகடு அல்லது உச்சியிலமைந்துள்ள உச்சிக்குழிகளின் (apical pits) அமைப்பு, முடியின் அமைப்பு, இவற்றை ஒப்பு நோக்குவோமானால் அவைகளினிடையே ஒரு பொதுத் தன்மையிருப்பதை அறியலாம். செதில்களின் ஒரு

வரிசை அடுத்த வரிசையுடன் மாறிமாறி அமைந்திருப்பதால் அவற்றின் முகட்டிலுள்ள உச்சிக் குழிகளும் மாறிமாறி அமைந் திருக்கின்றன. இதே போன்ற அமைப்பில்தான் பாலூட்டிகளிலும் மயிர் வளர்கிறது என்பதைக் கருத்தில் கொள்ளுதல் வேண்டும். (படம் காண்க.) இவ் வமைப்பு பெரும்பான்மையான பாலூட்டி

படம் 5-21-79

படங்கள் 5-20-ம், 5-21-ம் கண்டெலியின் உள்ளங்கைத் திண்டு களுக்கும், குரங்கின் உள்ளங்கை வரைகளுக்கும் உள்ள ஒத்த நிலையினை விளக்குகின்றன.

களில் மறைந்துவிட்டபோதும் இன்னும் ஒரு சில பாலூட்டிகளில் குறிப்பாக ரோடண்டுகளின் வாலிலும் மனிதனுடைய கையின் பக்கங்களிலும் இவ்வமைப்பினைக் காணலாம். இதனால் நாமறிவது உச்சி நுண்முட்களை ஒத்த முதல்தோன்றிகளினின்றும் மயிர் தோற்றியிருக்கக் கூடும் என்பது தெளிவாகின்றது.

புரோட்டோ டிரைக்குகள் (Prototrichs)
மீன்கள், இருவாழ்விகள்

உணர் கூம்புகள்
(அன்யூரன்கள்)

பறவைகளில்
இழக்கப்பட்டது

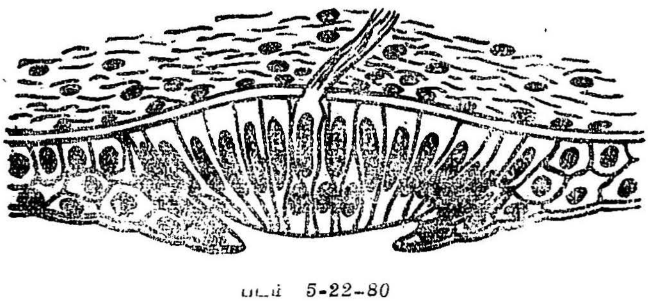
தாடை முகப்பு முகிழ்ப்புகள்
மற்றும்
மலப்புழை மேல் முகிழ்ப்புகள்
(பாம்புகள்)

உச்சிக்குழிகள் (apical pits)
(ஸ்கோயமேட்டாக்கள்)

ஃபிமோரல் மற்றும் மலப்புழை
முன் புழைகள் (பல்லிகள்)

உச்சி நுண் முட்கள்
(apical bristles)
சில பல்லிகள்

மயிர் (Hair)
(பாலூட்டிகள்)
(பாலூட்டிகள்
போன்ற ஊர்வன)

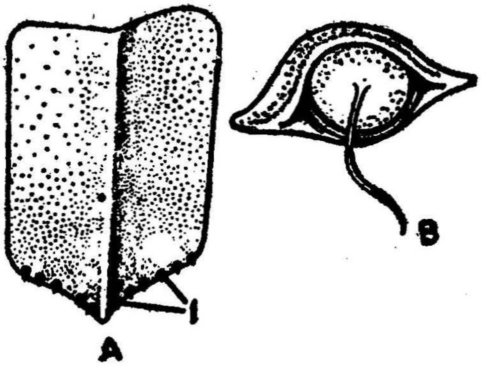


படம் 5-22-80

தொடு உணர்குழி எனப்படும் பிரோட்டோடிரைக்கு சுருமீனின் தோலில் காணப்படுவதனைப் படம் விளக்குகிறது.

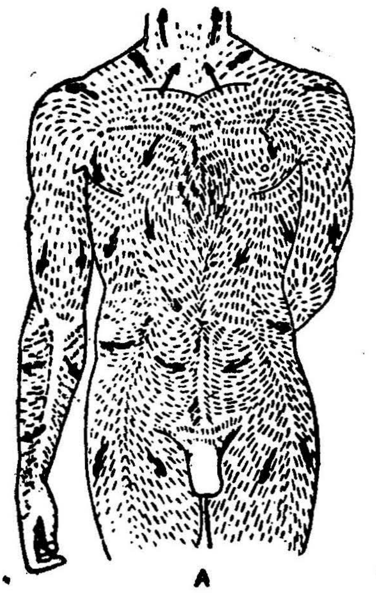
வளைநகங்கள் (Claws)

ஊர்வனவற்றில் மேல்தோல் செதில்கள் உருவாகும்போதே வளைநகங்களும் தோன்றின. ஒருசில இருவாழ்விகளில் விரல் நுனிகளில் வளைநகங்கள் போன்ற தடித்த பகுதிகள் காணப்படுகின்றன. ஊர்வனவற்றில் காணப்படும் வளைநகத்தின் அமைப்பே பறவைகளிலும் பாலூட்டிகளிலும் காணப்படுகிறது. வளைநகங்களும்



படம் 5-23-81

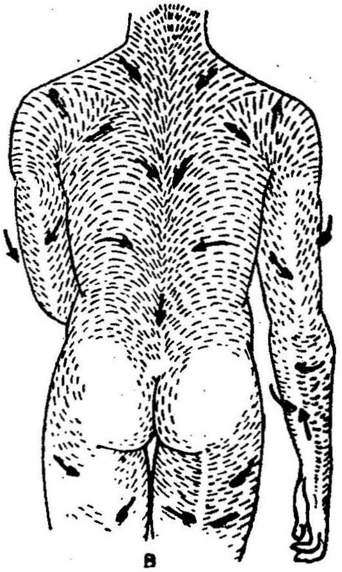
பல்லியின் செதிலில் காணப்படும் உச்சிக் குழியும், உச்சி நுண் முட்களும் **A**—முழுமையான செதில்; **B**—ஒரு உச்சிக் குழியும் அதிலமைந்துள்ள உச்சிநுண் முள்ளும். 1. உச்சிக் குழி.



படம் 5-24-82

மனித உடலின் வயிற்றுப் பக்கத்தில்,
மயிர் வளரும் திசையமைப்பினைப் படம் காட்டுகிறது.

(claws), நகங்களும் (Nails), குளம்புகளும் (hooves) எல்லாம் உறுப்பொத்தவை என்பதில் ஐயமேதுமில்லையாயினும் தெற்றெனப் புறத்தே அவற்றிடையேயுள்ள ஒற்றுமை விளங்குவதில்லை. வளை நகங்கள் நகங்கள், குளம்புகள் இவை மூன்றும் மேல்பரப்பில் கடின

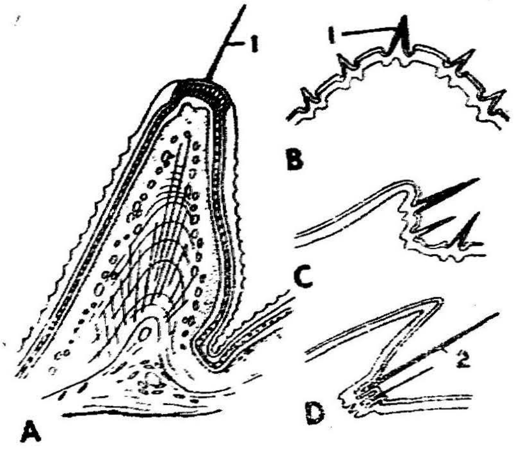


படம் 5-25-83
மனித உடலின் முதுகு பக்கத்தில்,
மயிர் வளரும் திசையமைப்பினைப் படம் காட்டுகிறது.

அங்குவிஸ் (anguis) என்பதனையும் அடியில் மென்மையான கீழ் அங்குவிஸ் (Sub anguis) என்பதனையும் உடையவை.

வண்ணப் பகுதிகள் (Chromatic Structures)

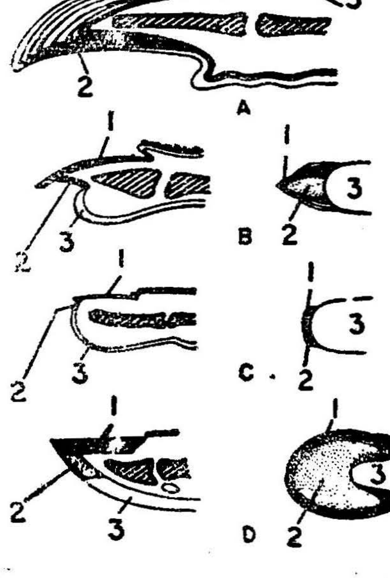
பறவைகளிலும், பாலூட்டிகளிலும் முறையே இறகுகளும் மயிரும் தோன்றியமையால் இவற்றின் மூதாதையர்களாகிய ஊர்வனவற்றில் காணப்பட்ட சிக்கல் நிறைந்த வண்ணவமைப்பு இவற்றில் பயனற்றதாகிவிட்டது எனலாம். அகவெப்ப அமைப்பினையுடைய பாலூட்டிகள், பறவைகள் இவற்றில் குரோமேட்டோஃபோர்கள் (chromatophores) அடித் தோலுக்கடியிலமைந்துள்ளது. புறத்தே தோன்றும் வண்ணத்திற்கும் இவ்



படம் 5-26-84

A—ஒரு மீன் செதிலின் செங்குத்து வெட்டுத் தோற்றம்-உணர்ச்சி முள், செதிலின் உச்சியிலுள்ளது. **B—D**—படங்கள் இரு வாழ்விகளின், கழலை மற்றும் புரோட்டோ டிரைக்குகள், பாலூட்டிகளின் மயிராக மாறும் தன்மையினை, எலியாஸ் (**Elias**) மற்றும் பார்ட்னர் (**Bartner**-1957) அவர்களின் கருத்துப் படி விளக்குகின்றன.

1. உணர்ச்சி முள்; 2. மயிர்.



படம் 5-27-85

ஊர்வனவற்றின் வளை நகங்களும் அவற்றினின்று தோன்றியனவும்.

A—ஊர்வனவற்றின் வளை நகம்; **B**—பாலூட்டிகளின் வளை நகம்; **C**—மனிதனில் காணப்படும்நகம்; **D**—குதிரையின் குளம்பு.

1. அங்குவிஸ்;2. கீழ் அங்குவிஸ்; 3. திண்டு; 4. கார்னியஸ் அடுக்கு; 5. புறத்தோலின் மால்பிசியின் அடுக்கு. **B. C, D** படங்களில் பக்கத்தோற்றமும் வயிற்றுப் பக்கத் தோற்றமும் காட்டப்பட்டுள்ளன.

வண்ணச் செல்களுக்கும் எவ்விதத் தொடர்பும் இல்லை. இவ் விலங்குகளில் வண்ணம் தனியே விரவப்பட்டுள்ள வண்ணத் துகள்களினுல் தோன்றுகிறதே யொழியத் தனித்த குரோமேட்டோஃபோர்கள், வண்ணத் துகள்கள் சேமித்துவைக்கப்படுவதில்லை. தனியே விரவியுள்ள வண்ணத் துகள்கள், ஓரளவு மேல்தோலிலும், எஞ்சியவை நகம்(nail),இறகுகள் இவற்றிலும் காணப்படுகின்றன மேல்தோலில் வண்ணத் துகள்கள் அமைந்துள்ளதால்தான் மேல்தோலுறுப்புகளாகிய இறகுகள், மயிர் இவற்றினை இத் துகள்கள் எளிதில் அடைய முடிகின்றது. புறத்தோலில் குருதிச்சுழற்சியோ நரம்புமுடிப்புகளோ (Nerve endings) இல்லாமையால் இதில் அமைந்துள்ள வண்ணத் துகள்கள் ஹார்மோன்களாலோ நரம்புமண்டலத்தாலோ செயல்படுத்தப்படுவதில்லை. பாலூட்டிகளும், பறவைகளும், வண்ண மாற்றம் (metachrortic) அடையும் தன்மையன அல்ல.

புறத்தோல் சுரப்பிகள் (Epidermal glands)

முதல்தோன்றி முதுகுதண்டுடையவைகளில் மேல்தோலில் ஒரு செல்லாலாகிய பல சுரப்பிகள் காணப்படுகின்றன. ஆனுல், பல செல்களால் ஆன சுரப்பிகள் இல்லை. இதே அமைப்புத்தான் மீன்களிலும் இருவாழ்விகளின் லார்வாக்களிலும் காணப்படுகிறது. ஆனுல் ஒரு சில மீன்களில் பலசெல் சுரப்பிகள் தோன்றுகின்றன. இவை நச்சுச் சுரப்பியாகவோ (poison gland) பூனை மீன்களின் (மார்பு துடுப்பு முட்களிலுள்ளது) நீர்ப்பையாகவோ (சுறுமீன்களில் காணப்படுவது) டெரிகோய்டியல் சுரப்பியாகவோ (pterygoidial glands) (Skates & Rays) மீன்களில் காணப்படும். பெரும்பான்மையான மேல்தோல் சுரப்பிகள் ஒரே செல்லினுலானவை. மேலும் எளிய அமைப்பினவை. அஃதாவது கிளைத்த தன்மையற்றவை. இன்று வாழும் இருவாழ்விகளில்தாம் கிளைத்த தன்மையுடைய சுரப்பிகள் காணப்படுகின்றன.

இருவாழ்விகள் நீரினின்றும் நிலத்தில் வாழ முற்பட்டவுடன் அவற்றின் மேல்தோல் சுரப்பிகளில் மாற்றம் நிகழ்ந்தன. இச்சுரப்பிகள் பல செல்களினுல் உருவாக்கப்பட்டதுமன்றி இவை கிளைத்த தன்மையையும் பெற்றன. ஹார்டீரியன் சுரப்பிகள் (Harderian glands) புதிதாக உருவாக்கப்பட்டன. மேலும், லாக்ரிமல் சுரப்பிகள் (lacrimal glands), உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகள் என்பன எல்லா நாற்கால் விலங்குகளிலும் காணப்படுகின்றன. ஒரு சில அன்யூரன்களின் விரலடியில் ஒட்டும் சுரப்பிகளும் (adhesive glands), தலைப்பிரட்டைகளில் (tadpoles)பிறப்புச் சுரப்பி

களும் (hatching glands) காணப்படுகின்றன. மேலும், இன்று வாழும் இருவாழ்விகளின் புறத்தோல் சிறப்புற்றுச் சாதாரணக் கோழைச் சுரப்பிகளும், சிறப்புற்ற நச்சுத் தன்மையுடைய நீரினைச் சுரக்கக்கூடிய நச்சுச் சுரப்பிகளும் உடையதாக மாறியது. கழலை யுடைய (wart) தோலைப் பெற்றுள்ள இருவாழ்விகளில் நச்சுச் சுரப்பி காணப்படுகிறது. இவை பரோட்டிட் சுரப்பிபோல் (parotid gland) தேரைகளின் உடலில் ஸ்காப்புலா பகுதியில் காணப்படும். தேரைகள் நச்சுத் தன்மையுடைய அன்யூராக்கள் என்ற இரு வாழ்விகளைச் சாரும்.

இருவாழ்விகளின் புறத்தோலில் காணப்படும் இருவகையான புறத்தோல் சுரப்பிகளின் காரணம் எதுவெனில் இவ்விருவகைச் சுரப்பிகளினின்றுதான் பாலூட்டிகளில் எண்ணற்ற பலவகையான சுரப்பிகளும் பரிணமித்தன என்பதே. இருவாழ்விகளில் குழாய் (tubular) அமைப்பும் நுண்பை (alvedar) அமைப்பும் உடைய சுரப்பிகளுமாம். குழாய் அமைப்புடைய சுரப்பிகளினின்று நீர்மப் பொருளும்நுண்பையுடைய சுரப்பிகளினின்று கோழைப்பொருளும் பொதுவாக உற்பத்தி செய்யப்படும்; பாலூட்டிகளில் காணப் படும் எண்ணற்ற சுரப்பிகளும் பலவகையின்பால் அடங்கும் என்பது தெளிவு. இவ்வகைச் சுரப்பிகள் திடீரென எங்கிருந்தோ தோன்றவில்லை. ஊர்வனவற்றின் புறத்தோல் பெருமளவில் கேராட்டினைப் பெற்றுச் சுரப்பியற்ற நிலையில் காணப்படுவதால், பாலூட்டிகளில் காணப்படும் சுரப்பிகளின் பரிணும வரலாற்றை அறிவது கடினமாயுள்ளது.

பாலூட்டிகளின் மூதாதையர்கள் புறத்தோல் சுரப்பிகளை வேண்டுமளவு பெற்றிருந்தனவென்றும், அவை இரண்டு வகை களாக அமைந்திருந்தன என்றும் கருத்தில் கொண்டால், பாலூட்டி களின் சுரப்பிகளின் பரிணுமத்தை எளிதில் அறியலாம். நீர்மப் பொருளினைச் சுரக்கும் குழாய்ச்சுரப்பிகள் பாலூட்டிகளின் குழாய்ச் சுரப்பிகளுக்கும், கோழைச் சுரப்பிகள் பாலூட்டிகளின் நுண்பைச் சுரப்பிகளுக்கும் ஒத்தவை எனக் கருதலாம். இவ்விரு சுரப்பிகளும் எவ்வாறு தோன்றின? ஒன்று மற்றதனின்றும் தோன்றியிருக்குமா என்றுல் இல்லை என்றே கூறவேண்டும். இவ் விரு சுரப்பிகளும் பொதுவான ஒரு மூதாதையர் வகைச் சுரப்பி யினின்றும் தோன்றியிருக்கக் கூடும். இச் சுரப்பி வாழ்வழிந்த இருவாழ்விகளில் இருந்திருக்கக் கூடும்.

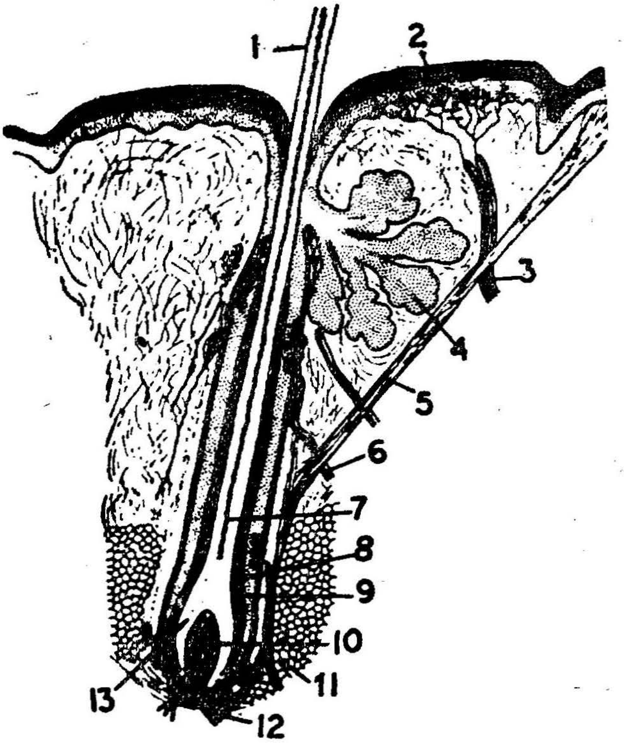
ஊர்வனவற்றில் காணப்படும் சுரப்பிகள் நாற்றச் சுரப்பிகளே (scent glands). இவை பொதுக்கழிவறைச் சுரப்பி, பொதுக்கழி

வறைப் பின்சுரப்பி, முதுகெலும்புச் சுரப்பி, கீழ்விளிம்புச் (infra marginal) சுரப்பி எனப் பலவகைப்படும். ஊர்வனவற்றில் விழிக் குழிச்சுரப்பி (orbital gland), உமிழ்நீர்ச்சுரப்பி இரண்டும் காணப் படுகின்றன. இவற்றில் பின்னது ஒருசில ஊர்வனவற்றில் நச்சுச் சுரப்பியாக மாறுபட்டுள்ளது. இருவாழ்விகளில் காணப்பட்ட நிறைந்த சுரப்பிகள் ஊர்வனவற்றில் இல்லாமைக்குக் காரணம், நீரிழப்பினைத் தவிர்ப்பதற்கே எனலாம்.

பறவைகள் ஒருவகை ஊர்வனவற்றினின்றும் தோன்றிப் பரிணமித்தன. இவ் ஊர்வன முன்பே புறத்தோல் சுரப்பிகளை இழந்திருந்தமையால் பறவைகளிலும் சுரப்பிகளின் எண்ணிக்கை யும் வகையும் மிகக் குறைவாகவே உள்ளன. பறவைகளின் இறகுகள், பாலூட்டிகளின் மயிர் போன்றவை எண்ணெய்ப் பொருளைப் பெற ஏதுவாக இருந்தபோதும் , பறவைகளுக்குத் தேவையான எண்ணெய்ப் பொருளை வாலின் அடிப்பகுதியிலுள்ள இணையான யூரோபைஜியச் சுரப்பிகளே சுரக்கின்றன. இப் பொருளானது உடலின் பகுதிகளுக்கு அலகினால் பரப்பப்படுகிறது. ஒருசில பறவைகளின் புறச்செவிக்குழாயில் மெழுகு சுரப்பிகள் (wax glands) உள்ளன. பறவைகட்கு வியர்வைச் சுரப்பிகள் இருந்திருக்குமானால் அவை இவற்றின் உடல் வெப்பத்தினை ஒழுங் கமைக்கப் பெருமளவில் பயன்பட்டிருக்கும். இவை பறவைகளின் மூதாதையர்களான ஊர்வனவற்றில் இல்லாமையால் பறவைகளில் அவை தோன்றவில்லை போலும். ஆகவே, பறவைகளில் உடல் வெப்பம் இறகு போர்வையாலும் மெலிந்த தோலின் உதவி யாலும் ஒழுங்கமைக்கப்படுகிறது.

பாலூட்டிகளில் காணப்படும் நுண்பைச் சுரப்பிகள் கொழுப்புச் சுரப்பிகளாகச் செயல்படுகின்றன. இச் சுரப்பிகள் பெரும்பாலும் மயிருடன் (ha.r) சேர்ந்தமைந்துள்ளன. மற்றும் உடலின் புழைகளிலும் இவை காணப்படுகின்றன. விழி இமை களில் (eyelids) காணப்படும் மெய்பூமீயன் சுரப்பிகளும் சையிஸ் (zeis) சுரப்பிகளும், கொழுப்புச் சுரப்பிகளின் வகையினைச் சார்ந்தவையே. ஒருசில நுண்பைச் சுரப்பிகள் நாற்றச் சுரப்பி களாக (scent glands) மாற்றமுற்றுள்ளன. இவை மலப்புழை சூழ் பகுதியில் அமைந்துள்ளன. இவ்வகைச் சுரப்பிகள் முழுமைச் சுரப்பிகள்(holoceive glands)எனப்படும். இவற்றில் சுரக்கும் படலச் செல்கள் பிரிந்து சுரப்பியில் மத்தியப் பகுதியிலமைந்துள்ள வெளியில் விழுந்து மாற்றமுற்றுச் சுரப்பி நீராக மாறும்,

பாலூட்டிகளின் உடலில் காணப்படும் குழாய்ச் சுரப்பிகள் (tubular glands) வியர்வைச் சுரப்பிகளாக (sweat glands) மாற்ற மடைந்துள்ளன. இச் சுரப்பிகள் மனிதனுடைய உடலில் எல்லாப்



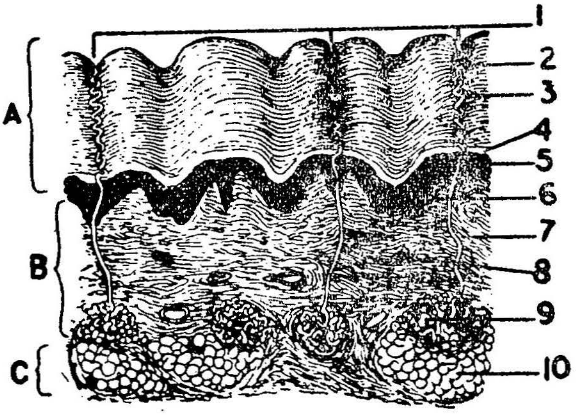
படம் 5-28-86

புற உறையின் வெட்டுத் தோற்றத்தில் காணப்படும் உறுப்புகள்

1. மயிரின் நடுப்பகுதி; 2. மயிர்த் தட்டு; 3. நரம்பு; 4. எண்ணெய்ச் சுரப்பி; 5. மயிரினை நிமிர்த்தும் தசை; 6. நரம்பு; 7. மயிரின் வேர்; 8. வேரின் புறவுறை; 9. வேரின் அகவுறை; 10. அடித்தோல் முகிழ்ப்பு; 11. கொழுப்புச் செல்கள்; 12. நரம்பு; 13. மயிர் பல்ப்.

பகுதிகளிலும் காணப்படுகின்றன. மற்றப் பாலூட்டிகளில் இச் சுரப்பி வெவ்வேறான வகையில் உடலில் பரவிக் காணப்படுகிறது. குழாய்ச் சுரப்பிகளினின்றும் உருவாகிய மற்றச் சுரப்பிகளாவன: மார்பு சுரப்பிகள் அல்லது பால் சுரப்பிகள் (mammary glands), செவியில் காணப்படும் மெழுகு சுரப்பிகள் (ceruminous glands) மற்றும் சிலவகை நாற்றச் சுரப்பிகள் என்பனவாம்.

மார்பு சுரப்பிகள் மிகுதியான பரிணும மாற்றமடைந்துள்ளன. இவை வியர்வைச் சுரப்பிகள் (sweat glands) போன்ற முன் தோன்றிகளினின்றும் தோன்றியிருக்கக் கூடும் என்று கருதப்படுகிறது. ஏனெனில், மாஞேடிரிம்களில் (Monotreme) இவை ஓரளவுதான் மாற்றமுற்றுப் பெருமளவில் வியர்வைச் சுரப்பியின்



படம் 5-29-87

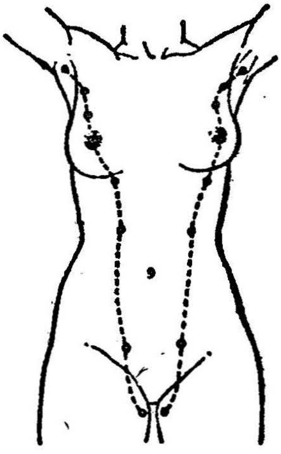
புற உறையில் காணப்படும் வியர்வைச் சுரப்பி

A—புறத்தோல்; B—அடித்தோல்; C—அடித்தோல் அடிப்பகுதி.

1. வியர்வைச் சுரப்பிப் புழைகள்; 2. வியர்வை நாளம்; 3. கார்னியஸ் அடுக்கு; 4. இடை அடுக்கு; 5. வளரும் அடுக்கு; 6. அடித்தோல் முகிழ்ப்பு; 7. அடித் தோல்; 8. குருதிக் குழாய்; 9. வியர்வைச் சுரப்பி; 10. கொழுப்புக் கதுப்பு.

அமைப்பினையுடையதாக உள்ளன. இவ்வகைச் சுரப்பிகள் குறைச் சுரப்பிகள் (apoceive glands) என அழைக்கப்படும். இவ்வகைச் சுரப்பிகளில், சுரப்பிச் செல்களின் உச்சிப்பகுதி மட்டும் தனித்துச் சுரப்பியின் குழாயில் உதிர்ந்து, மாற்றமுற்றுச் சுரப்பி நீராக அமையும். குழாய்ச் சுரப்பிகளினின்றும் இரண்டாம் நிலையில் (secondarily) மார்புசுரப்பிகள் நுண்பைச் சுரப்பி (alvedar structure) நிலையினைப் பெற்றுள்ளன. மார்புசுரப்பி முதல் தோன்றிய பாலூட்டிகளில் மார்பினின்றும் கவுட்டிவரை (groin) அமையும் பக்க வயிற்றுக் கோடாகிய (Ventrolateral line) பால் கோட்டின் (milk line) மீது அமைவுறும். மாஞேடிரிம்களில் பாற்சுரப்பிகளில் காம்பு (nipple) கிடையாது. சுரப்பிகளினின்றும் சுரக்கும் பாலானது, குழிந்த பகுதியில் விழும். இதனை இளம் உயிரிகள் நக்கிக் குடிக்கும். முதல் தோன்றிய யூதிரியா (Eutheria)

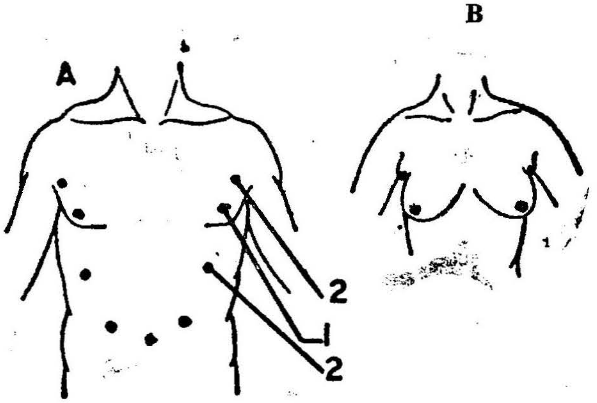
போன்ற குட்டிபோடும் பாலூட்டிகளில் பக்கத்திற்கு ஒரு வரிசையில் மார்பு சுரப்பிகள் அமைந்துள்ளன. இவ்வமைப்பு



படம் 5-30-88

மனித இனத்தில்-பால் கோடு

இக் கோட்டில், மறையும் தாற்காலிகத் தன்மையுடைய பாற் சுரப்பிகள் தோன்றும்.



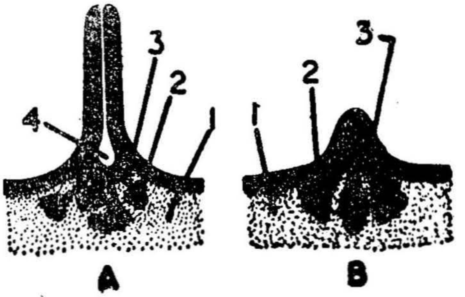
படம் 5-31-89

மனிதனில் காணப்படும் வழக்குக்குப் புறம்பான மிகு எண்ணிக்கையில் அமையும் பாற் சுரப்பிக் காம்புகளும், பாற் சுரப்பிகளும்

A—எண்ணிக்கை மிகுதியான பாற் சுரப்பிக் காம்புகள்; **B**—எண்ணிக்கை மிகுதியான பாற்சுரப்பிகள்.

1. இயல்பான பாற் சுரப்பிக் காம்பு; 2. தேவைக்கதிகமான பாற் சுரப்பிக் காம்புகள்.

பன்றி (pigs), ஊன் உண்ணிகள் (carnivora) இவற்றில் காணப்படுகின்றன. ஆனல், இவற்றில் பாற்சுரப்பியில் காம்பு (nipple) காணப்படும். நன்கு சிறப்புற்ற பாலூட்டிகளில் பாற்சுரப்பிகள் மார்பின் முன் பகுதியிலோ அல்லது வயிற்றின் பின்பகுதியிலோ

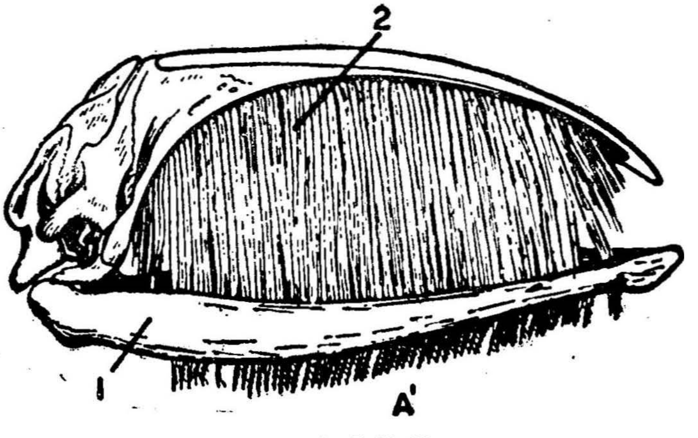


படம் 5-32-90

பாற் சுரப்பிகளின் உண்மைக் காம்பு (**teat**) பொய்க் காம்புடன் (**nipple**) ஒப்புமை செய்யப்பட்டுள்ளது

A—உண்மைக் காம்பு (**teat**); **B**—பொய்க் காம்பு (**nipple**).

1. அடித்தோல்; 2. பாற் சுரப்பி; 3. சுரப்பி நாளம்; 4. பாற் சுரப்பிப் பொதுக்குழாய்.



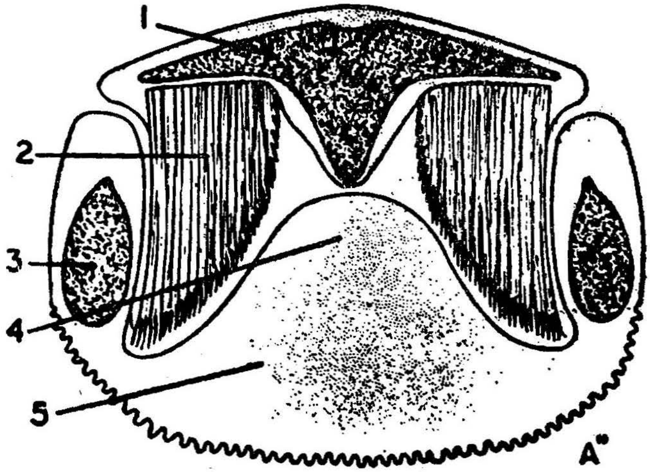
படம் 5-33-91

ஏனைய புறத்தோல் உறுப்புகள்

A—திமிங்கில எலும்பு-பக்கத் தோற்றம்

1. டெண்டரி; 2. திமிங்கில எலும்பு.

அமைந்திருக்கும். முன்வகை யானையிலும் (elephants) பிரை மேட்டுகளிலும் (primates) சைரினியன்களிலும் (sirenians), இரண்டாம் வகை குதிரைகள், பசுக்கள், பையுடைய பாலூட்டிகள் (marsupials), திமிங்கிலம் (whales) போன்றவைகளிலும் அமைந்துள்ளது. சிறப்புற்ற பாலூட்டிகளில் பாற்சுரப்பிப் பரப்புக் குறைவானது என்று கூறப்படுகிறது; அஃதாவது பாற்சுரப்பி மார்பின் முன் பகுதியிலோ அல்லது வயிற்றின் பின்பகுதியிலோ காணப்படும்.



படம் 5-34-92

ஏனைய புறத்தோல் உறுப்புகள்

A'' —மண்டையோட்டின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றத்தில் திமிங்கில எலும்பு 1. மண்டையோடு; 2. திமிங்கில எலும்பு; 3. டெண்டரி; 4. நாக்கு; 5. தொண்டையின் மென்மைத் திசு.

குறைவான பாற்சுரப்பிப் பரப்பு (mammary area) முதுகெலும்பிகளில் மரபுக்கு மாறான முறையில் முதல்தோன்றியமைப்பு (primitive condition) உருவாவதுமுண்டு. பழைய பாற்கோட்டினை (ancient milk line) கருவளர்ச்சியின் போது பழையன வழித்தோன்றல் கொள்கைப்படி (Recapitulation Theory) திரும்பப் பெற்றுப் பாற்சுரப்பி பொதுவாகத் தோன்ற வேண்டிய பகுதியினின்றும் பிறழ்ந்து முதல் தோன்றியமைப்பு (primitive condition) அமையும். தேவையான எண்ணிக்கைக்கு அதிகமான பாற்சுரப்பிகள் தோன்றுமானால் அது பாலிமாஸ்டிசம் (polymastism) என்றும், அதிகமான எண்ணிக்கையில் பாற்சுரப்பியற்றுக் காம்புகள்

மட்டும் அமையுமானல் அதனைப் பாலிதிலீசம் (polythelism) என்றும் அழைப்பர். ஒரு பாலூட்டியில் மட்டும் செயல்படும் பாற்சுரப்பிகள் ஆண்களில் காணப்படுவதுண்டு. மானேடிரிம் களில் இவ்வமைப்புக் காணப்படுகிறது. இதனைக் கைனக்கோ மாஸ்டிசம் (gynaecomastism) என்பர்.

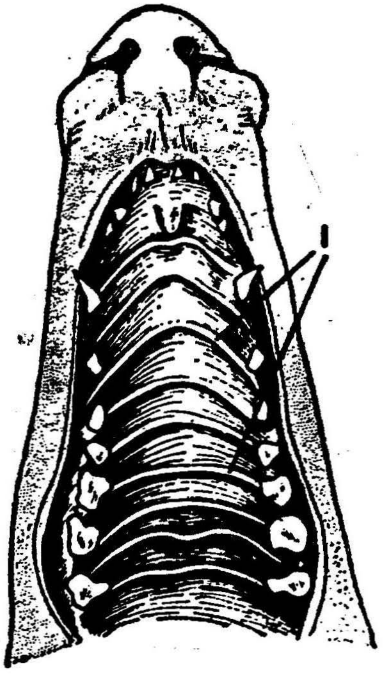
பாற்சுரப்பிகள் முனைப்பகுதியிலுள்ள உறிஞ்சும் நீட்சிகள் பல வழியாகப் பரிணமித்துள்ளன. உண்மையான காம்புடைய பாற் சுரப்பிகளில், பாற்குழாய் (mammary duct) காம்பின் உச்சி வரை நீட்சியுற்றிருக்கும். ஆனால், பொய்க்காம்புகளில் (false nipple of teat) பாற்குழாய் நீட்சியின் அடியிலமைந்துள்ள பொதுவறையில் திறக்கும். இதனின்றும் ஒரு குழாய் புறத்தே திறக்கும்.

ஏனையவை (Miscellaneous)

முதுகெலும்பிகளில் மேல்தோலினின்றும் மேல்தோல் செதில் களன்றி வேறு உறுப்புகளும் உருவாகியுள்ளன. அவைகளாவன: ஒளி உறுப்புகள் (light organs), திமிங்கில எலும்பு (whale bone), ஒரு சில திமிங்கிலங்களின் வாய்க் குழியின் அண்ணத்தினின்றும் படலம் படலமாகத் தொங்கும் வடிகட்டிகள் அண்ண வரைகள் (palative rugae)(மனிதன் ஊன் உண்ணிகள்)இஷியக் கடினத்தோல் பகுதிகள் (callosities), கழலைகள் (warts), ஒலிக்கும் எலும்பு வட்டங்கள் (rattle in rattle shake). பறவைகளின் அலகின் மீதுள்ள அலகுறை (rhampho theca), ஆமை பங்கோலின் முதலியவற்றி லுள்ள தகட்டு மேலுறை, மற்றும் பாலூட்டிகளின் கொம்பு போன்றவைகளாம்.

பாலூட்டிகளில் கொம்பு (horns) கருதுவதற்குரியது. வாழும் பாலூட்டிகளில் ஐந்து வகையான கொம்புகள் காணப்படுகின்றன: இவை முறையே மான் கொம்பு (antlers), கிளைக்கும் கொம்பு (pronghorns), காண்டாமிருகத்தின் முடிக்கொம்பு(rhinoceroshorn) மாட்டுக் கொம்பு அல்லது உண்மைக் கொம்பு (true horn) என அழைக்கப்படும். மான்களிலும் ரெயின்டீர் எனப்படும் மான் களில் காணப்படும் மான் கொம்பில் (antler) எலும்பாலான மத்திய அமைப்பும் கொம்பு வளரும் போது மேல் தோல் (epidermis) மென்மையால் வெல்வெட் உறையாகவும் காணப்படும். இம் மேல்தோல்உறை கொம்பு முற்றும் வளர்ச்சியுற்றவுடன் உதிர்ந்து எலும்பாலாகிய மத்தியப் பகுதி புறத்தே தெரியுமாறு அமையும். மேலும் எலும்பாலாகிய கொம்பும் ஆண்டுக்கொரு முறை விழுந்து புதிய கொம்பு உருவாகும். ரெயின்டீர் என்ற

•பனிமானில் ஆண் பெண் என்ற இரண்டு இனமும் கொம்பினை யுடையவை. ஆனால் மற்ற மான்களில் ஆண் மட்டும் கொம் புடையது. வயதுற்ற மான்களில் கொம்பு மிகப் பெரிய அளவுக்கு வளர்ந்து இளைத்த நிலையினதாயிருக்கும்.

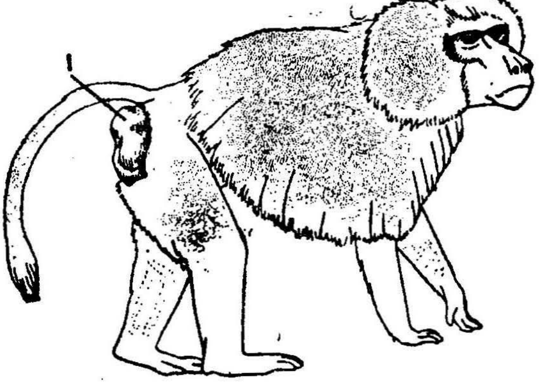


படம் 5-35-93
ஏனைய புறத்தோல் உறுப்புகள்: நாயின் அண்ண வரைகள்
1. அண்ண வரைகள்.

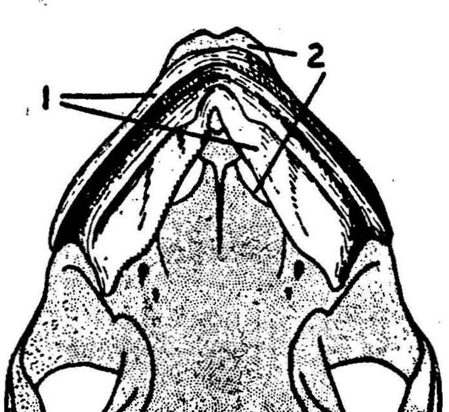
ஒட்டகச் சிவிங்கியின் (Giraffe) கொம்புகள் குட்டையாகவும் கிளைக்காததாகவும் இருப்பதோடு மட்டுமன்றி ஆண்டுக்கொரு முறை புதியதாகத் தோன்றுவதுமில்லை. மற்றெல்லா வகை களிலும் அது மானின் கொம்பினை ஒத்தது என்றே கூறலாம்.

மாட்டுக்கொம்பு அல்லது உண்மைக் கொம்பு (Bovine or true horn)எலும்பாலான மத்தியமைப்பும், கடினக் கொம்புப் பொருளா லான மேல்தோல் மேலுறையும் உடையது. இதுவும் கிளைக் காததே.

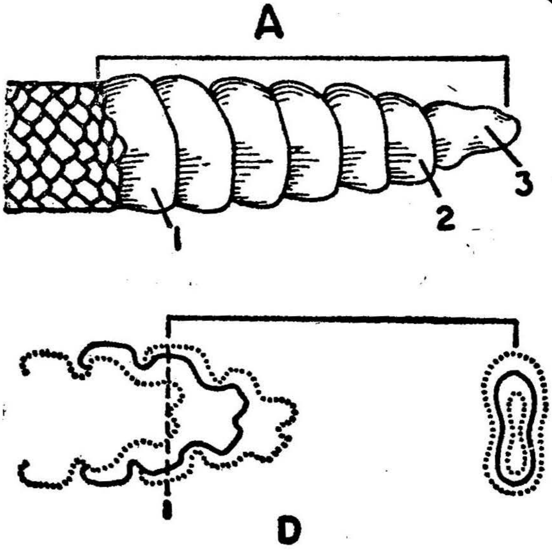
கிளைக்கும் கொம்பு (pronghorn) இரு கிளையாக அமைந்த தொன்று. இவை நிரந்தரமான எலும்பினை மத்தியிலும் கடினமான



படம் 5-36-94
ஏனைய புறத்தோல் உறுப்புகள்:
குரங்கின் தடித்த இஷியத் தோல் பகுதி
1. தடித்த இஷியத் தோல் பகுதி.



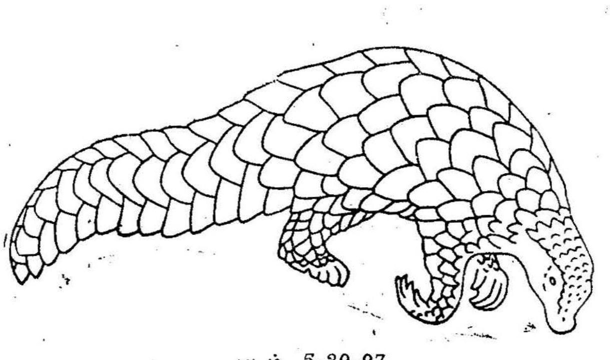
படம் 5-37-95
ஏனைய புறத்தோல் உறுப்புகள்
ஆமையின் தாடை முனையினைச் சூழும் கொம்புறை
1. கொம்புறை; 2. எலும்பாலாகிய மண்டையோடு.



படம் 5-38-96

ஏனைய புறத்தோல் உறுப்புகள்: கிலுகிலுப்பைப் பாம்பின் வால்முனைக் கிலுகிலுப்பை —முழுக் கிலுகிலுப்பை. 1. அண்மைத் துண்டு; 2. சேய்மைத் துண்டு; 3. முனைக் குமிழ்.

படம்–D—கிலுகிலுப்பைத் துண்டுகளின் அமைப்பை, பக்க வெட்டுத்தோற்றம் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம் என்பனவற்றில் காட்டுகின்றது. பக்க வெட்டுத் தோற்றம் கிலுகிலுப்பைத் துண்டுகளுக்கு இடையேயுள்ள தொடர்பினைத் தெளிவாகக் காட்டுகிறது.

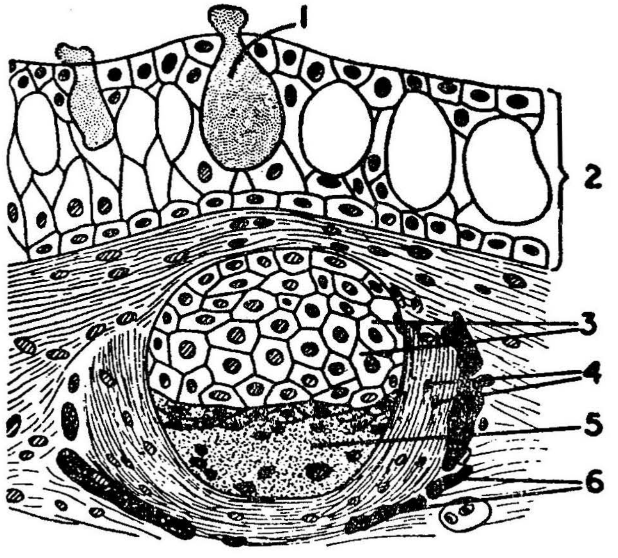


படம் 5-39-97

ஏனைய புறத் தோலுறுப்புகள்: எறும்புதின்னியின் புறத்தோல் காப்புறை

மேலுறையாக மேல்தோலினையும் பெற்றிருக்கும். இவ்வுறை ஆண்டுக்கொரு முறை உதிர்ந்து புதியதோர் உறை தோன்றும்.

காண்டாமிருகத்தின் கொம்பு நிரந்தரமானது. இது முற்றிலும் மேல்தோலினாலானது(epidermal). பல மயிர்கள் ஒன்றிய



படம் 5-40-97 a

a—ஏனைய புறத்தோல் உறுப்புகள்

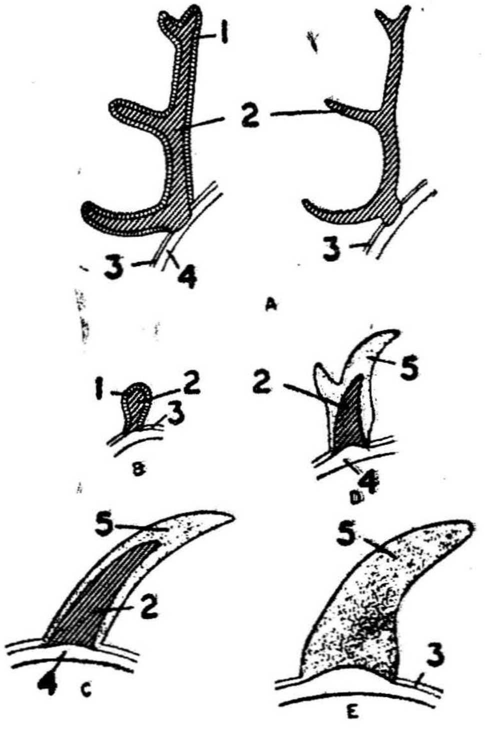
ஒளிரும் உறுப்புகள். மீனின் ஒளிரும் உறுப்பு-குறுக்குவெட்டுத் தோற்றத்தில்

1. ஒருசெல் சுரப்பி; 2. புறத்தோல்; 3. லென்சு செல்கள்; 4. எதிரொளிக்கும் செல்கள்; 5. ஒளிரும் செல்கள்; 6. மெலானோஃபோர்கள்.

தால் உருவாகியது இக்கொம்பு. கொம்பினை இணைத்துள்ள பகுதியினின்றும் பிரித்துப் பார்த்தால் மயிர்கள் தனித்தனியே அமைந்திருப்பது தெளிவாகும்.

ஒளிரும் உறுப்புகள் (photophores) ஒளியினை உண்டு பண்ணுவன. இவை மேல்தோலினின்றும் உருவானவை. இவை அடித்தோலின் மேல் பகுதியிலமைந்திருக்கும். இவ் வுறுப்பில் ஒரு சில செல்கள் சேர்ந்து லென்சாகவும் மற்றும் சில செல்கள் சேர்ந்து அவ்வுறுப்பின் அடிப்பரப்பிலிருந்து எதிரொளிப்பனவாகவும்

(reflector) செயல்படுகின்றன. ஆழ்கடல் வாழும் குருத்தெலும்பு மீன்களிலும் எலும்பு மீன்களிலும் இவை காணப்படுகின்றன.



படம் 5-41-98

பாலூட்டிகளில் காணப்படும் ஐந்து வகையான கொம்புகள்: வெட்டுத் தோற்றத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

A—மான் கொம்பு; **B**—ஒட்டகச்சிவிங்கியின் கொம்பு; **C**—மாட்டுக் கொம்பு; **D**—கிளைக்கும் கொம்பு; **E**—முடிக் கொம்பு;

1. வெல்வெட் உறை (புறத்தோலினால் ஆனது); 2. அடித்தோல் எலும்பு; 3. தோல்; 4. மண்டையோடு; 5. புறத் தோலினின்றும் உருவாகும் கேராட்டின் உறை.

இரண்டு வகையான நாற்கால் எலும்புகளில் மட்டும்தான் இது வரை ஒளிரும் உறுப்புகள் இருப்பதாகக் கண்டுள்ளனர். பழைய உலகில் ஒருவகைப் பறவையிலும், குகைவாழ் பல்லியிலும் இவ்வுறுப்புக் காணப்படுகிறது. இப் பல்லியில் ஒளிரும் உறுப்பு,

எதிரொளிக்கும் முத்துகள் (reflection pearls) என அழைக்கப் படும். இவை முதுகுபுறத்தில் கருச்சவ்வற்றவைகளின் (anam-niotes) பக்கக் கோட்டுப் புலனுறுப்பு (lateral line sense organ) அமையும் பகுதியில் காணப்படுகின்றன. பல மீன்கள் தாங் களாகவே ஒளியினை உமிழ்வதில்லை. மாறாக ஒளி உண்டுபண்ணும் பாக்டீரியாக்களை உடலுறுப்புகளில் கொண்டு ஒளியினை உண்டு பண்ணுகின்றன. இவ்வாறு உமிழப்படும் ஒளியினை வேண்டும்போது வெளிக்காட்டவும் மறைக்கவும் அம் மீன்கள் தங்கள் உடலில் ஏற்ற தகவமைப்புகளைப் பெற்றுப் பரிணமித்துள்ளன.

6. சட்டக மண்டலம்-I
அறிமுகம்

கருவளர்ச்சியில் இருவகையான எலும்புகளுள்ளனவாகக் கருதப் படுகிறது. இணைப்புத் திசு(connective tissue)அல்லது இடை நுழை திசு (mesenchyme). இவற்றினின்றும் உருவாகும் எலும்பு படல எலும்பு (membrane bone) என்றும் குருத்தெலும்பிலே ஊடுருவல் அல்லது எலும்பாக்கம் வழி உருவாகும் எலும்பு மாற்று எலும்புகள் (Replacement bone) என்றும் கொள்ளப்படுகின்றன. இவ்விரு வகை எலும்புகளும் கருவளர்ச்சியின் போது வெவ்வேறு மூலப்பொருள்களினின்று அமைந்தனவே ஒழிய இவற்றில் காணப் படும் எலும்புத் திசுவில் (bone tissue) வேறுபாடு ஏதுமில்லை. பல எலும்புகளில் இரண்டு வகையான எலும்புத் திசுக்களும் காணப் படும். எலும்புகளில் எந்தவகையான எலும்பு மிகுதியாக இருக் கிறதோ அதனை அடிப்படையாகக் கொண்டுதான் அவை மாற்று எலும்புகள் என்றும், படல எலும்புகள் என்றும் அழைக்கப் படுகின்றன. வட்ட வாயுடையவை (cyclostomes) குருத்தெலும்பு மீன்கள் (chondrichthyes). இவைகளைத் தவிர்த்து ஏனைய முது கெலும்பிகளில் எலும்புத்திசு காணப்படுகிறது. எலும்புத் திசு கருவளர்ச்சிக்குப் பின்பு தோன்றுகிறது. போட்டி மிக்க இவ்வுலகில் வலுவான எலும்புத் திசு தேவையானதொன்றே. கருவின் வளர்ச்சி யில் மிகுதியாகக் குருத்தெலும்பேயுள்ளது. ஏனெனில்,இது எடைக் குறைவாகவும், வளையும் தன்மையுடையதாகவுமுள்ளதால் கருவில் காணப்படுகிறது.

சட்டகமண்டலம் கடினமான பொருள்களாலாகிய தாங்கு பகுதிகளை, காப்புறுப்புகளையுடையது. இதில் அகச்சட்டகம் (endoskeleton), புறச்சட்டகம் (exoskeleton) என்ற இருவகைச் சட்டகங்களும் அடங்கும்.

புறச்சட்டகம் பெரும்பாலும் முதுகெலும்பிகளில் (vertebrates) காணப்படுவதில்லை. புறச்சட்டகம் உயிரி கருவளர்ச்சியடையும் போது அடித்தோல் (dermis) அல்லது மேல்தோல் அல்லது இவை

யிரண்டிலிருந்தும் உருவாகும். இதில் அமையக்கூடிய திசுக்கள் அடித்தோலினின்றும் உருவாகும் எலும்பு (bone) அல்லது மேல் தோலினின்றும் தோன்றக்கூடிய கெராட்டின் என்பனவாக அமையுமே தவிர ஒருபோதும் குருத்தெலும்பாகக் காணப்படுவ தில்லை.

அடித்தோலுக்கு அடியிலுள்ள திசுக்களினின்றும் உருவாவதே அகச்சட்டகம். இது நேரடியாக உயிரியின் கருவளர்ச்சியின் போது அடித்தோலினின்றும் உருவாவதில்லை. மாறாக வேறு மூலக இடைநுழை திசுவினின்றும் (mesenchyme) உருவாகும். அகச்சட்டகம் உடலின் பல பகுதிகளில் மூன்று வகைப்பட்ட திசுக்களால் ஆக்கப் பட்டுள்ளது.

முதுகெலும்பிகளில் சட்டகத்திசுவின் அமைப்பு

சட்டகம்
கடின தாங்கு உறுப்புகள்

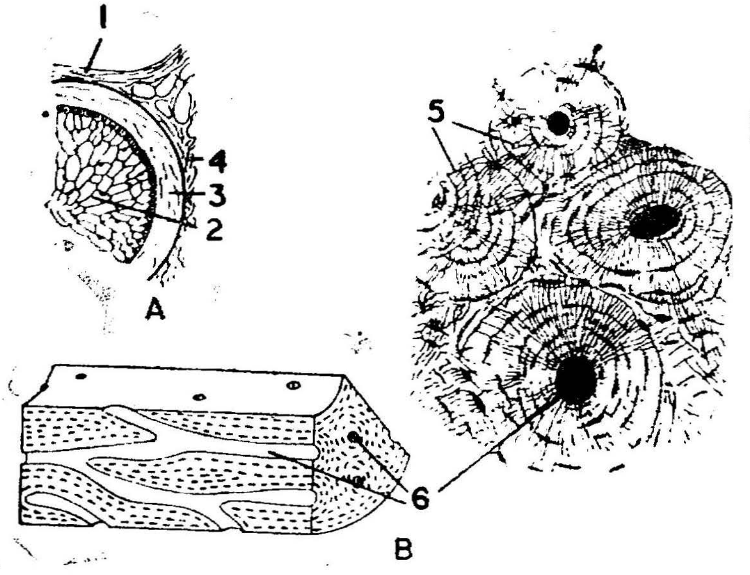
- புறச்சட்டகம் (மேல்தோல், அடித்தோல் இவற்றினின்றும் தோன்றியது)
  - கேராட்டினால் ஆகிய புறச் சட்டகம் (மேல்தோல் மூலம்)
  - எலும்பு புறச் சட்டகம் (அடித்தோல் மூலம்)
- அகச்சட்டகம் (கருவளர்ச்சியில் அடித் தோலுக்கு அடியிலுள்ள திசுக்களினின்றும் தோன்றுவது)
  - எலும்பு அகச் சட்டகம்
  - குருத்தெலும்பு அகச்சட்டகம்
  - முதுகுதண்டு

அவை முதுகுதண்டு, குருத்தெலும்பு என்பனவாம்.

புறச்சட்டத்திற்கும், அகச்சட்டகத்திற்கு மிடையே பரிணாமப் போக்கில் தெளிவான வரையறை இல்லையென்றே கூறலாம். ஏனெனில் மீன்கள் மண்டையோட்டு அடித்தோல் எலும்புகள் (cranial dermal bones) மண்டையோட்டின் பகுதிகளாகவே உள்ளன. ஆனால் முதல்தோன்றிய வகைகளில் (primitive types) இவை புறச்சட்டகமாகவே கருதப்படுகின்றன. சட்டகத் திசுக் களின் அமைப்பு முன்பு விளக்கப்பட்டுள்ளது.

சட்டகத் திசுக்கள் (Skeletal Tissues)

சட்டகம் (Skeleton) நான்குவகையான திசுக்களால் ஆக்கப் பட்டுள்ளது. அவை முதுகுதண்டு, குருத்தெலும்பு, எலும்பு, கெராட்டின் திசு (keratinoid tissue) என்பனவாம். முதுகுதண்டுத் திசு சிறப்பானதொன்றும். அது முதுகுதண்டில் மட்டும்தான் காணப்படுகிறது. இதில் காணப்படும் செல்களில் பெரிய செல்லுள் வெளிகள் (intracellular vacuoles) உண்டு. இவ் வெளிகள் நீர்



படம் 6-1-99

சட்டகத் திசுக்கள்.

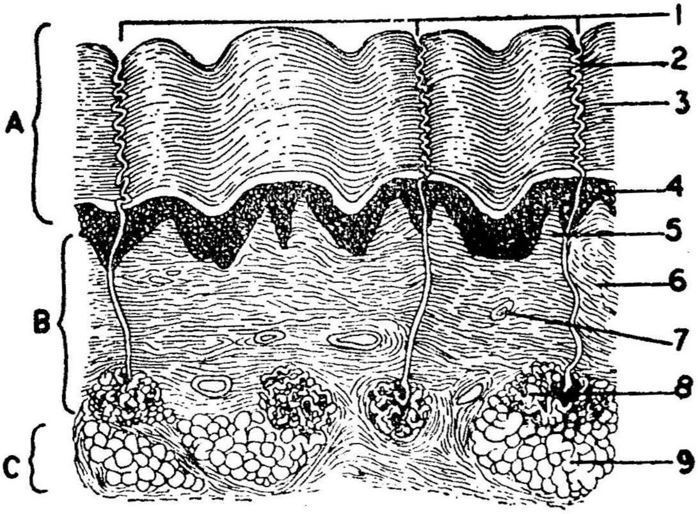
A—முதுகுத் தண்டு திசு; B—எலும்புத் திசு;

1. இணைப்புத் திசு; 2. முதுகு தண்டு; 3. நாருழைத் திசுவுறை; 4. மீள் தன்மையுடைய புறவுறை; 5. நுண் குழாய்கள்; 6. ஹவர்சியனின் குழாய்.

நிறைந்துள்ளன. இந் நீர் அழுத்தத்தால் தண்டு விறைப்பாக இருப்பதோடன்றிச் சூழ்ந்து இணைப்புத் திசு (connective tissue) சூழுறையின் மீதும் அமுக்கம் ஏற்படுத்துகிறது முதுகுதண்டு திசு வில் செல்களுக்கிடையே எவ்வித அடிப்படை இடையீட்டுப் பொருளும் (matrix) இல்லை. பொதுத் தோற்றத்தில் இத் திசு தாவரத்திசு (plant tissue) வின் அமைப்பினை ஒத்தது எனலாம். எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும் இத் திசு கருவளர்ச்சியின் போதாவது காணப்படுகிறது.

கேராட்டின், கருச்சவ்விகளில் (amniotes) பெருமளவிலும். மிகக்குறைந்த அளவில் இருவாழ்விகளிலும் (amphibia), இங்குமங்கு மாக மீன்களிலும் காணப்படுகிறது. முன்பு குறிப்பிட்டவாறு இறந்த மேல்தோல் பரப்படுக்குச் செல்களின் சைட்டோபிளாசம் மாற்றமடைவதால் உருவாவதே கேராட்டின். கேராட்டின் உடையவை கேராட்டின் திசுக்களே.

குருத்தெலும்பு எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும் காணப்படுகிறது. ஆனல் ஒருபோதும் புறச்சட்டகத்தில் அமைவதில்லை. அகச்சட்ட



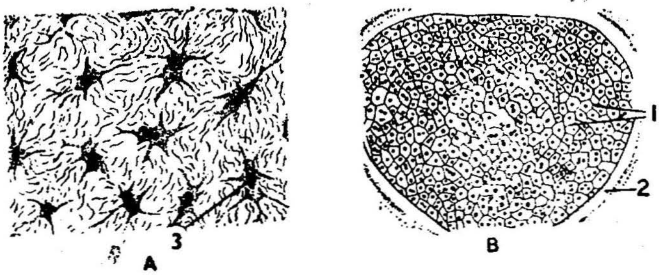
படம் 6-2-100

சட்டகத் திசு: கேராட்டின் திசு-கார்னியஸ் அடுக்கு எனப் பெயரிடப்பட்டுள்ளது.

A—புறத்தோல்; **B**—அடித்தோல்; **C**—அடித்தோல் அடியடுக்கு.
1. வியர்வைப் புழைகள்; 2. வியர்வை நாளம்; 3. கார்னியஸ் அடுக்கு; 4. கோழைச் செல்லடுக்கு; 5. அடித்தோல் முகிழ்ப்பு; 6. அடித்தோல்; 7. குருதிக்குழாய்; 8. வியர்வைச் சுரப்பி; 9. கொழுப்பு நுண் கதுப்பு.

கத்தில் மட்டுமே காணப்படும். சிதறப்பட்ட அமைப்பிலுள்ள செல் களினுல் ஆனது. இச் செல்கள் தாங்கள் சுரந்த இடையீட்டுப் பொருளிலேயே (matrix) அமைந்திருக்கும். இடையீட்டுப் பொருளில் குருதிக் குழாய்கள் காணப்படுவதில்லை. இச் செல்கள் அனைத்தும் ஊடுருவுதல் வழிதான் சுவாசிப்பதால் இவை மிகுந்த

தடித்த நிலையை அடைவதில்லை. இத் திசு இடையீட்டுப் பொருளின் அமைப்பிலே மாற்றமடையும் முகத்தான் பல படி நிலைகளிலேயே பரிணமமுற்றது எனலாம். கோழைத் திண்ம குருத்தெலும்பிலே (mucoid cartilage) இடையீட்டுப் பொருளும் கோழைத்திண்மத் தாலும் (gelatinous) குருத்தெலும்பு செல்கள் (chondrocytes) விண்

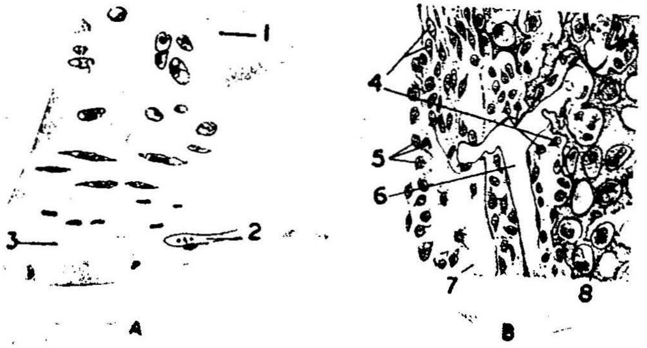


படம் 6-3-101

குருத்தெலும்புத் திசுக்களின் வகைகள்.

A—கோழைத் திண்மக் குருத்தெலும்பு; **B**—முன் குருத்தெலும்பு (**pre cartilage**)

1. பையுடைய, சூழ்வுறையுடைய குருத்தெலும்புச் செல்கள்; 2. முள்ளெலும்பின் எலும்புத் திசு.



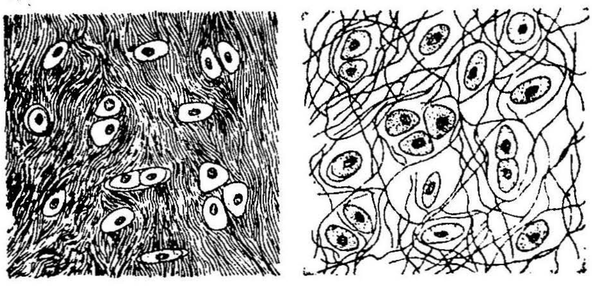
படம் 6-4-102

குருத்தெலும்புத் திசுக்களின் வகைகள்

A—ஹயலின் குருத்தெலும்பு அல்லது ஒளியூடுருவும் குருத்தெலும்பு; **B**—சுண்ணக் குருத்தெலும்பு.

1. இடையீட்டுப் பொருள்; 2. குருதிக்குழாய்; 3. குருத்தெலும்பு சூழ் உறை; **B**—சுண்ணக் குருத்தெலும்பு; 4. எலும்பாக்கமுடைய இடை நுழை செல்கள்; 5. எலும்பு இளஞ்செல்கள்; 6. எலும்பாக்கமடையும் முகிழ்ப்பின் குருதிக் குழாய்; 7. எலும்பு சூழ் பகுதி; 8. சுண்ணக் குருத்தெலும்பு.

மீனமைப்பினையும் உடையவை. இவ்வகைக் குருத்தெலும்பு சுறா மீனின் மண்டையோட்டில் அலகெலும்புகளில் (vostral cartilages) உள்ளது. ஒளியூடுருவும் குருத்தெலும்பில் (Hyaline cartilage) இடையீட்டுப் பொருள் ஒளியூடுருவத்தக்கதாகவும் கடினமான தாகவும் அமைந்திருக்கும். இந்தவகைக் குருத்தெலும்பு சுறாமீனின் மண்டையோட்டிலுள்ளது. சுண்ணக் குருத்தெலும்பில் (calcified cartilage) சுண்ணம் (calcium) சிதறியமைப்பில் இடையீட்டுப் பொருளில் சேமித்துவைக்கப்பட்டுள்ளது. ஒளியூடுருவும் குருத்



A B

படம் 6-5-103

குருத்தெலும்பு வகைகள்.

A—நாரிழைக் குருத்தெலும்பு; B—மீள் தன்மைக் குருத்தெலும்பு.

தெலும்பின் இடையீட்டுப் பொருளிலேயே சுண்ணம் சேமிக்கப் பட்டுள்ளது. ஆகவே ஒளியூடுருவும் குருத்தெலும்பே சுண்ணக் குருத்தெலும்பாகிறது, சுண்ணச் சேமிப்பினால் இடையீட்டுப் பொருள் கடினமாக்கப்படுவதுடன், மேல்பரப்பில் எலும்பின் தன்மையுடையதாகிறது. வாழும் இருவாழ்விகளிலும், ஊர்வன வற்றிலும் குருத்தெலும்புச் சட்டகம் சுண்ணக் குருத்தெலும்பிலே ஆனது. மேலும் இவ்வகைக் குருத்தெலும்பு சுறாமீன் முள்ளெலும் புகளிலும் (Vertebral) காணப்படுகிறது. பாலூட்டிகளில் காணப் படும் ஒளியூடுருவும் குருத்தெலும்பிலுள்ள (hyaline cartilage) இடையீட்டுப் பொருளில் மீள்தன்மையற்ற (Inelastic) இணைப்புத் திசு நாரிழைகள் ஊடுருவி நாரிழைக் குருத்தெலும்பினை (fibrous cartilage) உருவாக்குகிறது. இவ்வகைக் குருத்தெலும்பு பாலூட்டி களின் முதுகெலும்பிலுள்ள முள்ளெலும்பிடைத் தட்டுகளில் (intervertebral discs) காணப்படுகிறது. பாலூட்டிகளில் வேறு சில பகுதிகளில் ஒளியூடுருவும் குருத்தெலும்பின் இடையீட்டுப் பொருளில் மீள் தன்மையுடைய இணைப்புத்திசு நாரிழைகளை

(elastic connectiue tissue fibres) ஊடுருவுவதால் உருவாவதே மீள் தன்மையுடைய குருத்தெலும்பு (elastic cartilage). இவ்வகைக் குருத்தெலும்பு பாலூட்டிகளின் புறச்செவி மடலில் தாங்கு சட்டக மாகியுள்ளது.

எலும்பு குருத்தெலும்பு போன்றே செல்கள் உடைய தென்றாலும் இடையீட்டுப் பொருளின் தன்மையில் மாறுதலும், குருதிக் குழாய்களை பெற்றமையாலும் வேறுபாடானது என்றே கூறவேண்டும். எலும்பின் இடையீட்டுப் பொருளில் புரத அமைப்பினைச் சூழ்ந்து சுண்ண ஃபாஸ்பேட்டுகளும் சுண்ண கார்ப னேட்டு உப்புகளும் சேமித்து வைக்கப்பட்டுள்ளது. மற்றும் எலும்பு செல்கள் ஒன்றோடொன்று நுண்கால்வாய்கள் (canaliculi) வழி தொடர்புடையது. இவை மட்டுமல்லாமல் ஏழு எட்டு செல் அடுக்குகளுக்கிடையேயுள்ள இடையீட்டுப் பொருள், செல்கள், இவைகளுக்கு ஊடுருவும் தன்மையுடைய குருதிக் குழாய்களின் வலைப் பின்னலமைப்பினையும் உடையது எலும்பு. இவ்வமைப்பே அதனை ஒரு தடித்த தாங்கு சட்டகமாக வளர வாய்ப்பளிக்கிறது எனலாம். தனியுயிர் கரு வளர்ச்சியில் தாங்கு சட்டகம் தேவைப் படும்போது குருத்தெலும்பே எலும்புக்கு முன்பாக அமைகிறது. கருவளர்ச்சியின்போது இவ்வாறு தாற்காலிகத் தன்மையில் உரு வான குருத்தெலும்புத் தாங்கு சட்டகம் கருவின் பிற்காலத்தில் நிரந்தர சட்டகமாகவும் அமைவதுண்டு.

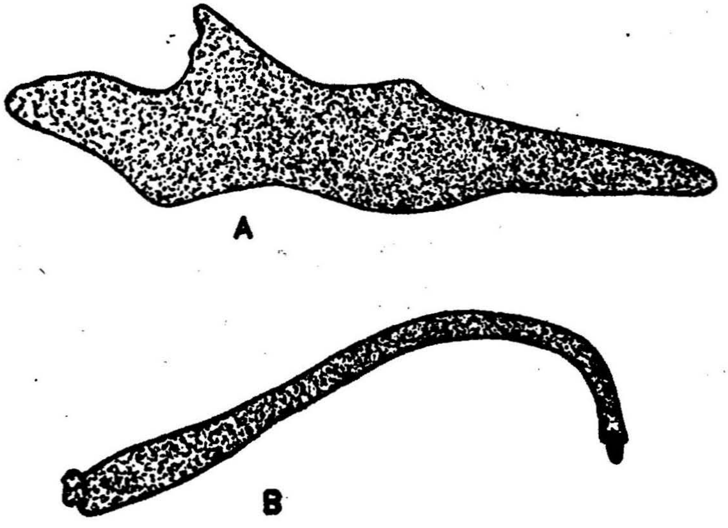
குலத் தோன்றலில் (phylogenetically) இரு வகையான எலும்புகள் உள்ளன என்று ஏற்றுக்கொள்ளப்படுகிறது. அவை அடித்தோல் எலும்புகள் (dermal bones) அடித்தோலினின்றும் தோன்றாத எலும்பு (non dermal bones) என்பனவாம். அடித் தோல் எலும்புகள் என்பன கருவளர்ச்சியின் போது அடித்தோல் இடை நுழைத் திசுவினின்றும் (dermal mesenchyme) உருவாகும் எலும்புகளும் அல்லது மூதாதையர்களின் கருவளர்ச்சியில் அடித் தோல் இடைநுழைத் திசுக்களினின்றும் உருவான எலும்புகளின் உறுப்பொத்தவை, இன்றுள்ள எலும்புகளும் ஆகும். காட்டாக பாலூட்டிகளின் மண்டையோட்டிலுள்ள ஃபிராண்டல் (frontal) பரைட்டல் (parietal) எலும்புகள் அடித்தோலினின்றும் நேரடியாக உருவாவதில்லை. ஆனால் பாலூட்டிகளின் மூதாதையர்களாகிய மீன்களில் அவற்றினையொத்த எலும்புகள் அடித்தோலினின்று தான் உருவாயின. ஆகவே அவை அடித்தோல் எலும்புகள் (dermal bones) அடித்தோலினின்றும் தோன்றா எலும்புகள் (non dermal) கருவளர்ச்சியின் போதோ மூதாதையர்களில் கூட அடித் தோலினின்றும் தோன்றியதில்லை.

அடித்தோல் எலும்புகள் புறச் சட்டகம் (exoskeleton) அகச் சட்டகம் (endoskeleton) என்ற இருவகையிலும் காணப்படும். புறச்சட்டகத்திலுள்ள எலும்புகளுக்குக் காட்டாக ஆமைகள் ஆர்மடில்லோக்கள் இவற்றின் மேலமைந்துள்ள எலும்புத் தகடுகளையும் எலும்புத் தோலையும் (osteoderms) முதலைகளின் கண்ணிமைகளில் காணப்படும் எலும்புக் கண்ணிமைகளை (os palpetra)யும் கூறலாம். அகச்சட்டகத்தின் பால் மண்டையோட்டில் காணப்படும் அடித்தோல் (dermocranium) மார்பு வளையத்தில் காணப்படும் அடித்தோல் எலும்புகள் அடங்கும். அடித்தோல் எலும்புகளின் கரு வளர்ச்சியில் அரிதாகவே குருத்தெலும்புநிலை காணப்படும். பெரும்பாலும் அவை அடித்தோல் இடை நுழைதிசு அல்லது இணைப்புத் திசுவினின்றும் நேரடியாகவே உருப்பெறும். ஆகவே அவைகளைப் படல எலும்புகள் (membrane) எனலாம். ஆகவே அவற்றினைப் படல எலும்புகள் எனவும் அடித்தோல் எலும்புகள் எனவும் அழைக்கலாம். ஆனால் சொற்கள் ஒரே பொருளினைத் தரத்தக்கதல்ல. ஏனெனில் எல்லா அடித்தோல் எலும்புகளும் படல எலும்புகளே. ஆனால் படல எலும்புகள் எல்லாம் அடித்தோல் எலும்பாகாது. ஆகவே 'அடித்தோல் எலும்பு' என்பது குலத்தோன்றுத் தன்மையையும் 'படல எலும்பு' என்பது கருவளர்ச்சியின் போது எலும்பின் தன்மையையும் குறிப்பனவாம்.

முதனிலை இரண்டாம் நிலை அகச்சட்டகங்கள் (primary and secondary endoskeletons) முதுகெலும்பிகளின் அகச்சட்டகம் இரு மூலப்பகுதிகளாகும். புறச்சட்டகத்தினின்றும் தோன்றிய அகச்சட்டகம் இரண்டாம் நிலை அகச்சட்டகம் என்றும், முதனிலை அகச்சட்டகம் புறச்சட்டகத்தின் பகுதியாக இருந்ததேயன்று. ஆகவே, இரண்டாம் நிலைச் சட்டகம் முற்றும் அடித்தோல் எலும்புகளாலானது.

அடித்தோல் முன்னோர் அற்ற அகச்சட்டகமே முதனிலை அகச்சட்டகம் எனப்படும். இச் சட்டகம், எந்தெந்த உறுப்புகளிலுள்ளதோ அவ்வுறுப்புகளின் இணைப்புத் திசுவினின்றும் உறுப்போடு அதனைத் தாங்குவதற்கும் காப்பதற்கும் பரிணமித்தது எனலாம். இதன்கண் முதுகுதண்டு படல எலும்பு குருத்தெலும்பு குருத்தெலும்புத்திசு முதலியன அடங்கும். பெரும்பான்மையான முதனிலை அகச்சட்டகம் நீண்ட வரலாறுடையவை. ஆனால் ஒருசில குறுகிய காலத் தோற்றமுடையன. மேலும் இவை படல எலும்புத் தோற்றத்தினை (membrane bone origin) உடையவை. இவ்வகை எலும்புகள் மாற்றிட எலும்புகள் (heteroropic bones) எனப்படும்.

இவ்வகையில் நாரிணைத் திசுவில் மிகுதியாக அழுத்தம் ஏற்படும் பகுதிகளில் உருவாகும் பட்டெல்லா (patella) எனப்படும் முழங்காற் சில்லெலும்பு போன்ற செசமாய்டு எலும்புகள் (sesamoid bones) புணர்புழையின் நாரிணைத் திசுவில் உருவாகும் புணர் புழை எலும்புகள் (os-vaginales) ஒரு சில பெரிய குளம்புடைய பாலூட்டிகளின் இதயத்தின் வென்டிரிக்கிளினத் தடுக்கினை உறுதியாக்க



படம் 6-6-104

மாற்றிட எலும்புகள் (**Hetrotropic bones**)

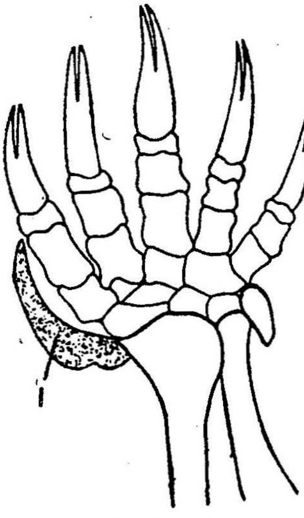
A—எருமையின் இதய எலும்பு (**os cordis**); **B**—குரங்கின் ஆண் கலவியுறுப்புக் குச்சி எலும்பு.

(Interaventricular septum) உருவாகும் இதய எலும்பு (oscordis) மற்றும் வேறு பாலூட்டிகளின் ஆண் கலவியுறுப்பின் இணைப்புத்திசுவிலமையும் ஆண் கலவியுறுப்புக் குச்சி எலும்பு (osbaculum) சில குளம்புடைய பாலூட்டிகளின் மூஞ்சி (muzzle)யில் காணப்படும் அலகெலும்புகள் (rostral) என்பன அடங்கும்.

எலும்பு மூட்டுகளின் வகைகள் (Types of anticulation)

எலும்புகள் ஒன்றோடொன்று தொடுநிலையில் அமைந்திருந்தாலும், குருத்தெலும்புகள் அவைகளிடையேயமைந்து பிரிந்திருந்தாலும் எலும்புகள் மூட்டுகளால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன

எனப்படும். எலும்புகள் தங்களின் தனித்தன்மையை இழக்காமல் ஒன்றோடொன்று சேர்ந்தமையுமானால் அவைகள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இரு எலும்புகளுக்கிடையே அமைந்த குருத்தெலும்போ



படம் 6-7-105

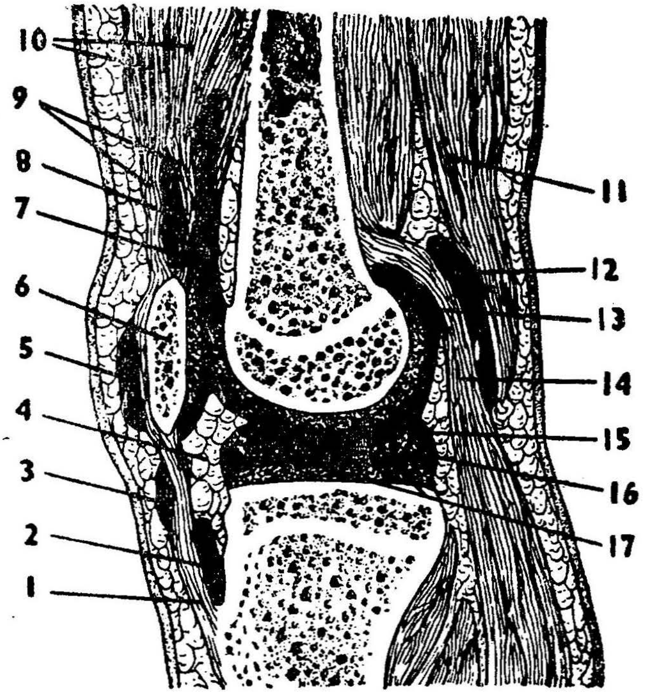
மாற்றிட எலும்பு. அகழெலியின் கை.

1. வளைவமை மாற்றிட எலும்பு.

இணைப்புத் திசுவோ மாற்றமுற்று எலும்பாகி இரண்டினையும் இணைக்குமானால் அவ்வெலும்புகள் ஒன்றின (ankylosed) எனப்படும்.

மூட்டுகள் இருவகைப்படும் அவை நகரும் மூட்டுகள் (diarthroses) என்றும், நகரா மூட்டுகள் (synarthroses) என்றும் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. நகரும் மூட்டுகளில் சைனோவியல் பை (synovial sac) மூட்டுப் பகுதியினைச் சூழ்ந்தமைந்து சைனோவியல் பாய்மத்தினை உண்டுபண்ணி குருத்தெலும்பாலான எலும்பு முனைப்பகுதிகளில் உராய்வினைத் தவிர்த்து வழவழப்பினை உருவாக்கும். சைனோவியல் பை துளையீடு (puncture) அடைந்து கேடுற்றாலோ, முதுமையின் காரணமாகக் குருத்தெலும்பாலான எலும்பு முனை எலும்பாக்கம் அடைந்தாலோ மூட்டில் அசைவு குன்றி மூட்டுகளிலுள்ள எலும்புகள் ஒன்றும் (fusion) நிலையடையும் என்பதாம்.

நகரும் மூட்டுகள் (diarthroses) நான்கு வகைப்படும். அவை யாவன: இணையுறுப்புகளை உடலோடு இணைக்கும் பந்துக் கிண்ண



படம் 6-8-106

பக்க வெட்டுத் தோற்றத்தில் நகரும் மூட்டு.

1. முழங்காற்சில் நாரிணைப்பு; 2. முழங்காற்சில் கீழ் ஆழ்வமை பை; 3. முழங்காற்சில் மேலமை பை; 4. முழங்காற்சில் கீழ் அமை, கொழுப்புத் திண்டு; 5. முழங்காற்சில் முன்னமை பை; 6. முழங்காற்சில்; 7. சைனோவியல் பையின் நீட்சி; 8. தசை நாண்களிடைப் பை; 9. குவாட்ரிசெப்ஸ் தசையின் நாண்கள்; 10. குவாட்ரிசெப்ஸ் ஃபிமோரிஸ் தசை; 1 . செமிமெம்பேரேனஸ் தசை; 12. அரைப்படலப் பை; 13. காஸ்ட்ரோனிமஸ் பை; 14. காஸ்ட்ரோனிமஸ் தசை! 15. சைனோவியல் பை; 16. சூழ் நாரிணைப்பு; 17. நடுவமைப் பிறை (**medial meniscus**).

மூட்டுகள் (ball & socket joint) முள்ளெலும்புகளை (vertebral) ஒன்றோடொன்று இணைக்கும் நழுவும் மூட்டுகள் (gliding joints), முன் கையினை (fore arm) மேல் கையோடு (upper arm) இணைக்கும் கீல் மூட்டு (hinge joint) முதுகெலும்பின் மீது தலையினைச் சுழலும்

தன்மையில் இணைக்கும் சுழலச்சு மூட்டு (pivot joint) என்பனவாம் இவ்வாறு வேறுபட்ட பலவகையான மூட்டுகளில் ஒன்றோடொன்று சேர்ந்தும் செயல்படுவதுண்டு.

சைனோவியல் உறுப்புகள் நன்கு வளர்ச்சியுறாமல் எலும்புகளிடையே இடப்பெயர்ச்சி, அதாவது நகருதல் குறைவான அளவிலேயே நிகழுமானால் அவ்வகை மூட்டு குறை நகரும் மூட்டுகள் (Amphiarthroses) எனப்படும். இவ்வகையான மூட்டுகள் மார்பெலும்பு (sternum) துண்டங்களிடையேயும் முள்ளெலும்புகளின் மத்தியப் பகுதிகளிடையேயும் உள்ளது.

நகரா மூட்டுகளில் சைனோவியல் உறுப்புகளின்மையால் இவற்றினை நகரும் மூட்டுகளினின்றும் எளிதில் பிரித்தறியலாம். இவ்வகை மூட்டுகள் அசைவு இன்றியே கூட அமையும். நகரா மூட்டுகள் இரண்டு வகைப்படும். ஒரு வகையில் இணைப்பு மூட்டிலமையும் இரு எலும்புகளுக்கிடையே குருத்தெலும்பினால் (cartilage) ஆனது. இதனைக் குருத்தெலும்பு நகரா மூட்டு (synchondroses) என்பர். மற்றதில் இணைப்புத்திசு படல எலும்பாகி, எலும்புகளிடையே இணைப்பினை உருவாக்கியிருக்கும். இதனை எலும்பு நகரா மூட்டு (syndernoses) என்பர். எலும்பு நகரா மூட்டுகள் விளிம்பமைப்பிலும் (sutum) குருத்தெலும்பு நகரா மூட்டுகள் எலும்பு ஒன்றியமாகவும் அமையும். மேலும் இவ்விரு வகையிலும் எலும்பு ஒன்றியம் நிகழ்வதுண்டு. எலும்பு ஒன்றியம் (fusion of bones) நகரும் மூட்டுகளை விட நகரா மூட்டுகளின் பகுதிகளில் நிகழ வாய்ப்புண்டு.

அகச்சட்டகத்தின் பகுதிகள் (Parts of endoskeleton)

1. அச்சுச்சட்டகம் (Axial skeleton)
   - A. மண்டை எலும்புகள்.
   - B. மண்டை பின் எலும்புகள்.
     - (a) தொண்டைச் சட்டகம் (pharyugcal skeleton)
     - (b) முதுகெலும்பு (Vertebral column)
     - (c) விலா எலும்புகள்
     - (d) மார்பெலும்பு
2. இணைப்புறுப்புச் சட்டகம்
   - (a) வளையங்கள் (girdles)
   - (b) இணையான இணைப்புறுப்புகள்
   - (e) இணையற்ற இணைப்புறுப்புகள்

7. சட்டக மண்டலம்-II

அச்சுச் சட்டகம்-தொண்டைக்குப் பின் பாகம்
(Postpharyngeal axial skeleton)

ஆரம்ப நிலைகளிலே முதுகெலும்பின் பரிணாமம் தெளிவாக விளங்கவில்லை. முதிர்ந்த உயிரிகளில் எலும்பாக்கமின்மையால் உள்ள தொல்லுயிர் எச்சங்களில் (early fossils) முதுகெலும்பின் சுவடே தெளிவாயில்லை. ஆகவே முதுகெலும்பின் பரிணாம வரலாறு இன்று வாழும் முதற்தோன்றி முதுகெலும்பியின் முதுகெலும்பினை அடிப்படையாகக் கொண்டே விளக்கப்பட்டுள்ளது.

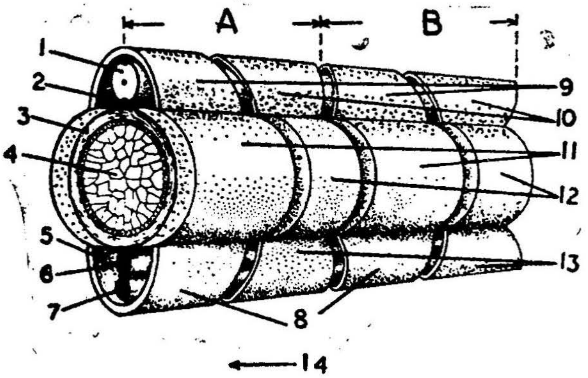
தண்டுவடத்தினையும் (Spinal cord) முதுகு மகாதமனியினையும் (dorsal aorta) பாதுகாக்கவே முள்ளெலும்புகள் (vertebral) உருவாகியிருக்கக் கூடும். முதுகு தண்டுடன் (notochord) முதுகு பக்கத்திலும், வயிற்றுப் பக்கத்திலும் முதுகெலும்புப் பகுதிகள் அமைந்திருப்பதால் அவை முதுகு தண்டோடு இணைந்து முதுகெலும்பு உருவானது ஓர் இயல்பான செயலாகியது. நடு உடலின் தசைகள் இணையும் பரப்பாகவும் முதுகெலும்பு பயன்படுவதோடு நாற்கால் விலங்குகளில் அதுவே ஓர் வளைவு முகடு (arch) ஆகச் செயல்படுகிறது. இவ்வளைவு முகட்டினின்றும் நடுவுடல் தொங்கவிடப்பட்ட நிலையிலமைந்துள்ளது.

முதிர்ந்த உயிரியில் முதுகெலும்புப் பகுதிகள் (Adult Vertebral Componnet)

தண்டுவடத்தின் முதுகு பக்கத்தில் Λ உருவ வளைவு முகடுகள் முதலில் தோன்றின. இவை தோன்றியவுடன் தண்டுவடத்திற்குப் பாதுகாப்பு ஏற்பட்டது. இவ்வளைவுகளில் அடிமுனைகள், முதுகு தண்டு (notochord) உறையின் மீது அமைந்தன. முதன்முதலில் தோன்றிய முள்ளெலும்பு ஒவ்வொன்றிற்கும் முதுகு பக்க இரண்டு

வளைவுகள் (dorsal arches) அமைந்திருந்தன. அவை நியூரல் வளைவு (Neural arch) நியூரல் இடை வளைவு (interneural arch) என்பனவாம்.

அடுத்தபடியாக முதுகு தண்டின் வயிற்றுப் புறத்தில் V உருவ வளைவுகள் தோன்றின. இவ்வளைவுகள் வால் பகுதியில் வால் சிரை



படம் 7-1-107

முதுகெலும்பின் அடிப்படைப் பகுதிப் பொருள்கள்.

A-B—ஒவ்வொன்றும் ஒரு முள்ளெலும்பு.

1. நியூரல் குழாய்; 2. நியூரல் குழாய்; 3. முதுகு தண்டு உறை; 4. முதுகு தண்டு; 5. ஹீமல் குழாய்; 6. வால்த் தமனி; 7. வால்ச் சிரை; 8. ஹீமல் வளைவுகள்; 9. நியூரல் வளைவுகள்; 10. நியூரல் இடை வளைவு; 11. இடை மத்தியப் பகுதி; 12. பக்க மத்தியப் பகுதி; 13. ஹீமல் இடை வளைவு; 14. முன் முனை நோக்கும் அம்புக் குறி.

(candal vein) வால்தமனி (candal artery) இவற்றினைச் சூழ்ந்தமைந்தன. இங்கும் ஒவ்வொரு முள்ளெலும்பிலும் இரண்டு வளைவுகள் அமைந்தன. அவை ஹீமல் வளைவு (haemal arch) ஹீமல் இடை வளைவு (interhaemal arch) என்பனவாம். நடுவுடல் பகுதிகளில் இவை எச்ச உறுப்புகளாகவுள்ளன. நியூரல் இடை வளைவும் (interneural arch) ஹீமல் இடைவளைவும் (interhaemal arch) இடைச்செருகு வளைவுகள் (intercalary arches) எனப்படும். நியூரல், ஹீமல் வளைவுகள் அடிப்படை வளைவுகள் (basal arches) எனப்படும்.

மூன்றாவது நிலையில் மத்தியப் பகுதிகள் (centra) உருவாயின. இவை முதுகு தண்டிலோ அல்லது அதன் மீதோ தோன்றின. இம் மத்தியப் பகுதிகள் மேற்கூறிய வளைவுகளைத் தாங்கும் பரப்பாக

அமைவதோடு மட்டுமன்றி அவை புதைந்தமையும் அடிப்பரப் பாகவும் செயல்பட்டன. வளைவுகள் போன்றே இவையும் ஒவ்வொரு முள்ளெலும்பிற்கும் இரண்டிரண்டாக அமைந்தன. அவை இடை மத்தியப் பகுதி (intercentrum) பக்க மத்தியப் பகுதி (pleurocentrum) என்பன. இவற்றில் இடை மத்தியப் பகுதி முதுகு பக்கத்தில் நியூரல் வளைவோடும், வயிற்றுப் பக்கத்தில் ஹீமல் வளைவோடு தொடர்புற்றும், பக்க மத்தியப் பகுதி (pleurocentrum) முதுகு பக்கத்தில், நியூரல் இடை வளைவோடும், வயிற்றுப் பக்கத்தில் ஹீமல் இடை வளைவோடும் தொடர்புற்றும் அமைந்திருந்தன. மத்தியப் பகுதி (centrum) ஒன்றாகவே முதன்முதலில் அமைந்திருக்கக் கூடும் என்றும், இதுவே பின்பு இடை மத்தியப் பகுதி (intercentrum) பக்க மத்தியப் பகுதி என இரண்டாகப் பகுப்புற்றிருக்கக் கூடும் என்றும் கருதப்படுகிறது.

முதன்முதலில் முள்ளெலும்பின் ஆறு பகுதிகளும் அதன் வல இடப் பகுதிகளில் இணையாக (paired)வே சமச்சீரமைப்பில் (bilateral) குறைந்த பட்சம் கருவிலாவது அமைந்திருக்கக் கூடும் என்றும் அவ்வமைப்பே முதல்தோன்றி முதுகெலும்பிகளில் (primitive vertebrates) நிலைத்திருக்கிறது என்றும் கூறப்படுகிறது.

வட்ட வாயுடையவைகளில்(cyclostomata) மத்தியப்பகுதியற்ற முதுகுபுற, வயிற்றுப்புற வளைவுகளோடு முதுகெலும்பு அமைந்துள்ளமையால் அவற்றில் முதலிரண்டு பரிணமப் படி நிலைகள் உள்ளன எனக் கொள்ளலாம். கான்ட்ராஸ்டி (chondrostei) என்ற குருத்தெலும்பு மீன்களில் மத்தியப் பகுதிகள் இரண்டாம் நிலையில் மறைந்தமைந்துள்ளன. ஆனால் வளைவுகள் உள்ளன. ஏனைய முதுகெலும்பிகளில், மத்தியப் பகுதிகள் வளைவுகள் எல்லாம் உள்ளன. அவை பெருமளவில் மாற்றங்களைக் கொண்டுள்ளன. முதல் தோன்றிய அமைப்பில் முள்ளெலும்பில் இரண்டு இணையான பகுதிகள் அமைந்துள்ளன. ஒவ்வொரு துண்டத்திற்கும் (segment) இரண்டு முதுகெலும்புகள் உண்டு என்பதை நினைவுறுத்துவதாகவுள்ளது.

முதிர்ந்த உயிரிகளின் முள்ளெலும்புப் பகுதிகளில் பரிணமப் போக்கு (Evolutionary trends in vertebral components in adults)

ஆறு அடிப்படைப் பகுதிகளையுடைய முள்ளெலும்பினை ஐந்து வகையான பரிணமப் போக்குப் பாதிப்பனவாயுள்ளன. அவை முறையே:

1. இடைச்செருகு வளைவுகளை இழத்தல் (loss of intercalary arches).

2. ஹீமல் வளைவுகள் மறைதல் (loss of haemral arches).

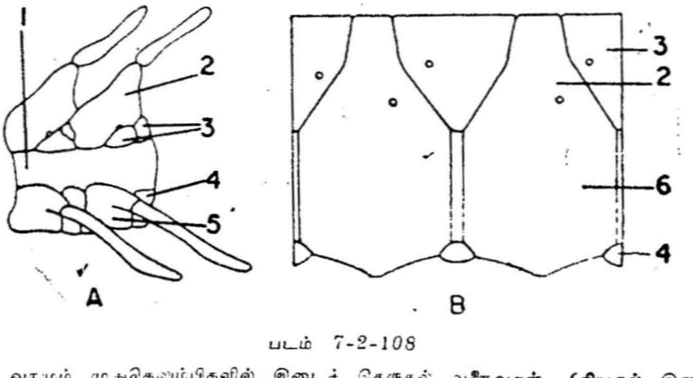
3. மத்தியப் பகுதியின் எண்ணிக்கை குறைவுறுதல் (reduction in number of centre).

4. முள்ளெலும்பிடைப் பகுதி (intervertebralbody) உருவாகி மாற்றமுறல்.

5. முள்ளெலும்பின் பகுதிகள் ஒன்றிணைதல் (fusion of vertebral components).

இடைச்செருகு வளைவுகளை இழத்தல் (loss of intercalary arches)

எல்லா முதுகெலும்பிகளின் முதுகெலும்பின் முழுநீளத்திற்கும் காணப்படுவது நியூரல் வளைவே. முதுகெலும்பின் வால் பகுதியில்



படம் 7-2-108

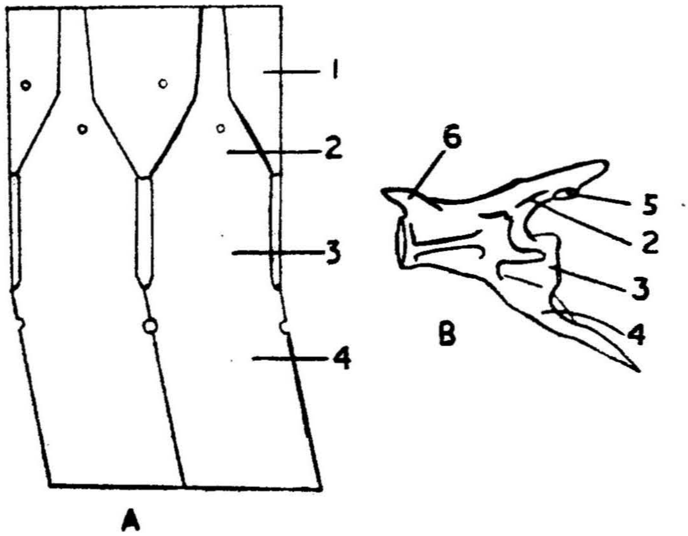
வாழும் முதுகெலும்பிகளில் இடைச் செருகல் வளைவுகள் (நியூரல் இடை வளைவுகள் மற்றும் ஹீமல் இடை வளைவுகள்) படிப்படியாகக் கேடுறுவதைப் படம் விளக்குகிறது.

A—ஸ்டர்ஜியன்-வால் முள்ளெலும்பு; 1. முதுகு தண்டு; 2. நியூரல் வளைவு; 3. நியூரல் இடை வளைவு; 4. ஹீமல் இடை வளைவு; 5. ஹீமல் வளைவு.

B—சுறுமீனில் நடுவுடல் முள்ளெலும்பு; 6. மத்தியப் பகுதி.

மட்டும் காணப்படுவது ஹீமல் வளைவு. ஏனையவை அஃதாவது நீயுரல் இடைவளைவு (interneural arch) ஹீமல் இடைவளைவு (interhaemal arch) போன்றவை, வட்டவாயுடையவை (cyclostomes), காண்டிரக்தியன்கள் (chondrichthyens), இரு சுவாசிகள் (Dipnoans) என்பனவற்றினைத் தவிர்த்து, எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும் மறைந்தழிந்துள்ளன.

முதல்தோன்றி முதுகெலும்பிகளில் இரண்டு வகையான நியூரல் வளைவுகள் இரண்டு வகையான ஹீமல் வளைவுகள் அமைந்து நியூரல் குழாய் (Neural canal) ஹீமல் குழாய் (Haemal canal)



படம் 7-8-109

வாழும் முதுகெலும்பிகளில் இடைச் செருகல் வளைவுகள் (நியூரல் இடை வளைவுகள் மற்றும் ஹீமல் இடை வளைவுகள்) படிப்படியாகக் கேடுறுவதைப் படம் விளக்குகிறது.

A—சுறுமீனின் வால் முள்ளெலும்பு; **B**—சலமாண்டரின் வால் முள்ளெலும்பு.

1. நியூரல் இடை வளைவு; 2. நியூரல் வளைவு; 3. மத்தியப் பகுதி; 4. ஹீமல் வளைவு; 5. முன்சைசோபோபைசிஸ்; 6. பின்சைகோபோபைசிஸ்.

என்ற இரண்டும் முழுமையான குழாயமைப்புடையதாக இருந்த தாகவும். பின்பு ஒவ்வொரு முள்ளெலும்பிலும் நியூரல் இடை வளைவுகளும், ஹீமல் இடை வளைவுகளும் மறைந்து ஹீமல், நியூரல் குழாய்கள், நியூரல் ஹீமல் வளைவுகளால் மட்டும் ஆக்கப்பட் டிருந்தன என்றும் கூறப்படுகிறது. இந்நிலையில் ஒரு முள்ளெலும் பிற்கும், மற்ற முள்ளெலும்பிற்குமிடையே தொடர்பு மத்தியப் பகுதியில் மட்டும் அமைந்தது என்றும் கருதப்படுகிறது.

ஹீமல் வளைவுகள் மறைதல் (Loss of Haemal arches)

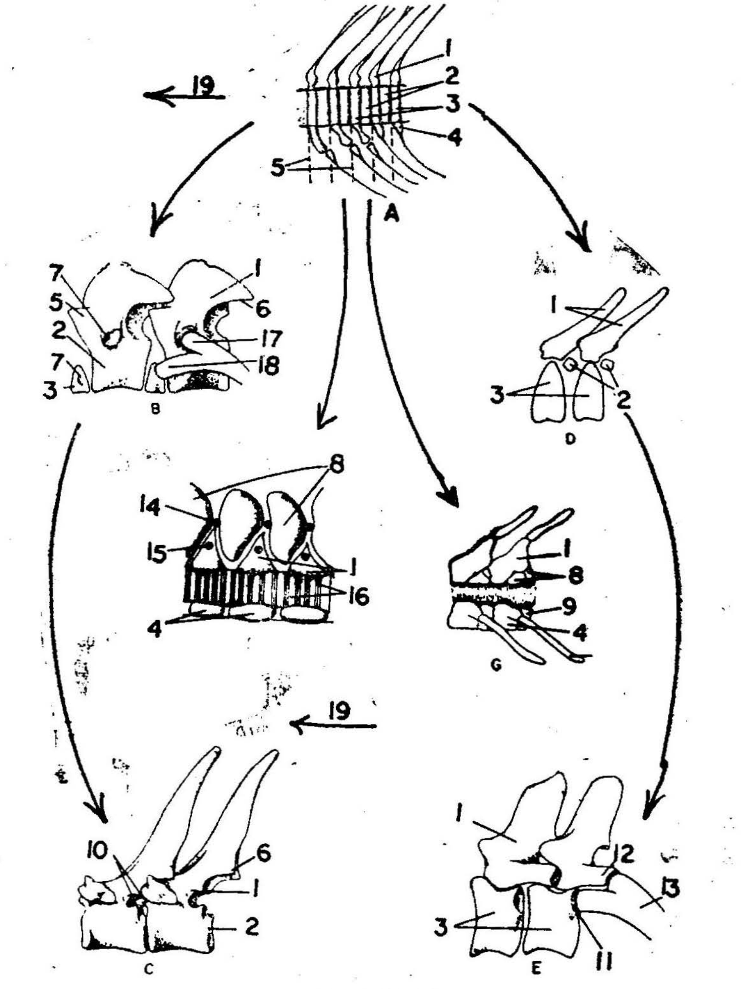
இரு வாழ்விகளிலும், மீன்களிலும், ஹீமல் வளைவுகள் பெரும் பான்மையாகக் காணப்படுகின்றன. சில மீன்களின் நடுஉடற் பகுதியில் கூட இவ்ஹீமல் வளைவுகள் எச்சங்களாகக் காணப்படு

கின்றன. இவை கீழ் நீள்வளர்ச்சியின் (Basapophysis) பகுதியாக மத்தியப்பகுதியுடன் இணைந்துள்ளன. பின்தோன்றிய ஊர்வனவற்றில் இவை நன்கு வளர்ச்சியுற்றுள்ளன. பறவைகளிலும் பாலூட்டிகளிலும் இவை மிகக் குன்றிய வளர்ச்சியுடையனவா யுள்ளன. கருஞ்சவ்விகளில் (amniotes) ஹீமல் முள்ளின்மையால் (Haemal spine) ஹீமல் வளைவுகளை செவ்ரான் எலும்புகள் அல்லது உத்திர எலும்புகள் (rafter bones) என்பர். இடை மத்தியப் பகுதியே (inter centra) இணையான எச்சப் பகுதியாக அமைந்து செவ்ரான் எலும்புகளாகியுள்ளன. இவை பக்கத்திற்கொன்ருக அமைந்துள்ளன. இவற்றுடன் ஹீமல் வளைவுகள் தனித்து அறியா வண்ணம் இணைந்துள்ளன. இரு வாழ்விகளிலும், மீன்களிலும் ஹீமல் வளைவுகள் நன்கு வளர்ந்துள்ளன. அவற்ருேடு மத்தியப் பகுதி எதுவும் இணையவில்லை.

மத்தியப்பகுதி எண்ணிக்கை குறைவுறல் (Reduction in number of centra)

சென்ட்ரம் (centrum) அல்லது மத்தியப் பகுதி பெரும்பான்மையான முதுகெலும்பிகளில் எண்ணிக்கையில் குறைவுபட்டுள்ளது. ஒவ்வொரு முள்ளெலும்பிற்கும் இரண்டு சென்ட்ரங்கள் என்பது ஒன்ருக மாறியுள்ளன. இதனைத் தனித்த சென்ட்ர முள்ளெலும்பு அல்லது தனித்த மத்தியப் பகுதி முள்ளெலும்பு (monospondyly) என்பர். மற்றும் சில முதுகெலும்பிகளில் சென்ட்ரம் அல்லது மத்தியப்பகுதி முற்றும் மறைந்து சென்ட்ரமற்ற முள்ளெலும்பு என்ற நிலை உருவாகியுள்ளது. இவ் வெண்ணிக்கைக்குறைவு முக்கியமாக, 1. மீன்களில் பக்கச் சென்ட்ரம் (pleurocentrum) இடைச் சென்ட்ரம் இவை ஒன்றுவதாலும் 2. முள்ளெலும்பிடை உறுப்புகளில் (Intervertebral body) சென்ட்ரம் சேர்க்கப்படுவதாலும் 3. செவ்ரான் எலும்புகளின் (chevron bones) பகுதியாக இடைச் சென்ட்ரம் அமைவதாலும் 4. மத்தியப் பகுதி முற்றும் மறைந்து வேறு வகையானவை அவற்றினிடத்தில் நிரப்பப்படுவதாலும் 5. இரண்டு சென்ட்ரங்களும் மறைவதாலும், நிகழ்கிறது.

பெரும்பான்மையான மீன்களில் பக்கச் சென்ட்ரம் (pleurocentrum) இடைச் சென்ட்ரத்துடன் (inter centrum) ஒன்றியுள்ளது. பாலூட்டிகளில் நடுவுடல் முள்ளெலும்புகளில் இடைச்சென்ட்ரம், முள்ளெலும்பிடைப் பகுதிகளுடன் சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. கருச்சவ்விகளின் (amniotes) வால் பகுதியில் இடைச் சென்ட்ரம்



படம் 7-4-110

முதுகெலும்பிகள்—முள்ளெலும்பின் மத்தியப் பகுதியின் பரிணாமம்

A—அமீயா மீனில் வால் பகுதி; **B**—சீமூரியாவில் நடுவுடல் முள்ளெலும்பு; **C**—பூனையின் முள்ளெலும்பு-(கருச் சவ்வுடையவைகளின் அமைப்பு). **D**—கிராசாப் டெரிஜீயனில் நடுவுடல் முள்ளெலும்பு-(இரு வாழ்விகளின் அமைப்பினை ஓரளவு ஒத்தது). **E**—லாப்ரிந்தோடாண்ட் - அகழெலியின் முள்ளெலும்பு; **F**—அளவுக்கு அதிகமான மத்தியப் பகுதிகளை உடைய முள்ளெலும்பு-கைரீமராவில் காணப்படுவது; **G**—ஸ்டர்ஜீயனின் முள்ளெலும்பு மத்தியப் பகுதி இல்லா நிலை-மறைவுற்ற நிலை.

செவ்ரான் எலும்புகளாக மாற்றமுற்றுள்ளன. வாழும் இரு வாழ்விகளில் (living amphibia) உண்மையான சென்ட்ரங்கள் முற்றும் மறைந்துள்ளன. காண்ட்டிராஸ்டி (chondrostei) வகை மீன்களில் இரண்டுவகையான சென்ட்ரங்களும் மறைந்துள்ளன. ஆனால் ஹாலோ செஃபாலி மீன்கள், இரு சுவாசி மீன்கள் இவற்றில் இரண்டாம் நிலையாக சென்ட்ரங்களின் எண்ணிக்கை மிகுதியாக்கப்பட்டுப் பல சென்ட்ரமைப்பாக (polyspondyly) காணப்படுகிறது.

முள்ளெலும்பிடைப் பகுதியின் உருவாக்கமும், மாற்றமும் (Formation and modification of the intervertebral body).

முதலில் தோன்றிய முதுகுதண்டுடையவைகனில் முதுகுதண்டு, நீண்டு தொடர்ச்சியானதாக, அச்சுச் சட்டகத்தின் முக்கியப் பகுதியாகச் செயல்பட்டது. முள்ளெலும்புகள் (Vertebra) இதனைச் சூழ்ந்தமைகிறது. முதுகுபக்க வளைவுகள் இதன் மீதமர்ந்த நிலையிலும், வயிற்றுப்பக்க வளைவுகள் (Ventral arches) அதனின்று தொங்கும் நிலையிலும் காணப்படுகின்றன. வயிற்றுப்பக்க வளைவுகள் வால்பகுதியில் உள்ளன. முதுகுதண்டினை (Notochord) விட வலுவான பொருள்களாகிய எலும்பு, குருத்தெலும்பு போன்ற பொருள்களால் சென்ட்ரம், ஆக்கப்பட்டுள்ளமையால் அவை எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும் (Vertebrates) முதுகுதண்டினை நீக்க முயற்சிக்கின்றன. இந்த நிலையிலேதான் எலும்பாலாகிய முதுகெலும்பு உருவாகின்றது. வட்ட வாயுடையவைகளிலும், காண்ட்ராஸ்டி (chondrostei) மீன்களிலும் முதுகுதண்டு பெருத்த அளவினையுடைமையால், அது சுருக்கமைவு அற்ற (constriction) நிலையிலுள்ளது. ஆனால் எல்லா மீன்களிலும் வாழும், வாழ்வழிந்த அன்யூரன்களைத் தவிர்த்து இருவாழ்விகளிலும் பெரும்பான்மையான வாழ்வழிந்த ஊர்வனவற்றிலும், முதுகுதண்டு தொடர்ச்சியானதாக அமைந்திருந்தபோதும் அது ஒவ்வொரு முள்ளெலும்பின் மத்தியப் பகுதியிலும் சுருக்கமைப்புடையது (constricted). ஆகவே இவற்றில் சென்ட்ரத்தின் நடுவில் ஒரு குழாயமைப்பினையுடைய புழை அமைந்துள்ளது. இவ்வமைப்பினால் ஒவ்வொரு முள்ளெலும்பின் சென்ட்ரத்தின் இரு முனைகளும் குழிவாக, புன

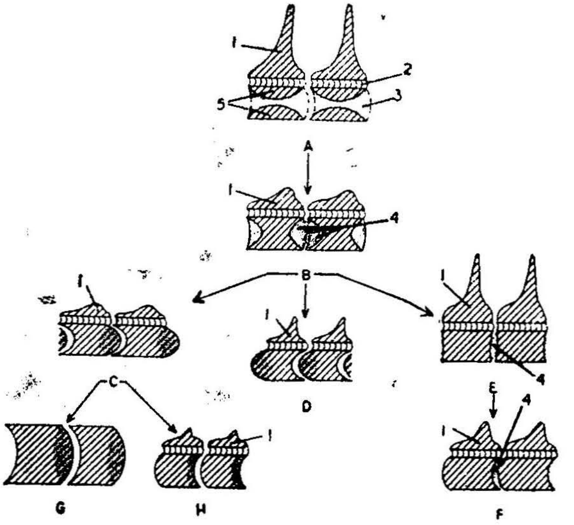
1. நியூரல் வளைவு; 2. பக்க மத்தியப் பகுதி; 3. இடை மத்தியப் பகுதி; 4. ஹீமல் வளைவு; 5. முள்ளெலும்பின் வளைவு; 6. பின்சைகோபோபைசிஸ்; 7. விலா எலும்பு பொருந்தும் பரப்பு; 8. நியூரல் இடை வளைவுகள்; 9. ஹீமல் இடை வளைவுகள்; 10. பொருந்து அரைப் பரப்புகள்; 11. பாரப்போபைசிஸ்; 12. டையப்போபைசிஸ்; 13. விலா எலும்பு; 14. தண்டுவட நரம்பின் முதுகுபக்கக் கிளை புறம் செல்லும் புழை; 15. தண்டுவட நரம்பின் வயிற்றுப் பக்கக் கிளை புறம் செல்லும் புழை; 16. மத்தியப் பகுதி; 17. டியூபர்க் குலம்; 18. காபிட்டுலம்; 19. முன்முனை நோக்கும் அம்புக் குறி.

லமைப்பினையுடையதாக அமைகின்றன. இவ்வகையான முள்ளெலும்புகள், புழையுடைய இருபக்கக் குழியமைப்புடைய சென்ட்ர முடையவை (perforated amphicoelus centrum) எனப்படும். முதல்தோன்றி நாற்கால் விலங்குகளைத் தவிர்த்து ஏனையவற்றில் முதுகுதண்டின் இச் சுருக்கமைவு (constriction) மேலும் நெருக்கப் பட்டு. முதுகுதண்டானது முள்ளெலும்புகளின் இடைப் பகுதிகளில் மட்டும் அமையும் நிலையையடைகிறது. முள்ளெலும்பின் இடைப் பகுதி பெரும்பாலும் இணைப்புத் திசு, குருத்தெலும்புத் திசுவினால் அமைவதால், இதனை முதுகுதண்டு திசுவினின்றும் பகுத்தறிவது கடினம். ஆகவே முதுகுதண்டு முள்ளெலும்பிடைப் பகுதியிலுள்ளது. முதிர்ந்த உயிரியில் காணப்படாத கருவளர்ச்சியில் மட்டும் காணப் படும். வளைவுகள் (arches) சென்ட்ரங்களின் எச்சங்களும் முள்ளெலும்பிடைப் பகுதியோடு இணைக்கப்படுவதுமுண்டு.

வெவ்வேறு முதுகெலும்பிகளில் முள்ளெலும்பிடைப் பகுதி வெவ்வேறான மாற்றங்களை அடைந்துள்ளது. பாலூட்டிகளில் முள்ளெலும்பிடைத் தட்டாக (inter vertebral discs) மாற்றமுற்ற மைந்துள்ளமையால் சென்ட்ரம் குழிவற்றதாகிறது (acoelous). முதல்தோன்றிய பறவைகளிலும் ஊர்வனவற்றிலும், இருவாழ்வி களிலும் முதுகெலும்பிடைப் பகுதி தட்டையான கோளவடிவின தாக மாற்றமுற்றுள்ளது. ஒருசில இருவாழ்விகளிலும் ஊர்வன வற்றிலும் இவ்வகையான முள்ளெலும்பிடைப் பகுதி (inter-vertiebral disc) சென்ட்ரத்தின் முன்முனையோடு ஒன்றியமைகிறது. இவ்வமைப்பினால் சென்ட்ரம் பின்முனை குழாயமைப்பினையுடைய தாகிறது. இவ்வகை சென்ட்ரம்கள் பின் குழிவமைப்பினை யுடையவை (ophisthocoelous) எனப்படும். மேலும் மற்றும் சில இருவாழ்விகளிலும், பல ஊர்வனவற்றிலும் பெரும்பான்மையான பறவைகளிலும் முள்ளெலும்பிடைப் பகுதியானது சென்ட்ரத்தின் முன் முனையோடு ஒட்டியுள்ளது. இவ்வமைப்பினால் சென்ட்ரம் முன் முனையில் குழிந்தும், பின் முனையில் குவிந்தும் அமைந்துள்ளது. இவ் வமைப்பினால் உருவாகும் சென்ட்ரம் முன் குழிவமைப் புடையது (procoelous) என அழைக்கப்படும்.

இவை இரண்டாம் நிலையில் மேலும் பல மாற்றங்களைப் பல்வேறு முதுகெலும்பு வகுப்புகளிலடைவதைக் காணலாம். இவை கழுத்து முள்ளெலும்புகளிலும் (cervical vertebrae) வால் முள்ளெலும்புகளிலும் (caudal vertebrae) காணப்படுகின்றன. அடிப்படையின் முன் குழிவமைப்புடைய சென்ட்ரம் மாற்றமைவுக் குழிவமைப்புடைய (Heterocoelous) சென்ட்ரமாக பெரும்பான்மை யான பறவைகளின் கழுத்து முள்ளெலும்புகளில் மாறியுள்ளன.

அடிப்படையமைப்பில் குழிவற்ற சென்ட்ரமுடைய குளம்பு டைய பாலூட்டிகளில் பொய் மாற்றமைவு குழியுடைய சென்ட்ரம்கள் (psendoopisthocoelic centrum) காணப்படுகின்றன. இவை முதுகெலும்பின் (vertebral column) முழு நீளத்திலுள்ள எல்லா முள்ளெலும்புகளிலோ அல்லது ஒரு சில முள்ளெலும்புகளிலோ அமைகிறது. இவ்வமைப்பில் சென்ட்ரத்தின் முன்முனை குவிந்தும்



படம் 7-5-111

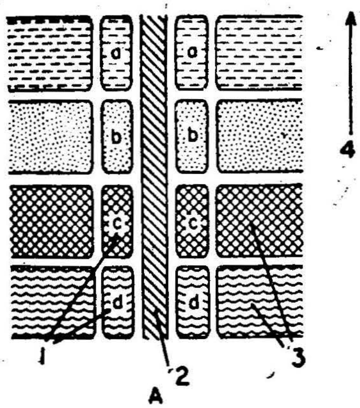
தண்டுவடம், முள்ளெலும்பிடைப் பகுதி ஆகியவற்றின் பரிணாம முடிபு.

படத்தில் G-யினைத் தவிர்த்து அனைத்தும், மத்திய பக்க வெட்டுத் தோற்றம்; F-ல் முள்ளெலும்பிடைப் பகுதி மத்தியப் பகுதியுடன் D-யில் இணைந்துள்ளது போன்று இணையா அமைப்பு கருத்தில் கொள்வதற்குரியது. G மட்டும் முள்ளெலும்பின் மத்தியப் பகுதியின் முகப்பு வெட்டுத் தோற்றம்.

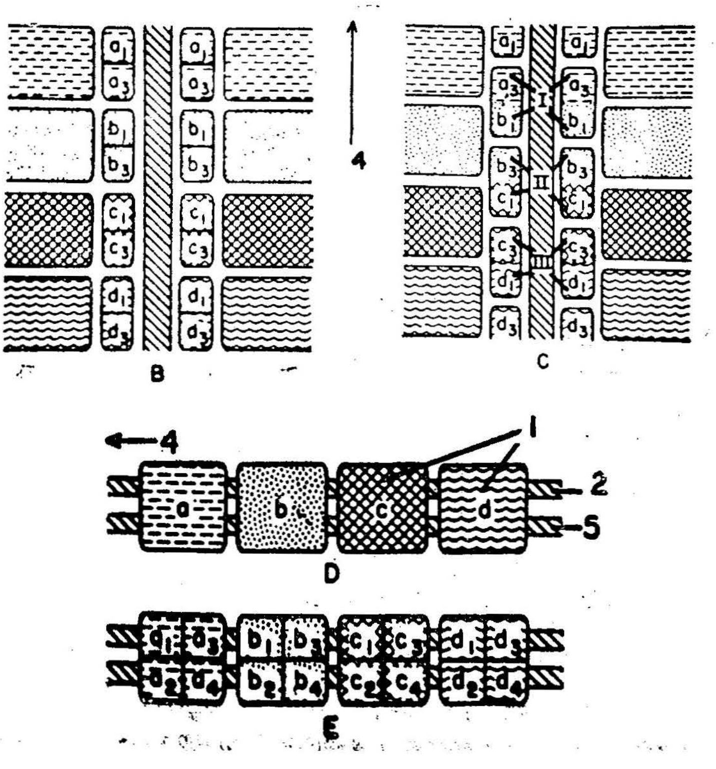
A—புழையுடைய இருபக்கக் குழிவுடைய சென்ட்ரம்; B—குறையமைப்பில் இருபக்க குழிவுடைய சென்ட்ரம்; C—முன் குழிவுடைய சென்ட்ரம்; D— பின் குழிவுடைய சென்ட்ரம்; E—குழிவற்ற சென்ட்ரம்; F—பொய்ப்பின் குழிவு சென்ட்ரம்; G & H மாற்றமைவுக் குழிவுடைய சென்ட்ரம்.

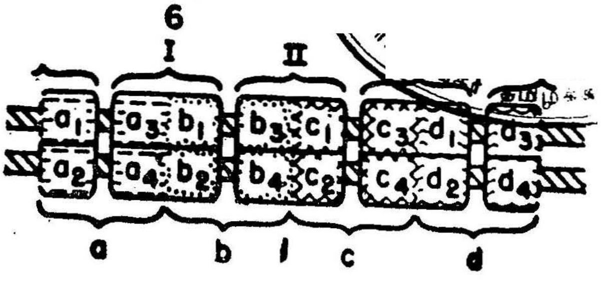
1. நியூரல் முள்; 2. நியூரல் குழாய்; 3. முதுகுதண்டு; 4. முள்ளெலும்பிடைப் பகுதி-(முதுகுதண்டின் எச்சமும் எலும்பாக்கமடையாத முள்ளெலும்புத் துண்டுகளும்-vestiges of notochord and arcualia); 5. மத்தியப் பகுதி.

(convex) பின்முனை குழிந்தும் (concave) காணப்படும். இவ்வமைப்பு பொய்த்தன்மையது என ஏன் அழைக்கப்படுகிறதென்றால், இவற்றி



படம் 7-6 முதல் 7-10 வரை (112 முதல் 116)
நடு உடல் முள்ளெலும்பின் கரு வளர்ச்சியில் முன்பின்னாக அமைதல்.





F

7-6-112-**A**-முதுகு பக்கத் தோற்றம்; 7-7-113-**B**-முதுகு பக்கத் தோற்றம்; 7-8-114-**C**-முதுகு பக்கத் தோற்றம்; 7-9-115-**D** & **E**-பக்கத் தோற்றம்; 7-10-116-**F**-முற்றும் முதிர்வதற்கு முன்நிலை-பக்கத் தோற்றம். **A**-யிலும் **D**-யிலும் துவக்க நிலையில் ஸ்கிளிரோடோம்கள் உள் பகுப்படையா நிலை. **B**-யிலும் **E**-யிலும் பின்நிலை ஸ்கிளிரோடோம் பகுப்புற்றுள்ளது. **C**-யிலும்: **F**-லும், ஒவ்வொரு ஸ்கிளிரோடோம் முன் பாதி, முன்னுள்ள ஸ்கிளிரோடோம் பின் பாதியும் இணைந்து முள்ளெலும்பின் முன்னோடியினை உருவாக்கத்தில் ஈடு பட்டுள்ளன.

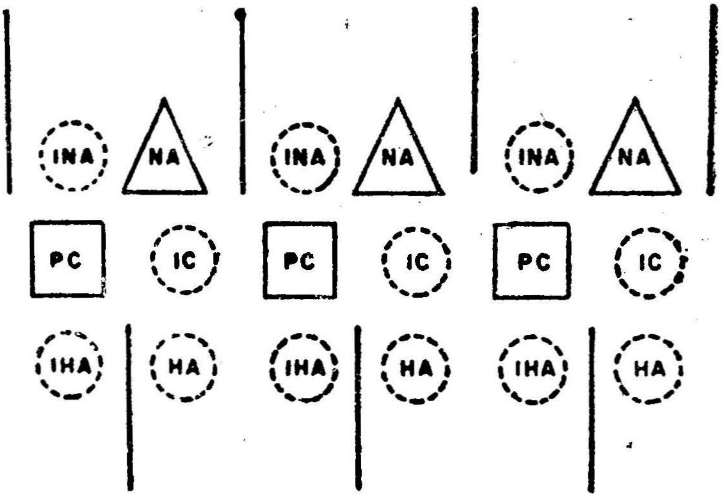
a-d: என்பன → 1. முதுகு பக்க இடைத் துண்டு; 2. வயிற்றுப் பக்க இடைத் துண்டு; 3. முதுகு பக்க அடித்துண்டு; 4. வயிற்றுப் பக்க அடித் துண்டு.

1. ஸ்கிளிரோடோம்; 2. நியூரல் குழாய்; 3 தசைத் துண்டு; 4. முன்முனை நோக்கும் அம்புக் குறி; 5. ஹீமல் குழாய்; 6. ஒரு முள்ளெலும்பு.

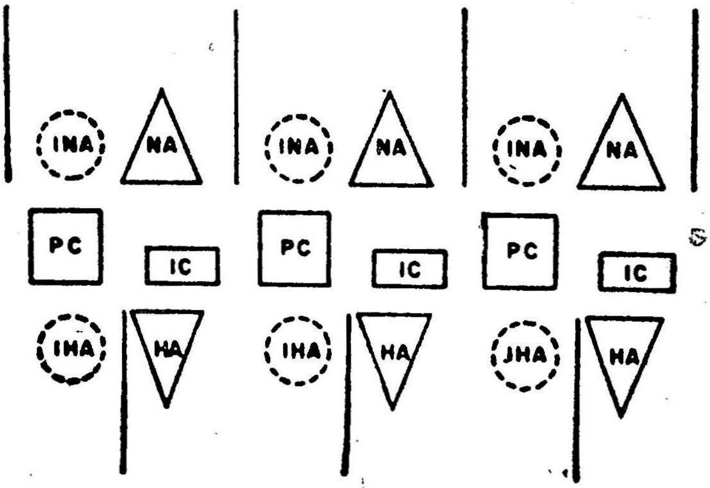
லுள்ள முள்ளெலும்பிடைப் பகுதி தனித்துத் தட்டையாகக் காணப் படுகிறது. மற்ற பாலூட்டிகளில் காணப்படும் குழியற்ற சென்ட் ரம்கள் (centrum) இருபுற தட்டையமைப்பினையுடையது (amphi-plateau) எனலாம்.

முள்ளெலும்பின் பகுதிகள் ஒன்றிணைதல் (Fusion of vertebral components)

முள்ளெலும்பின் முதலமைப்பிலே அதன் பகுதிகளனைத்தும் பெரும்பாலும் ஒன்றிணையாமல் தனித்தே காணப்பட்டன. ஆனால் வாழும் தாடைசூழ் வாயுடையவைகளில் (gnathostomata) இப் பகுதிகள் பெரும்பாலும் ஒன்றிணைந்தே காணப்படுகின்றன. இடைச் சென்ட்ரமும் (inter centrum) ஹீமல் வளைவு மட்டும் பெரும்பாலும் தனித்துப் பிறமுள்ளெலும்புப்பகுதியோடு ஒன்றிணை யாமல் காணப்படுகிறது. ஒருசில மீன்களில் குறிப்பாக அமியாவின் (Amia) வால் பகுதியில் இடைச் சென்ட்ரம் (inter centrum) தனித்த இரண்டாவது சென்ட்ரமாக அமைந்துள்ளது. கருச்சவ்வி



A



B

படம் 7-11-117

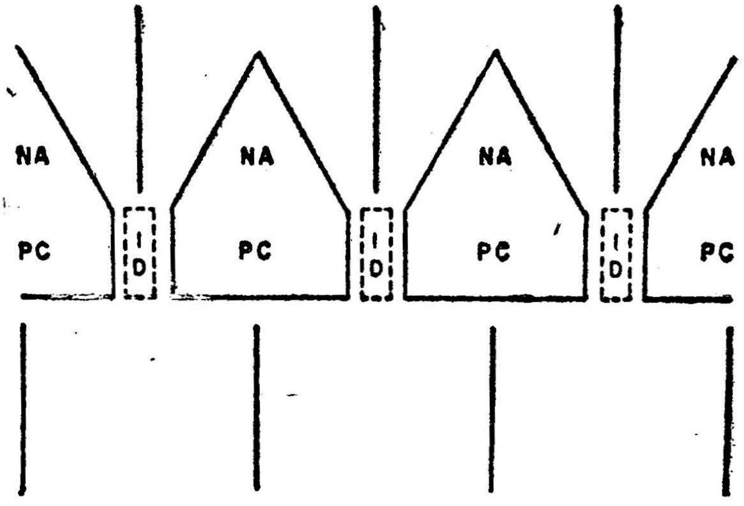
பாலூட்டிகளின் கருவில் ஸ்கிளிரோடோம் துண்டுகளினின்றும் தோன்றும் முள்ளெலும்புப் பகுதிகள். படம் **A** நடுவுடலிலும். படம் **B**வால்பகுதியிலும் விளக்கப் பட்டுள்ளன. படம் **AB**-யில்-மேற் பகுதியிலுள்ள செங்குத்துக் கோடுகள்-முள்ளெலும்புகளின் எல்லைகளையும், கீழ்ப் பகுதியிலுள்ள கோடுகள், பகுப்புகளின் (**segments**) எல்லைகளையும் குறிப்பன, படத்தில் தொடர்ந்து முழுமையான

களில் (amniotes) முன்பே குறிப்பிட்டது போன்று ஹீமல் வளை வுகள் முள்ளெலும்பின் வால் பகுதியில் செவ்ரான் எலும்பாகி யுள்ளன.

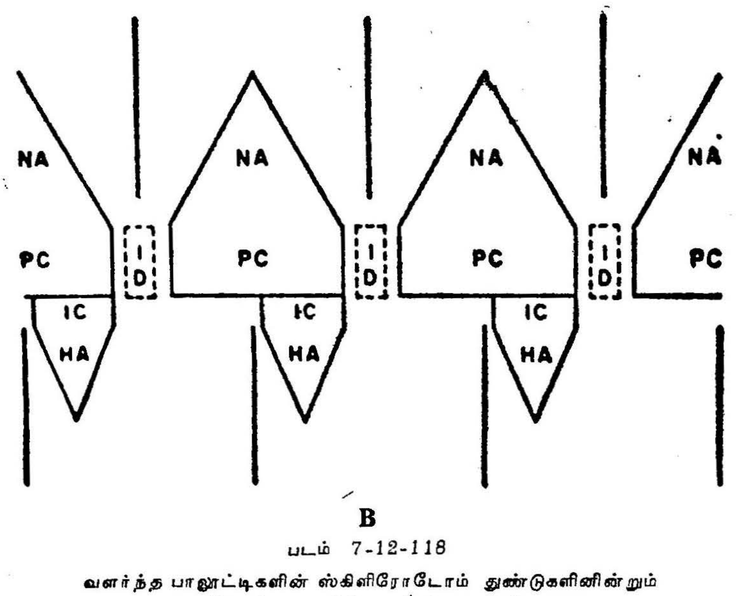
முள்ளெலும்பின் கருவியற் பகுதிகள் (Embryonic Components of Vertebrae)

முள்ளெலும்புகள், முழுமையாக இல்லாவிட்டாலும், முக்கிய மாக ஸ்கிளிரோடோம்களினின்றுதான் (Sclerotome) உருவா கின்றன. ஒவ்வொரு பகுப்பின் (segment) ஒவ்வொரு ஸ்கிளிரோ டோம்களும், நான்கு துண்டுகளாகின்றன. ஒரு ஸ்கிளிரோடோமின் துண்டங்களைமட்டும் எடுத்துக் கொள்வோமானால் முன்னமைந் துள்ளவை (படம் பார்க்க) ஒன்றன்மீது ஒன்றுள்ளது. அவை இடைத் துண்டுகள் (intercalia) எனப்படும். இவற்றில் முதுகுபுற முள்ளது முதுகுபுற இடைத் துண்டு (inter dorsal) என்றும் அழைக்கப்படும். ஸ்கிளிரோடோமின் பின் முனையிலுள்ள துண்டு கள் அடித்துண்டுகள் (basalia) எனப்படும். இவையும் ஒன்றன்மீது ஒன்றுள்ளது. இவற்றில் முதுகுபுறமுள்ளது முதுகுபுற அடித் துண்டு (basidorsal) என்றும், வயிற்றுபுற அடித்துண்டு (basiventral) என்றும் அழைக்கப்படும். ஆகவே உடற்பகுப்பு ஒன்றில் இரண்டு பக்கங்களிலுமுள்ள முள்ளெலும்புப் பகுதியினை உருவாக்கும் துண்டு களின் எண்ணிக்கை எட்டு எனலாம். மேற்கூறிய எட்டுவகையான துண்டுகளினின்றும் முள்ளெலும்பின் பல்வேறு பகுதிகள் நேர்முக மாகவோ அல்லது மறைமுகமாகவோ தோன்றுகின்றன. இவை ஒவ்வொன்றிலிருந்தும் தோன்றும் முள்ளெலும்புப் பகுதிகளாவன: முதுகுபுற இடைத்துண்டி (inter dorsal) னின்று, பக்கச் சென்ட்ர மும், நியூரல் இடைவளைவும், வயிற்றுப்புற இடைத்துண்டினின்றும் (inter ventral) ஹீமல் இடை வளைவும், முதுகுபுற அடித்துண்டி னின்றும் (basidorsal) நியூரல் வளைவும் வயிற்றுபுற அடித்துண்டி னின்றும் (basiventral) இடைச் சென்ட்ரமும் ஹீமல் வளைவும் உரு வாகின்றன. முதிர்ந்த உயிரியின் முள்ளெலும்பில் மேலே கூறப் பட்ட பகுதிகள் அமையாவிட்டால், அப் பகுதியினை உருவாக்கும் துண்டு சிறுத்து முள்ளெலும்பிடைப் பகுதியோடு சேர்ந்தமை கின்றன. பொதுவான முள்ளெலும்பில் அமையும் பகுதிகளைவிட அதிகமான பகுதிகள். முன்குழியமையுடைய, பின்குழியமையுடைய மாற்றமைவுடைய சென்ட்ரங்களுடைய முள்ளெலும்புகளில்

கோடுகளால் குறிக்கப்பட்டுள்ளவை வளர்ச்சியுற்றவுடன் எலும்பாக்கம் அடை பவை. விட்டு விட்டுச் சிறு கோடுகளால் குறிக்கப்பட்டுள்ளவை, இடை நுழைதிசு வாகவோ, குருத்தெலும்பாகவோ, நாரிழைத் திசுவாகவோ அல்லது முற்றும் மறைவனவாகவோ அமைபவை. **IC**-இடை மத்தியப் பகுதி; **PC**-பக்கச் சென்ட்ரம் அல்லது பக்க மத்தியப் பகுதி; **INA**-நியூரல் இடை வளைவு; **NA**-நியூரல் வளைவு; **IHA**-ஹீமல் இடை வளைவு; **HA**-ஹீமல் வளைவு.



A



B

படம் 7-12-118

வளர்ந்த பாலூட்டிகளின் ஸ்கிளிரோடோம் துண்டுகளினின்றும்
தோன்றும் முள்ளெலும்புப் பகுதிகள்.

படம் **A**-நடுவுடலிலும் படம் **B**-வால் பகுதியிலும் விளக்கப்பட்டுள்ளன. படம் **A&B**-யில் மேற்பகுதியிலுள்ள செங்குத்துக் கோடுகள்-முள்ளெலும்புகளின் எல்லைகளையும் கீழ்ப் பகுதியிலுள்ள கோடுகள் பகுப்புகளின் (**segments**) எல்லை

உள்ளன எனலாம். ஏனெனில் இவ்வகை முள்ளெலும்புகளில், முள்ளெலும்பிடைப் பகுதியும் (inter vertebral bodies) சென்ட்ரம் பகுதியும் ஒன்றுவதால்தான்.

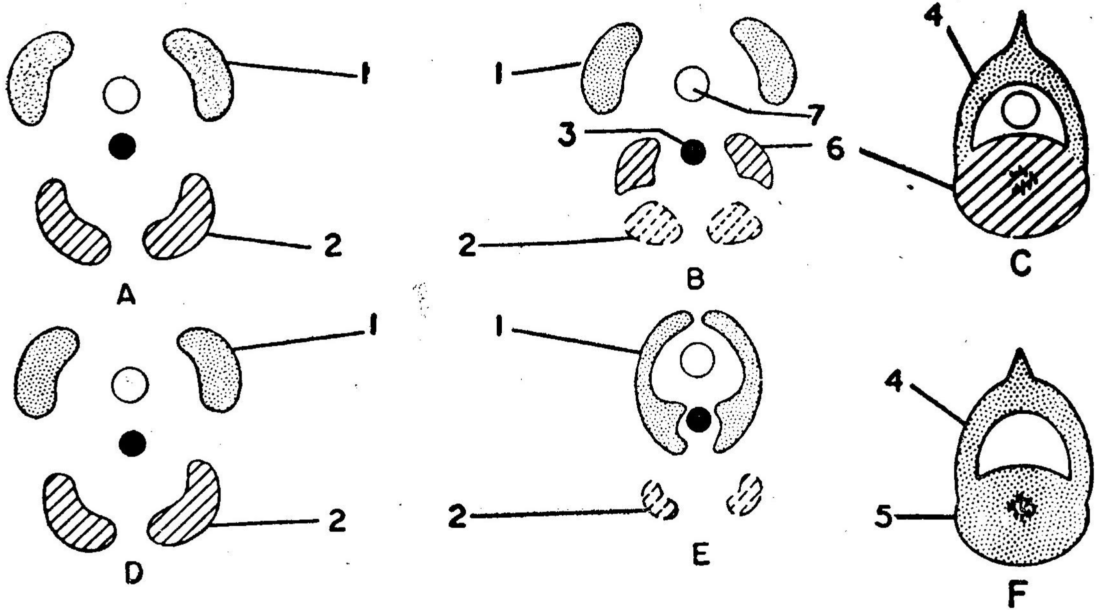
கருவியல் முள்ளெலும்பில் மாற்றப் போக்குகள் (Trends in Embroyonic, vertebral modifications)

முள்ளெலும்புகளின் கருவாக்கம் (embryogeny) மிகுதியான வேறுபாட்டினையுடையது. ஏனைய உறுப்புகளைப் போன்று ஒரு பொதுவான கருவாக்க நிகழ்ச்சி முள்ளெலும்பின் கருவளர்ச்சியில் இல்லை. இதற்குத் தெளிவான காரணமும் தெரியவில்லை. ஆகவே கருவளர்ச்சியினை அடிப்படையாகக் கொண்டு முள்ளெலும்பிகளின் குலத்தோற்றத்தை (phylogeny) அறிவது கடினம். ஆகவே இந் நிலையில் முதிர்ந்த உயிரியின் உடலில் காணப்படும் அமைப்பினையே அடிப்படையாகக் கொண்டுதான் முள்ளெலும்பினைப் பற்றி அறிய முடியும். உறுப்பொத்தலை (bomologies) கருவியல் வளர்ச்சியில் காணப்படும் வேறுபாடுகள் பாதிப்பதில்லையாயினும் வேறுபாடுகள் மிகுந்துள்ள தன்மையால் உறுப்புகளைப் பகுத்தறிந்து உறுதிப் படுத்துவது கடினமாயுள்ளது. முள்ளெலும்புகளின் கருவளர்ச்சியில் இரண்டு பரிணாமப் போக்குகள் தெற்றென அமைந்துள்ளது என லாம். 1. முள்ளெலும்புகளின் கரு வளர்ச்சியினையும் (vertebral embryology) பகுப்பு உறுப்புகளின் (Segmental structures) கரு வளர்ச்சியினையும் முன்பின்னாக அமைத்து இரண்டும் சேர்ந்து வளர்ச்சியடையா நிலையில் ஒன்றில் வளர் தயக்கத்தை (Staggering) உருவாக்கல். 2. சென்ட்ரம் உருவாதல் என்பனவாம்.

வளர்ச்சியில் முன்பின்னாக அமைதல் (Staggering in develepment)

முள்ளெலும்புகள் (Vertebrae) முதல் தோற்ற அமைப்பில் (primitive organisation) மற்றப் பகுப்பு உறுப்புகளில் (Segmental Structures) ஒன்றாகிய தசைத் துண்டத்தோடு ஒத்ததாகவே இருந்தது. வாழும் முதுகெலும்பிகளில் (vertebrates) வட்ட வாயுடையவைகளைத் (cyclostomes) தவிர்த்து ஏனையவைகளில், முள்ளெலும்புகள், தசைத் தடுக்குகளினின்றும் (myosepta) மாறி

களையும் குறிப்பன. படத்தில் தொடர்ச்சியான கோடுகளால் குறிக்கப்பட்டுள்ளவை வளர்ச்சியுற்ற உடன் எலும்பாக்கம் அடைபவை. விட்டு விட்டுச் சிறு கோடுகளால் குறிக்கப்பட்டுள்ளவை இடை நுழை திசுவாகவோ, குருத்தெலும்பாகவோ, நாரிழைத் திசுவாகவோ அல்லது முற்றும் மறைவனவாகவோ அமைபவை. **NA**-நியூரல் வளை; **PC**-பக்கச் சென்ட்ரம்; **ID**-முள்ளெலும்பிடைத் தட்டு; **IC**-இடைச் சென்ட்ரம், **HA**-ஹீமல் வளைவு.



பலம் 7-13-119

மத்தியப் பகுதி உருவாகும் வகைகள். படம்—**A-C** = பிளவுச் சென்ட்ரமைப்பு—படிப்படியான நிலைகள்:
D-F = வளைவு சென்ட்ரமைப்பு—படிப்படியான நிலைகள்:
1. முதுகுபக்க அடித்துண்டு; 2. வயிற்றுப்பக்க அடித் துண்டு; 3. முதுகுதண்டு; 4. நியூரல் வளைவு;
5. இடை மத்தியப் பகுதி; 6. இடை மத்தியப் பகுதி; 7. நியூரல் குழாய்.

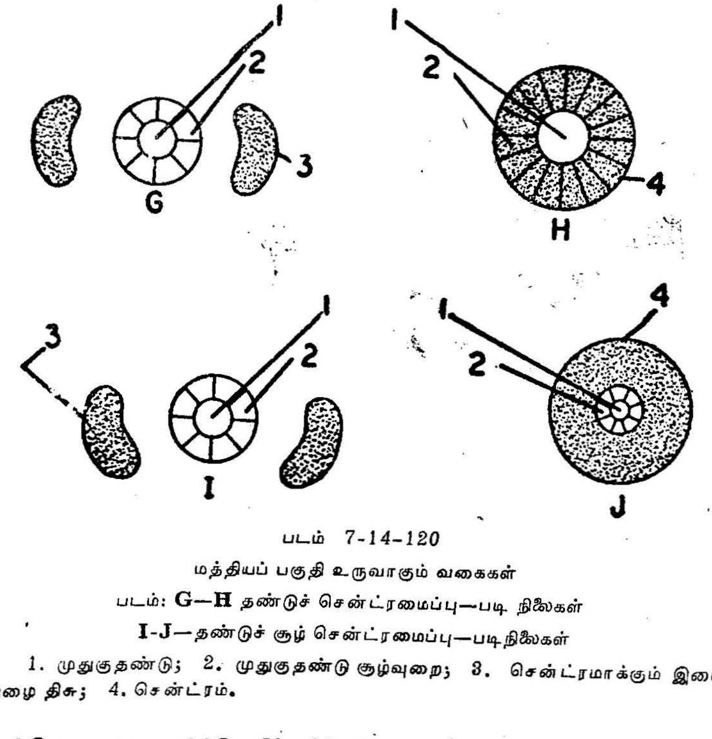
மாறி யமைந்திருப்பதால் அவற்றினைத் தெளிவாகத் அறிதல் முடியும். இவ் வமைப்பின் செயல் நற்பயன் தெளிவானதொன்று. தசைத் தடுக்கு (myosepta) முள்ளெலும்போடு மாறி அமையுமே யானால் தசைத் தடுக்களிடையே நகரும் இணைப்பு ஒன்று உருவாகி உயிரிக்கு மிகுதியான வளையும் தன்மையை (flexibility) நல்கும். முதல் தோன்றி விலங்குகளில் இவ் வமைப்பு தேவையான தொன்றும். ஏனெனில் இவ்வுயிரிகளில் அச்சு தசை நாரிழைகள் (axial muscle fibres) உடல் நீள் அச்சுக்கு இணையாக அமைவதோடு மட்டுமன்றி, தசைத் துண்ட (myotome) நிலைக்கு மேற்பட்டுச் சிறப்படையாத தொன்றும். ஆகவே இந்நிலையில் விலங்கினுடைய உடல் வளைய முள்ளெலும்பும் தசைத் தடுக்கும் மாறியமையும் நிலை பயனுடையது. முள்ளெலும்பும் தசைத் தடுக்கும் முற்றும் பகுப்பமைப்பில் (Segmental) அமைந்த முன்னிலையில் தசைத் தடுக்குகளுக்கு இடையே நகர இணைப்பு இருந்திருக்க முடியாது. என்பது தெளிவு. மேலும் முள்ளெலும்பில் முன்பகுதி, பின்பகுதி என்ற பிளவுபட்ட நிலைகூட விலங்கில் தசைத் துண்டத் தடுக்கு களிடையே நகரும் இணைப்புகளை உருவாக்கவே எனத் தெளி வாகக் கூறலாம். இந்நிலைக்கு அடுத்தபடியாக முள்ளெலும்பும் தசைத் துண்டமும் மாறியமைந்து மேலும் ஒரு நகரும் இணைப்பினை உருவாக்கியது எனலாம். இவ்வாறு வளையும் தன்மை அமைவதற் கென்றே முள்ளெலும்பு ஒவ்வொன்றும் ஒரு பகுப்பின் பின்பாதியும் அதனையடுத்த பகுப்பின் முன்பாதியும் ஒன்றிணைந்து உருவாகியது எனலாம். இவ்வாறு முள்ளெலும்பு வளர்ச்சியுறும்போதுதான் தசைத் தடுக்கும் முள்ளெலும்பும் முன் கூறியவாறும் படத் திலுள்ளது போன்றும் மாறி மாறியமைய முடியும். முள்ளெலும்பும் தசைத் துண்டும் மாறி மாறி முன்பின்னாக அமையாத முதுகெலும் பியே இல்லை என்பது கருத்திற்கொள்ளுதற்குரியதாம்.

சென்ட்ரம் உருவாதல் (Formation of centrum)

முள்ளெலும்பின் கருவளர்ச்சியில் சென்ட்ரம் நான்கு முறை களில் உருவாகிறது. ஒவ்வொரு முறையிலும் இரண்டு வழிகள் உள்ளன. ஒவ்வொரு முதுகெலும்பு வகையிலும் ஒரு முறையின் இரு வழிகளும் ஆய்ந்தெடுக்கப்பட்டுள்ளன. ஒரு முறையின் இரு வழிகளும் ஒன்றிலிருந்து மற்றது முற்றிலும் மாறுபட்டுத் தனித்த தன்மையுடையவை. நான்கு முறைகளின் மற்ற வழிகளாவன. 1. பிளவுச் சென்ட்ரமைப்புக்கு (schistic centrum) மாறுனது வளைவு சென்ட்ரமைப்பு (arch centrum), 2. குருத்தெலும்பு சென்ட்ரமைப்புக்கு (chondral centrum) மாறுனது மேலுறை

சென்ட்ரமைப்பு (husk centrum), 3. தண்டுச் சென்ட்ரமைப்புக்கு (chord centrum) மாறுனது. தண்டு சூழ் சென்ட்ரம் (Perichordal centrum). 4. முனை வளர் சென்ட்ரமைப்புக்கு (epiphyseal centrum) மாறுனது முழுமை வளர் சென்ட்ரமைப்பு (holophyseal centrum).

முதிர்ந்த விலங்கில் குறிப்பிட்ட முதுகெலும்புப் பகுதியில் முள்ளெலும்பின் பாகம் உருவாக வேண்டியிருந்தால், அவ்வுயிரியின்



படம் 7-14-120

மத்தியப் பகுதி உருவாகும் வகைகள்

படம்: G—H தண்டுச் சென்ட்ரமைப்பு—படி நிலைகள்

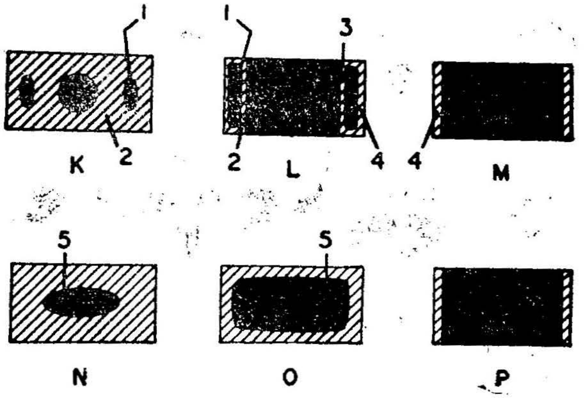
I-J—தண்டுச் சூழ் சென்ட்ரமைப்பு—படி நிலைகள்

1. முதுகுதண்டு; 2. முதுகுதண்டு சூழ்வுறை; 3. சென்ட்ரமாக்கும் இடைநுழை திசு; 4. சென்ட்ரம்.

முந்திய கருவளர்ச்சி நிலையிலேயே முதுகுபுற இடைத்துண்டு (interdorsal) வயிற்றுப்புற அடித்துண்டு (basiventral) என்ற ஸ்கிளிரடோமின் (Sclerotome) துண்டங்களினின்றும் இடைநுழைதிசு (mesenchyme) தனித்தமைகிறது இத் திசுவினின்றும் பக்க சென்ட்ரமோ (pleurocentrum) அல்லது இடைச் சென்ட்ரமோ (inter centrum) அல்லது இரண்டுமோ உருவாகிறது. ஆகவே சென்ட்ரங்கள் நீண்ட தனித்த கருவரலாற்றினை உடையன என

லாம். இவ்வாறு உருவாகும் சென்ட்ரம் பிளவுச் சென்ட்ரம் (schistic centrum) எனப்படும்.

ஆனால் அன்யூரன்களில் முள்ளெலும்பின் சென்ட்ரம், முதுகுபுற அடித்துண்டினின்றும் (basi dorsal) மட்டுமின்றி வயிற்றுப்புற அடித்துண்டினின்றும் (basi ventral) உருவாகிறது. ஆனால் இதனை உருவாக்கும் இடைநுழை திசு ஒரு போதும் ஸ்கிளிரோடோம் களினின்று பகுப்பு முறையில் உருவாகும் வளைவுப் பகுதிகளினின்றும் பிரிதலே இல்லை (படம் பார்க்க). நியூரல் வளைவுகள் கீழ்நோக்கி வளர்ச்சியடைவதால் சென்ட்ரம் உருவாகிறது. இவ்வாறு வழக்



படம் 7-15-121

மத்தியப் பகுதி உருவாகும் வகைகள் :

படம் **K-M** மேல் வளர் அல்லது முனை சென்ட்ரமைப்பு: படி நிலைகள்

படம் **NOP**—முழுமை வளர் சென்ட்ரமைப்பு-படி நிலைகள்

1. முனை எலும்பாக்க மையம்; 2. குருத்தெலும்பாலான மத்தியப் பகுதி; 3. முனை வளர் தகடு; 4. சைனோவியல் குருத்தெலும்பு; 5. மத்திய எலும்பாக்க மையம்.

கத்திற்கு மாறாக உருவாகும் சென்ட்ரமைப்பு வளைவுச் சென்ட்ரமைப்பு (arch centrum) என்பதாம். தவளைகளின் அகழ்தெலிகளில் (fossil frogs) பக்கச் சென்ட்ரம் (pleuro centrum) இடைச் சென்ட்ரம் (inter centrum) இவற்றின் எச்சங்கள் (vestiges) காணப்படுவதால் வளைவுச் சென்டரமைப்பு தனித்துப் பரிணமித்தது என்பது அறிந்த ஒன்றே.

பொதுவாக முதுகெலும்பிகளில் முள்ளெலும்பின் பகுதிகள் அனைத்தும் குருத்தெலும்புகளாக உருவாகிப் பின்பே எலும்பாக்கம் அடைகிறது. இவ்வாறு உருவாகும் சென்ட்ரங்கள் குருத்

தெலும்பு சென்ட்ரமைப்பு (chordral centra) எனப்படும். இவ் வமைப்பில் குருத்தெலும்பே முதிர்ந்த உயிரியிலும், முள்ளெலும் பின் திசுவாகியிருக்கலாம். அல்லது குருத்தெலும்பான முள் ளெலும்பின் பகுதிகள் மாற்று எலும்புகளால்(replacemnent bones) எலும்பாக்கமும் அடைந்திருக்கலாம். இதற்கு மாருக ஒருசில மீன்களிலும் சாலமாண்டர்களிலும் (salamander) சிசிலியன்களிலும் (caecilians) வேறு வியத்தகு முறையில் சென்ட்ரம் உருவாகிறது. இம் முறையில் சென்ட்ரம் இடைநுழை திசுவினின்றும் நேரடி யாக உருவாகிறது. ஆகவே முதுகுதண்டோ அதன் உறையோ திசுவமைப்பில் மாற்றமடைவதில்லை. இச் சென்ட்ர எலும்புகள் படல எலும்புகளில் (membrane bones) ஆனவை. இச் சென்ட்ர மைப்பு மேலுறை சென்ட்ரமைப்பு (husk centra) எனப்படும். ஏனெனில் இச் சென்ட்ரம் முதுகுதண்டினைச் சூழ்ந்து உறை யமைப்பில் உருவாவதால் மேலுறை சென்ட்ரம் (husk ceutrum) பக்கச் சென்ட்ரம் அல்லது இடைச் சென்ட்ரம் அல்லது இரண் டுடனே உறுப்பொத்ததா என்பது விளங்காததே. இன்று வாழும் இருவாழ்விகளின் (modern ampibia) சென்ட்ரங்களை ஏனைய முதுகெலும்பிகளின் சென்ட்ரங்களுடன் ஒப்பிட்டு உறுப்பொத்த நிலையினைத் துணிவோடு விளக்கமுடியாதது ஓர் புதிரே.

முள்ளெலும்பின் கருவளர்ச்சிப் போக்கிலே காணப்படுவது, முள்ளெலும்பு சென்ட்ர தோற்ற முதலமைப்பு (centrogenic primordia). திசுவிற்கும் முதுகுதண்டினைச் சூழும் இணைப்புத் திசு வாலான உறைக்கும் இடையேயுள்ள தொடர்பாம். தண்டுச் சென்ட்ரமைப்பிலே (chordal centrum) தண்டு வடச் சூழுறையை (notochordal sheath) கரு இடை நுழைதிசு ஊடுருவிச் சென்ட் ரத்தினை உருவாக்குகிறது. இவ்வாறு திசு ஊடுருவும்போது சூழுறை பெருமளவு பெருக்கிறது. தண்டு ஊடுருவல் (chordal penetration) கான்டிரிக்திஸில் (chondricththys) தெளிவாயுள்ளது. இவற்றில் குருத்தெலும்பாக்கமே காணப்படுகிறது. மற்ற முதுகெலும்பிகளில் (vertebrats) காணப்படும். தண்டு சூழ் சென்ட்ரமைப்பிலே சென்ட்ரம் உருவாக்கும் கரு இடை நுழைதிசு தண்டுவட சூழுறை யினைச் சூழ்ந்தமைந்து தண்டு வடத்தினை அதன் நீள்போக்கில் பல குறுக்குச் சுருக்கமைவுகளை (constriction) உருவாக்கி சென்ட்ரம் உருவாக்கப்படுகிறது. இவ்வகை வளர்ச்சியில் இடை நுழை திசு தண்டுவடத்தினையோ அதன் சூழுறையையோ ஊடுருவதில்லை. முதன்முதலில் சென்ட்ரங்கள் தண்டுச் சென்ட்ரங்களாகத்தான் (chordal ceutrum) தோன்றின. பின்புதான் தண்டு சூழ் சென்ட்ரங் களாகப் படிப்படியாக மாற்றமுற்றன என்று கருதப்படுகிறது. இவ் வகை சென்ட்ரமைப்பு இன்று வாழும் நாற்கால் விலங்குகளில்

காணப்படுகிறது. தண்டுச் சென்ட்ரமைப்பு தண்டுசூழ் சென்ட்ரமைப்பு இவற்றிற்கிடையே பல்]இடைநிலை சென்ட்ரமைப்புகளும் உள்ளன. இவ்விடை நிலை சென்ட்ரமைப்புகள் வாழும் மீன்களில் காணப்படுகின்றன.

பாலூட்டிகளின் சென்ட்ரம் மூன்று எலும்பாக்க மையங்களினின்றும் எலும்பாக்கப்படுவது பாலூட்டிகளுக்கே உரிய சிறப்புப் பண்பாகும். பாலூட்டிகளில் மூன்று பகுதிகளாக்கப்பட்ட சென்ட்ரத்தின் மூன்று பகுதிகளும் முதிரா நிலைகள்; முற்றும் எலும்பாக்கம் அடைவதில்லை. சென்ட்ரத்தின் இரு முனைகளிலும் மெல்லிய குருத்தெலும்பு (thin cartilage) பகுதிகள் முதிரும் நிலை வரை அமைந்து மத்தியப் பகுதியோடு தொடர்பு கொண்டிருக்கும். இவ்வாறு முனைகள், மத்தியப்பகுதி என்று மூன்று எலும்பாக்கம் அடையும் சென்ட்ரம். முனை அல்லது மேல் வளர் சென்ட்ரமைப்பு (epiphyseal growth) என்றழைக்கப்படும். இம் முறையானது மற்ற முதுகெலும்பிகளில் காணப்படும் முழுமை வளர் சென்ட்ரமைப்புக்கு மாறுனது எனலாம்.

நில வாழ்வுக் கேற்ற தகவமைப்புப் போக்குகள் (Trends Adaptive to tenestrial life)

முதுகெலும்பிகளின் முதுகெலும்புகளில் பல வேறுபாடுகள் முன்பே விளக்கப்பட்டுள்ளன. இவ் வேறுபாடுகள் ஓரளவு முதுகெலும்பியினை நிலத்தில் வாழ்வதற் கேற்றதாக்கியுள்ளது. முதன் முதலில் முதுகெலும்பிகள் நீரில் வாழ்வதற்கேற்ற தகவமைப்பினையுடையனவாயிருந்தன. நீரினின்றும், விடுபட்டு நிலத்தில் வாழ முற்படும் போது நிறைந்த தகவமைப்புகள் தேவைப்பட்டன. இத்தேவைப்பாடுகளே தகவமைப்புப் போக்குகளாக அமைந்தன. நிலவாழ் தகவமைப்புக்கள் முதன்முறையாகத் தோன்றியனவேயன்றி இரண்டாம் நிலையினையுடையவையன்று (not secondary). இத் தகவமைப்புகளில், 1. முதுகெலும்பினைப் பல பகுதிகளாக்கல் (Regionalization), 2. முதுகெலும்பில் முறுக்கல் தடுப்பமைப்பு (antiturist), 3. தொங்குதற்கேற்ற தகவமைப்புகள், 4. அசைவுறும் மண்டையோடு (cranial mobility) ஆகியவை குறிப்பிடத் தக்கன

பகுதிகளாக்கல் (Regionalization)

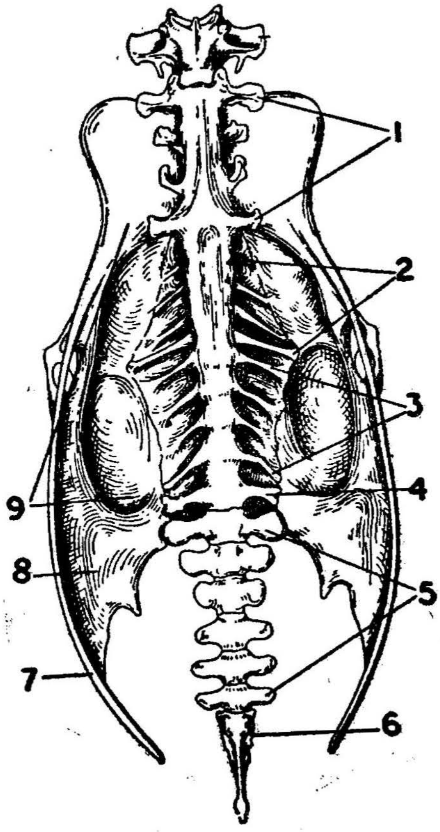
மீன்களில் முதுகெலும்பு இரு பகுதிகளாக்கல் (அதாவது உடல், வால் என்ற பகுதி) என்பதில் துவக்கமுற்றுக் கருச்சவ்விகளில் ஐந்து பகுதிகளாக முடிவுற்றுள்ளது. (அதாவது கழுத்து (cervical),

மார்பு (thoracic), இடுப்பு (lumbar)), திரிகம் (sacrum), வால் (caudal) என்பன. ஒவ்வொரு முள்ளெலும்புடன் கழுத்து, திரிகம் என்ற பகுதிகள் முதன்முதலில் இருவாழ்விகளில் உருவாயின. இது ஒரு நில வாழ்வுக்குரிய தகவமைப்பே. கழுத்து முள்ளெலும்பு மண்டையோட்டினை அசைவதற்குரியதாக்கும். நீரில் அசைவற்ற தொய்வற்ற விறைப்பான உடல் அச்சே நிலனைத் திறம்படக் கிழித்து இடப்பெயர்ச்சியடையப் பயனுடையது. ஆனால் நிலத்தில் இவ்வமைப்பு தேவையற்றதாதலின் நீக்கப்பட்டு நிலத்தில் நாற் புறமும் திரும்பிச் சூழலையறியப் பயனடைய அசையும் மண்டை யோடு அமைக்கப்பட்டது. அசையும் மண்டையே உயிர் வாழவும் இன்றியமையாததாகியது. மண்டையோட்டின் முழு இயக்கம், ஊர்வனவற்றில் ஒன்றிற்கு மேம்பட்ட கழுத்து முள்ளெலும்புகள் உருவான பின்பே முழுமையுற்றது எனலாம். கருச்சவ்விகளில் கழுத்து முள்ளெலும்புகளின் எண்ணிக்கை வேறுபடுகிறது. ஆனால், இரண்டிற்கு குறைந்த கழுத்து முள்ளெலும்புகள் இல்லை. கழுத்து முள்ளெலும்புகள் மற்ற முள்ளெலும்புகளினின்றும், விலா எலும்பு களற்ற நிலை அல்லது குறைந்த நீளமுடைய விலா எலும்புகளை யுடையனவாயிருத்தல் என்பதில் வேறுபட்டுள்ளன. பாலூட்டி களின் கழுத்து முள்ளெலும்புகளில் விலாஎலும்புகள் அளவில் சிறிதாக்கப்பட்டுள்ளன. மேலும், அவை முள்ளெலும்புகளுடன் ஒன்றியுள்ளன. இவ்வாறு விலா எலும்புகள் ஒன்றிய போதும் முள்ளெலும்புத் தமனிப் புழை (Vertebrarterial foramen) கேடுறு மலும், இழக்கப்படாமலும் அமைந்துள்ளது. இப்புழை ஏனைய முள்ளெலும்புகளில் காணப்படுவதேயில்லை. ஊர்வனவற்றிலும், பறவைகளிலும் கடைசிப் பகுதிக் கழுத்து முள்ளெலும்புகள் தனித்த விலாஎலும்புகளையுடையன. இம் முள்ளெலும்புகளோடு தொடர்புடை விலாஎலும்புகள் குட்டையானவைகளாக இருப்ப தோடு மட்டுமன்றி அவை மார்பெலும்புடன் (Sternum) இணை வதில்லை. கழுத்து முள்ளெலும்புகளுக்கு அடுத்த பகுதியிலுள்ள மார்பு முள்ளெலும்புடன் தொடர்புடைய விலா எலும்புகள் மார்பெலும்புடன் தொடர்புடையன. இவ்வாறு அமைப்பு வேறு பட்டால் கழுத்து முள்ளெலும்புகள் மார்பு முள்ளெலும்பு களினின்றும் வேறுபடுத்தி அறியப்படுகின்றன.

முதன்முதல் தோன்றும் நாற்கால் விலங்காகிய இரு வாழ்விகளில் திரிகப்பகுதியில் ஒரேயொரு முள்ளெலும்பே காணப் படுகிறது. இம் முள்ளெலும்போடு இணைந்துள்ள விலாஎலும்புடன் இடுப்பு வளையம் (pelvic girdle) தொடர்புடையதாயுள்ளது. மீன் களில் இடுப்புத் துடுப்புகள் மிகுதியான எடையைத் தாங்காமை யால், இடுப்பு வளையம் அச்சுச் சட்டகத்துடன் இணைக்கப்பட

வில்லே. ஆனல் நிலவாழ் தன்மையை இருவாழ்விகள் அடைந்த வுடன் கால்களின் மீதே உடலின் எடை முழுவதும் தாக்கப்படு வதால் அவை ஏற்ற முறையில் அச்சுச் சட்டகத்தோடு இணைந் தமைவது இன்றியமையதாகிறது. அச்சுச் சட்டகத்திற்கும் இடுப்பு வளையத்திற்குமிடையே திரிக முள்ளெலும்பு அமைந்த நிலை செய லளவில் குறையுடையதே. ஆயினும் பரிணமைப் போக்குப்படி திரிக விலாஎலும்பினைத் தடிப்புறச் செய்து அத்துடன் இடுப்பு வளை யத்தினை ஒன்றச் செய்வதே சிறப்புடையதாகக் கருதப்படுவதால் திரிக முள்ளெலும்பினை இடிப்பது என்பது நிகழவில்லை. ஊர்வன வற்றில் திரிக முள்ளெலும்பிற்கும், இடுப்பு வளையத்திற்குமிடையே சிறப்பு எலும்பு இணைப்பு ஏற்பட்டுள்ளது. எவ்வாறெனில் இரண்டு திரிக முள்ளெலும்பு அமைப்பாலும் இவை ஒன்று மற்றதோடு ஒன்றிய நிலையோடு மட்டுமன்றி விலா எலும்புகளுடன் ஒன்றி யுள்ளது. ஆகவே அச்சுச் சட்டகத்தோடு இடுப்பு வளையம் நன்கு இணைக்கப்பட்டுள்ளது எனலாம். பாலூட்டிகளில் இவ் வமைப்பு மேலும் திரிக முள்ளெலும்பின் எண்ணிக்கையை அதிகரிப்பதால் (மூன்று முதல் ஐந்து முள்ளெலும்பு) சிறப்படைகிறது. பறவை களில் முள்ளெலும்புகள் ஒன்றுவதால் முதுகெலும்பு வியத்தகு முறையில் வலுவுடையதாகிறது. கடைப்பகுதி மார்பு முள்ளெலும் புகள் (posterior thoracic vertebrae) எல்லா இடுப்பு முள்ளெலும் புகள் (all lumbar vertebrae), திரிக முள்ளெலும்புகள் (sacral vertebrae), அண்மை வால் முள்ளெலும்புகள் (proximal caudal vertebrae) எல்லாம் ஒன்றிணைந்து கூட்டுத் திரிகமாக அமைந் துள்ளது. இவ்வமைப்பு மிகுதியான வலுவினை அச்சுச் சட்டகத் திற்கு அளிப்பதோடு உடலின் எடை இதில் தாக்குவதாகவுமுள்ளது. ஊர்வனவற்றில் மார்பு முள்ளெலும்பும், இடுப்பு முள்ளெலும்பும் தனித்த பகுதிகளாக உருவாயின. மார்பு முள்ளெலும்பில் விலா எலும்புகள் தொடர்புடையனவாகவும் இடுப்பு முள்ளெலும்புகள் விலா எலும்புகளே அற்றனவாகவும் உள்ளன. இவ் வேறுபாடே மார்பு முள்ளெலும்பினை இடுப்பு முள்ளெலும்பினின்றும் வேறு படுத்தியறியப் பயன்படுத்தப்பட்டது. நுரையீரல் சுவாச முறையும் (lung respiration), இடப்பெயர்ச்சியும் (locomotion) மார்பு இடுப்பு விலாஎலும்புகள் வேறுபாடு தேர்வு சக்திகளாகச் (Selective forces) செயல்பட்டன என்று கூறப்படுகிறது. முந்தைய நாற்கால் விலங்குகளில் காணப்பட்ட ஊர்ந்துசெல்லும் முறையினின்றும் விடு பட்டு இடப்பெயர்ச்சி விரைவாக நிகழ உடல் தரையினின்றும் மேலே தூக்கப்பட்ட நிலை உதவியது. இவ்வாறு உடல் தரையி னின்றும் மேலே தூக்கப்பட்டவுடன் வயிற்றுறுப்புகளைத் தொங் கும் நிலையிலமைக்க வலுவும் உறுதியும் உடைய பக்கப் பகுதிகள்

தேவைப்பட்டன. வலுவற்ற விலாஎலும்புகள், இத்தேவையினை ஈடேற்றுவாதலின், விலாஎலும்புகள் பயனற்றவையாயின. பெரும்பான்மையான முந்தைய நாற்கால் விலங்குகளில் நுரையீரல் இருந்த போதும் உயிரிகள் பெரும்பகுதி தோல் சுவாசத்தினையே கொண்டிருந்தமையால் மார்பு முள்ளெலும்புகள் உருவாகுவதால் செயல்படக்கூடிய காற்று உள்ளிழுப்பு அமைப்புத் திறம்பட அமையவில்லை. நாற்கால் விலங்குகளுக்கே உரிய உடல் இயக்கங்கள் அனைத்தும், மார்பு முள்ளெலும்பு, இடுப்பு முள்ளெலும்பு என்று



படம் 7-16-122

புறுவின் கூட்டுத் திரிகம்—வயிற்றுப் பக்கத் தோற்றம்

1. மார்பு முள்ளெலும்புகள்; 2. இடுப்பு முள்ளெலும்புகள்; 3. திரிக முள்ளெலும்புகள்; 4. வால் முள்ளெலும்பு; 5. தனித்த வால் முள்ளெலும்புகள்; 6. லைபகோஸ்டைல்; 7. பியூஃபிஸ்; 8. இஷியம்; 9. இலியம்.

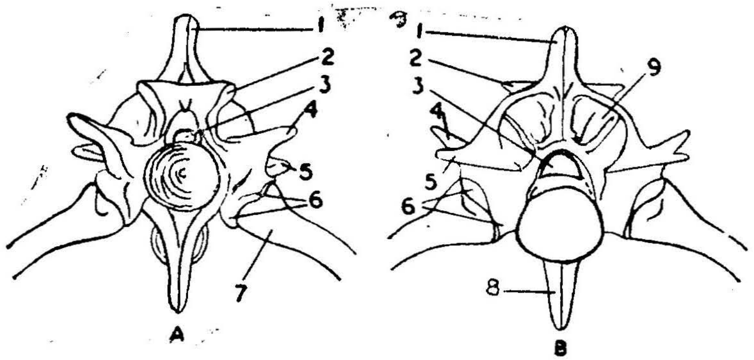
இரு வேறுபட்ட தனித்த பகுதிகள் உருவானதால்தான் திறம்பட நடைபெறுகின்றன. நியூரல் முட்கள் விலாஎலும்புகள், குறுக்கு நீட்சிகள் (transverse process) இவற்றின் மீது தசைகள் இணைந்தே இச் சிறப்புடைய உடல் இயக்கங்கள் நிகழ்கின்றன. ஆகவே பகுதி களாக்கல் பயனுடையதாகின்றது. ஒருசில முதுகெலும்பிகளில் முள்ளெலும்பின் வயிற்றுப்புறத்தினின்று கீழ் வளர் நீட்சிகள் (bypapophyses) என்பன வளர்கின்றன. இவை மேலும் தேவை யான தசை பொருந்தும் பரப்புகளாகச் செயல்படுகின்றன.

முதுகெலும்பிகளில் வால் முள்ளெலும்புகளின் எண்ணிக்கை வேறுபடுகின்றன. பொதுவான போக்கு இப்பகுதியினைக் குறித்துத் தெளிவாக இல்லை. இருவழிகளில் பரிணாமப் போக்கு அமைந் துள்ளது எனலாம், ஒன்று வால் முள்ளெலும்புகளின் மிகுதியாதல், மற்றது எண்ணிக்கை குன்றி அவை ஒன்றுதல். அன்யூரன்களில் வால் முள்ளெலும்புகள் ஒன்றி யூரோஸ்டைல் (urostyle) அமை வதும், பறவைகளில் சேய்மை வால் முள்ளெலும்புகள் ஒன்றி பைகோஸ்டைல் (pygostyle) அமைவதும், மனித இனத்தில் அண்மை வால் முள்ளெலும்புகள் ஒன்றி காக்சிக்ஸ் (coccyx) அமை வதும், முதுகெலும்பிகளின் வால் பகுதியில் நிகழ்ந்துள்ள சிறப்ப மைப்புகள் வால் பகுதித் தசைகள் ஏற்றபடி பொருந்தியமைய அகன்ற பரப்புகள் தேவை. இப் பரப்பு பெருத்த நியூரல் முட்கள், ஹீமல் முட்கள் உருவாவதால் அமைகின்றது. இதன்மீது வால் பகுதித் தசைகள் பொருந்திச் செயல் வேகமிக்க வாலசைவுகளை உண்டு பண்ணுகின்றன.

முறுக்கல் தடுக்கமைப்பு (Torsional resistance)

மீன்கள் நீரில் மிதந்து வாழ்ந்தமையால் முள்ளெலும்பில் முறுக்கல் அல்லது திருகுதல் நிகழ வாய்ப்பில்லை. ஆனால் நிலத்தில், முறுக்கல் நிகழ மிகுதியான வாய்ப்புண்டு. ஏனெனில் அச்சுச்சட்டகம் இரண்டு பகுதிகளில் தான் (மார்பு வளையம் இடுப்பு வளையம்) தாங்கப்படுகிறது ஆகவே ஏனைய பகுதிகளில் முறுக்கல் மிகுதி யான உடல் எடை சேமிப்பால் நிகழ வாய்ப்புண்டு. எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும் முள்ளெலும்பில் சைகோபோபைசிஸ் (zygopophysis) என்பன உண்டு. இவற்றின் முக்கிய பணி முறுக்கலை (Twist) தவிர்த்தலே சைகோபோபைசிஸ்கள், வழ வழப்பான பொருந்து பரப்புகளை உடையவை. இவை நியூரல் வளைவுகளிலமைந்துள்ளன. ஒரு முள்ளெலும்பின் முன் முனையி லுள்ள சைகோபோபைசிஸ் (zygopophysis) முன் சைகோபோ பைசிஸ்கள் (prezygopophysis) எனப்படும். இவற்றின் பொருந்து

பரப்புகள் எப்போது முதுகுபுறம் நோக்கியோ, மத்திய முதுகுபுறம் (dorsomediad) நோக்கியோ அமைந்திருக்கும். முள்ளெம்லுபின் பின் முனையிலுள்ள சைகோபோ பைசிஸ்கள், பின் சைகோபோ பைசிஸ்கள் எனப்படும். இவற்றின் பொருந்து பரப்புகள் எப் போதும் வயிற்றுபுறம் நோக்கியோ அல்லது பக்க வயிற்றுபுறம்



படம் 7-17-123

பாம்புகளின் முள்ளெலும்புகளில் காணப்படும் முறுக்கல் தடுக்கமைப்பு

A—முன் முனைத் தோற்றம்; **B**—பின் முனைத் தோற்றம்

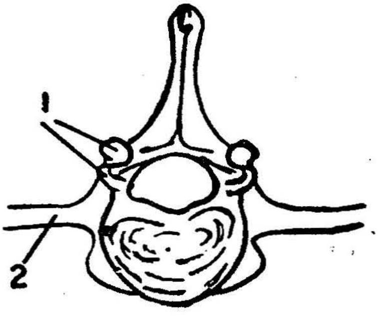
1. நியூரல் முட்கள்; 2. சைகோஸ்டீன்கள்; 3. நியூரல் குழாய்; 4. முன் சைகோபோபைசிஸ்; 5. பின் சைகோபோபைசிஸ்; 6. சைனுப்போபைசிஸ் (**Synapophysis**); 7. முழுமைத் தலைவிலா எலும்பு; 8. கீழ் வளர் நீட்சி.

(Ventrolateral) நோக்கியோ அமைந்திருக்கும். ஒவ்வொரு வகை யிலும் ஓரிணையுண்டு. இவை நியூரல் வளைவுகளின் ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் (வலம், இடம்) ஒன்றாக அமைந்திருக்கும். ஒரு முள் ளெலும்பின் முன் சைகோபோபைசிஸ்கள், அதன் முன்னுள்ள முள்ளெலும்பின் பின் சைகோபோபைசிசுடன் நேரடியாகக் கீழாக அமைந்து பொருந்தியிருக்கும். மாறாகப் பின் சைகோபோ பைசிஸ்கள் முன் சைகோபோ பைசிசுடன், மேலமைந்து பொருந்தி யிருக்கும்.

சைகோபோபைசிஸ்கள் ஒன்றன்மீது மற்றது நழுவி, முது கெலும்பில் அதன் தள மட்ட அச்சிலும் (horizontal axis) செங்குத்து அச்சிலும் வளையும் இயக்கத்தை அளிக்கக் கூடிய நிலையில்தான் உருவாக்கப்பட்டு அமைகின்றன. அவை முறுக்கலை முற்றும் தடுக்கக்கூடியவை. முதுகெலும்பில் நிகழும் சுழலும் (surivel) இயக்கம், சென்ட்ரங்களுக்கு இடையே நிகழ்வதாம்.

ஆகவே சைகோபோ பைசிஸ்களுடைய உண்மையான செயல் முறுக்கலைத் தடுத்தலே.

முறுக்கல் இறுக்கம் (twisting stress) மிகுதியாக அமையக் கூடிய ஒரு சில நாற்கால் விலங்குகளில் துணை சைகோபோபைசிஸ்கள் (accessory zygopophysis) உருவாகியுள்ளன. எல்லாப் பாம்புகளிலும் ஒரு சில புல்லிகளிலும் துணை சைகோபோபைசிஸ்கள் உள்ளன. முன் முனையிலுள்ளவை சைகோஸ் பீன்கள் (zygosphenes) என்றும் பின் முனையிலுள்ளவை சைகான்டிரம்கள் (zygantrums) எனவும் அழைக்கப்படும்.



படம் 7-17(a)-124

குளம்புடைய பாலூட்டிகளின் முள்ளெலும்பில் காணப்படும் முறுக்கல் தடுக்கமைப்பு. C—முள்ளெலும்பின் பின் முனைத் தோற்றம்

1. வளைவமை சைகோபோபைசிஸ்; 2. குறுக்கு நீட்சி.

ஒரு சில குளம்புடைய பெரிய பாலூட்டிகளில் சைகோபோ பைசிஸ்சின் பொருந்து பரப்புகள் தட்டையாக அமைவதில்லை. மேலும் முதுகெலும்பின் எல்லா பகுதிகளிலும் ஒரே மாதிரியாகவும் இருப்பதில்லை. மாறாகக் குறிப்பாக இடுப்புப் பகுதிகளில் (lumbar regions) பொருந்து பரப்புகள் வளைவானதாக உள்ளன. இவற்றினை வளைவமை சைகோபோபைசிஸ் (sinuous zygopophysis) என்பர். இவை முறுக்கலை முற்றும் தவிர்ப்பதோடு செங்குத்தமைப்பில் ஏற்படும் மிகுதியான எடை யேற்றத்தினையும் தாங்குவனவாக உள்ளன. முன் குழிவு சென்ட்ரம் பின் குழிவு சென்ட்ரம் உடைய முள்ளெலும்புகளில் அமையும் பந்துக் கிண்ண மூட்டும் ஒரு வகையில் முறுக்கத் தடுப்பமைப்பே.

முறுக்கல் தடுப்பமைப்புகள் நாற்கால் விலங்குகளுக்கே உரிய தென்றாலும் இவை மீன்களில் கூடக் காணப்படுகின்றன. பல

எலும்பு மீன்களிலும் ஒருசில பாலூட்டிகளிலும் பொருந்தா ஆனல் பூட்டமைப்பில் இணையும் அமைப்புகளாகிய மேல் பக்க வளர் நீட்சிகள் (anapophysis) உள்ளன. இந் நீட்சிகள் எந்த வகை யான இயக்கத்தினையும் அனுமதிப்பில்லை என்பது கருத்தக்கது. எல்லா வகையான சைகோபோ பைசிஸ் உள்ளவற்றில் ஓரளவு இயக்கமுண்டு; ஆனல் முறுக்கல் இல்லை.

தொங்குதற்கேற்ற தகவமைப்புகள் (Suspensory Adaptations)

ஊர்ந்து இடப்பெயர்ச்சியடையும் முந்தைய நாற்கால் விலங்கு களில், முள்ளெலும்பு பெருமளவில் உடலைத் தாங்குவதாக அமைய வில்லை. ஏனெனில் உடல் தரையில் பொருந்திய நிலையிலேயே உயிரி இடப்பெயர்ச்சியடைந்தமையால். ஆகவே இவ்வுயிரிகளில் முதுகெலும்பு உடலைத் தாங்குவதற்கேற்ற தகவமைப்புகளைப் பெரு மளவில் பெற்றிருக்கவில்லை. அக வெப்பச் சீராக்கமுடைய வைகளில் (endotherms) உடல் பெரும்பான்மையான நேரங்களில் தரையினின்றும் உயர்த்தப்பட்டுக் கால்களினுல் தாங்குவதாக அமைந்துள்ளது. ஆகவே தாங்குதலும் உடலுறுப்புகள் தொங்கு தற்கேற்ற தகவமைப்புகள் இன்றியமையாதன. உடலுறுப்பு களைத் தாங்குதற்கேற்ற தகவமைப்புகள் பறவைகளில் முள் ளெலும்புகள் ஒன்றுவதால் (fusion of vertebrae) உருவாயின. மார்பு முள்ளெலும்புகள், இடுப்பு முள்ளெலும்புகள் திரிக முள் ளெலும்புகள் இவைகள் ஒன்றுவதால் உருவாகியது. இவ்வாறு மார்பு முள்ளெலும்புகள் ஒன்றுவதால் மார்பு பகுதியில் அசைவு இழக்கப்பட்டது. பாலூட்டிகளில் செங்குத்து அச்சில் அதிகரிக்கும் எடையினைத் தாங்குவதற்கேற்ற தகவமைப்புகள் உருவாகியமை யால் அத்தகவமைப்புகள் உடல் அசைவினைப் (trunk mobility) பாதிப்பதாக அமையவில்லை. நியூரல் முட்கள் உருவத்தில் பெருத்தல் அவை முன்னோக்கியோ அல்லது பின்னோக்கியோ சாய்ந்த நிலையில் உருவாதல் போன்ற நிகழ்ச்சிகளே தகவமைப்பு களாக அமைந்தன.

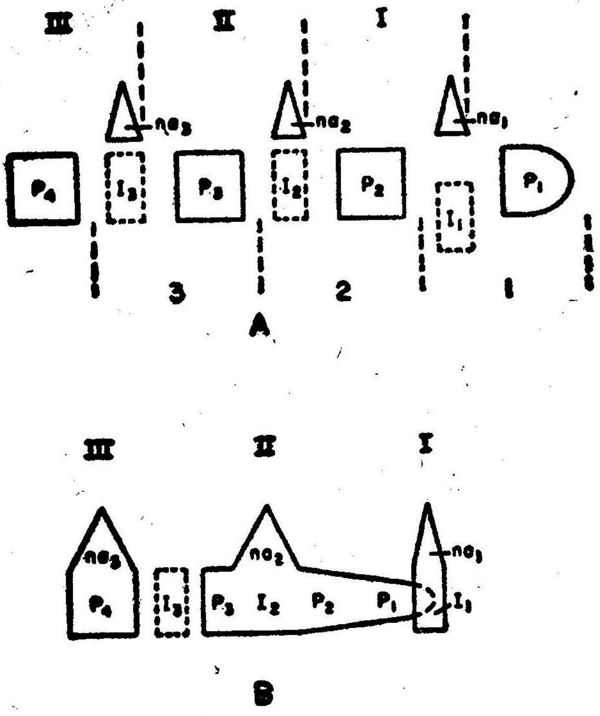
அசையும் மண்டையோடு (Cranial mobility)

அசைவுடைய மண்டையோடு நாற்கால் விலங்குகளுக்கு இன்றி யமையாதது என்பதை முன்பே கண்டோம். மண்டையோட்டின் அசைவு, கழுத்து முள்ளெலும்புகளின் எண்ணிக்கையை அதிகரிப்ப தால் உருவாகியது. கழுத்து முள்ளெலும்புகளில் (cervical vertebrae) முதலிரண்டும் சிறப்புற்றுப் பிடர் முள்ளெலும்பு (Atlas vertebrae) அச்சு முள்ளெலும்பு (axis vertebrae)என்பவைகளாயின.

மீன்களில் மண்டையோட்டின் பொருந்து குமிழ்களின் (occipital cardyle) எண்ணிக்கை ஒன்றிலிருந்து நாற்கால் விலங்குகளில் இரண்டாகியது. முந்தைய நாற்கால் விலங்குகள் ஒரு பொருந்து குமிழினைப் பெற்றிருந்தன. இந்த நிலை இன்றுள்ள நாற்கால் விலங்குகளிலும் காணப்படுகிறது. காட்டாக ஊர்வன, பறவைகள் வாழ்வழிந்த இரு வாழ்விகள் மீன்களில் ஆக்ஸிபிட்டல் நீட்சிகள் (occipital process) அசைவினை ஏற்பட வகை செய்வதில்லை. ஆனால் நாற்கால் விலங்குகளிலுள்ள ஆக்ஸிபிட்டல் குமிழ்கள், மண்டையோடு கழுத்துப் பகுதியின் முன்பாக அமைந்து முள் ளெலும்புகளோடு பொருந்துவதால் ஓரளவு அசைவு ஏற்பட வாய்ப்புண்டு. முதல் கழுத்து முள்ளெலும்பின் முன் முனையில் சைகோபோபைசிஸ்கள் இருப்பதில்லை. ஏனெனில் மண்டை யோட்டின் பொருந்து குமிழ்கள் (occipital cordyhes) அதனோடு பொருந்தியமைவதாலேயே.

இரு வாழ்விகளில் முதற்கழுத்து முள்ளெலும்பு ஏனைய முள் ளெலும்புகளில் காணப்படும் பகுதிகளையே உடையது. கருச்சவ்வி களில் முதலிரண்டு கழுத்து முள்ளெலும்புகளின் பகுதிகள் ஏனைய முள்ளெலும்புகளினின்றும் பகுதிகளினின்றும் வேறுபட்டது. முதலிரண்டு கழுத்து முள்ளெலும்புகளின் பகுதிகளைப் பற்றியறிய, கருவளர்ச்சியில் ஸ்கிளிரோடோம்களிலிருந்து உருவாகும் துண்டங் களின் (arenalia) அமைப்பினின்றும் துவங்குதல் வேண்டும். துண் டங்களுக்குத் தசை தடுக்குகளுக்குமிடையே மாற்றம் ஏற்பட்டு முன் பின்னாக அமைவுற்ற பின்பு, முதற்பகுப்பின் (first segment) நியூரல் வளைவு உருவாகும் முதுகுபக்க அடித்துண்டும் (basidorsal) இடைச் சென்ட்ரமும், இரண்டாவது பகுப்பின் (second segment) பக்கச் சென்ட்ரமும் (pleurocentrum) அட்லாஸ் அல்லது பிடர் முள் ளெலும்பின் (atlas) முதலமைப்பினை உருவாக்குகின்றன. இரண் டாவது பகுப்பின் முதுகுபக்க அடித்துண்டும் (basidorsal) இடைச் சென்ட்ரமும் (inter centrum) மூன்றாவது பகுப்பின் பக்கச் சென்ட்ரமும் இணைந்து அச்சு முள்ளெலும்பின் முதலமைப்பினை உருவாக்குகின்றன. இடைச் சென்ட்ரங்களற்ற நிலையில் பிடர் முள்ளெலும்பும், அச்சு முள்ளெலும்பும் உருப்பெறுமானால் அவை ஏனைய முள்ளெலும்புகளின் பகுதிகளையே உடையன எனலாம். இந்த நிலைக்குப் பின்பு இவ்விரு முள்ளெலும்புகளும் தனித்த சிறப் பான முறையில் உருப்பெறுகின்றன. பிடர் முள்ளெலும்பு நியூரல் வளைவின் முதலமைப்பும் (presumptive neural arch) இடைச் சென்ட்ர மட்டும் இணைந்து வளைய அமைப்பில் உருப்பெறுகின்றது. ஏனைய கழுத்து முள்ளெலும்புகளிலுள்ளது போன்றே இதனுடனும் ஓரிணை கழுத்து விலா எலும்புகளும் இணைகின்றன. அச்சு

முள்ளெலும்பின் முழுமை நிலை கீழ்க்கண்டவாறு உருவாகிறது. முதலமை பிடர் முள்ளெலும்பின் பக்கச் சென்ட்ரமும் (pleurocen-



படம் 7-18-125

கருச் சவ்விகளில் பிடர் முள்ளெலும்பு, அச்சு முள்ளெலும்பு ஆகியவற்றினை உருவாக்கும் பகுதிகள்

A—கரு நிலையினைப் படம் காட்டுகிறது. **B**—வளர்ச்சியுற்ற நிலை.

A-I—முதலமை பிடர் முள்ளெலும்பு; **II**-முதலமை அச்சு முள்ளெலும்பு; **III**—முதலமை மூன்றுவது கழுத்து முள்ளெலும்பு; **1,2,3**—பகுப்புகள் **B-I** பிடர் முள்ளெலும்பு; **II** அச்சு முள்ளெலும்பு; **III**-மூன்றுவது கழுத்து முள்ளெலும்பு. p_1—முன் பிடர் முள்ளெலும்பு (**proatlas**) p_2, p_3, p_4—பக்கச் சென்ட்ரங்கள் I_1, I_2, I_3—இடைச் சென்ட்ரங்கள். na_1, na_2, na_3 — நியூரல் வளைவுகள்.

trum of presumptive atlas) முதலமை அச்சு முள்ளெலும்பின் பகுதிகளும் முதல் பகுப்பின் (first segment) பக்கச் சென்ட்ரமும் இணைந்து உருவாகிறது. அச்சு முள்ளெலும்பு (axis vertebrae) இதனுடன் ஓரிணை கழுத்து விலா எலும்புகளும் இணைகின்றன.

பிடர் முள்ளெலும்பும் (atlas) அச்சு முள்ளெலும்பும் ஏன் இத்துணை சிறப்புடையவாயுள்ளதெனில் தேவையான அளவு மண்டையோட்டிற்கு அசைவு தருவதோடு மட்டுமன்றி எலும்பு (osseous strength) வலுவினையும் உடையதாக அமைவதற்காகவே எனலாம். பாலூட்டிகளில் மட்டுமாவது தலையை முன்னும் பின்னும் ஆட்டுதல், படுக்கை மட்டத்தில் அசைத்தல் போன்ற அசைவுகள் மண்டையோட்டிற்கும் பிடர் முள்ளெலும்பிற்குமிடையே உள்ள இணைப்பினால் நிகழ்கிறது. தலையினைப் பின்புறம் திருப்பல் அசைவு நிகழ்ச்சியானது பிடர் முள்ளெலும்புக்கும் அச்சு முள்ளெலும்புக்குமிடையேயுள்ள இணைப்பில் நிகழ்கிறது. இவ் வேறுபட்ட வகையான அசைவு நிகழ்ச்சிகள் ஒரே இணைப்பில் நிகழ வேண்டுமானால் அவ் விணைப்பு சுழலும் மூட்டின் (swivel like condyle) அமைப்பில் இருத்தல் வேண்டும் இம் மூட்டு இப் பகுதியில் அமையுமானால் மிகவும் இன்றியமையாத மூளைப் பகுதியினின்றும் துவங்கும் தண்டுவடம் காப்புற்றதாக அமையாது. மேலும் எலும்பு வலுவும் குன்றியதாகும். ஆகவே இப்பகுதியில் இரண்டு வகையான இணைப்புகளை உருவாக்கி அசைவுச் செயலினை அவைகளுக்கிடையே பகிர்ந்தளிக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்வமைப்பினை உற்று நோக்கும்போது சிறப்பமைப்பில் (specialization) வலுவான உருவாக்கம் மட்டும் நோக்காக அமையாமல் திறனுள்ள செயலும் கருதப்பட்டுள்ளது என்பது தெளிவு.

விலா எலும்புகள் (Ribs)

முதுகெலும்பிகளில் விலா எலும்புகள் இரு வழிகளில் தோன்றியுள்ளன என்பது தெளிவாகியுள்ளது. குருத்தெலும்பு இணைப்புத் திசு இவற்றில் தசைத்தடுக்கு (myosepta) நெடுக எலும்பாக்கம் அடைவதால், விலா எலும்புகள் உருவாதல் பொதுவான ஒரு வழியாம். இவை முதனிலை விலா எலும்புகள் (primary ribs) எனப்படும். இவை முதனிலை அகச் சட்டகத்தின்பால் (primary endoskeleton) அடங்கும். அடித்தோல் (dermis) இன்னும் குறிப்பாகக் கூறவேண்டுமானால் எலும்புத் தோலினின்றும் (osteoderms) உருவாகும் விலா எலும்புகள் இரண்டாம் நிலை விலா எலும்புகள் (secondary ribs) எனப்படும். இவை அடித்தோல் விலா எலும்புகள் (dermal ribs) எனப்படும். இவை இரண்டாம் நிலை அகச் சட்டகத்தின் பால் அடங்கும். இவை காஸ்ட்ராலியா (gastralia) அல்லது வயிற்று விலா எலும்புகள் (abdominal ribs) என்று அழைக்கப்பெறும். இவை தோற்றத்தினால் மட்டுமன்றி (origin) அதன் துவக்க இடத்தினாலும் முதனிலை விலா எலும்புகளினின்றும் வேறுபட்டவை. முதனிலை விலா எலும்புகள் உயிரியின் உடலில்

முதுகு பக்கம், வயிற்றுப்பக்கம் ஆகிய இரு பகுதிகளிலும் காணப் படும். ஆனால் அடித்தோல் விலா எலும்புகள் அல்லது வயிற்று விலா எலும்புகள் வயிற்றுச் சுவரில் மட்டும் அமைவதோடு மட்டு மன்றி முள்ளெலும்பினைச் சென்று சேர்வதில்லை. ஆனால் முதனிலை விலா எலும்புகள் முள்ளெலும்புகளைச் சென்று சேரும். வயிற்று விலா எலும்புகள் மார்பெலும்பு, இடுப்புவளையம் இவற்றிற்கிடைப் பட்ட பகுதியில்தான் காணப்படும்.

முதனிலை விலா எலும்புகளின், பணி தசைகள் பொருந்து பரப்புகளாகச் செயல்பட்டன. பின் தோன்றிய முதுகெலும்பி களில் அவை நீட்சியுற்றுள்ளன. இவற்றினின்றும் உடலின் பகுதிகள் பொருந்தித் தொங்குநிலையிலுள்ளன. மற்றும் சிலவற்றில் காப்புக் கூடையாகச் செயல்படுகின்றன. மேலும் இவை சுவாசித் தலுக்குத் துணை உறுப்புக்களாகவும் செயல்புரிகின்றன.

இரண்டாம் நிலை விலா எலும்புகள் (Secondary ribs)

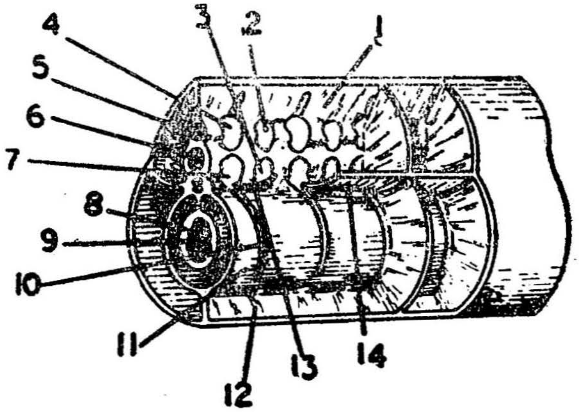
நிலத்தில் ஊர்ந்து வாழ்ந்த முதற்தோன்றிய நாற்கால் விலங்கு களில் வயிற்றின் பின் பகுதியினை உறுதியாக்குவதற்காகவும், காப் பதற்காகவும் உருவானவைகளே இரண்டாம் நிலை விலா எலும்புகள் (secondary ribs) முன்பே எலும்புத் தோலினை (osteoderm) உடைய இவ்வுயிரிகளில் புதிய விலா எலும்புகள் எளிதில் எலும்புத் தோலி னின்றும் உருவாகியது. இந்நிகழ்ச்சி, முதனிலை விலா எலும்புகள் உருவாவதைவிட எளிதாயிற்று. இரண்டாம் நிலை விலா எலும்புகள் உருவானமையால் முதனிலை எலும்புகள் முற்றும் மறையவும் உடற்பகுதி, மார்பு, இடுப்பு என்ற வேறுபட்ட பகுதி களாகவும் வேறுபாடடையவும் ஏதுவாயிற்று.

முதனிலை விலா எலும்புகள் (Primary ribs)

தோன்றுமிடம் (Position of Origin)

எல்லா முதனிலை விலா எலும்புகளும் தசைதடுக்கினின்றும் (myosepta)வளர்ச்சியுறுகின்றன. முதுகெலும்புடன் தொடர்புடைய இவை புறம் நோக்கி வளருகின்றன. ஆகவே முதனிலை விலா எலும்புகள் அடிப்படையில் பகுப்பமைப்புடையவை. ஒவ்வொரு தசைத் தடுக்கிலும் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட விலா எலும்புகளும் உருவாவதுண்டு. மீன்களில் பக்கத்திற் கொன்று காணப்படும். இவை வயிற்றுப் பக்க (ventral) அல்லது பக்க (plenral) அல்லது மீன் விலா எலும்புகள் (fish ribs) என்பனவாம். இவ்வகை நாற் கால் விலங்குகளில் இல்லை.

சிலமீன்களில் பக்கத்திற்கு இரண்டு விலா எலும்புகள் (ribs) காணப்படும். இவை வயிற்றுப் பக்க விலா எலும்புகள் (ventral ribs) எனப்படும். இவையன்றித் தசைத் தடுக்கும் படுக்கை மட்ட



படம் 7-19-126

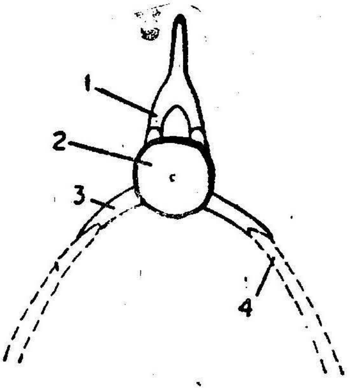
முதுகு பக்க வயிற்றுப்பக்க விலா எலும்புகளுக்கிடையேயுள்ள தொடர்பு.

1. முதுகுபக்கச் சட்டகத் தடுப்பு; 2. முதுகுபக்க இடைத் துண்டு; 3. வயிற்றுப் பக்க இடைத் துண்டு; 4. முதுகுபக்க அடித் துண்டு; 5. நியூரல் குழாய்; 6. முதுகுதண்டு; 7. வயிற்றுப் பக்க அடித் துண்டு; 8. உள்ளுறுப்பு உடற் குழிச் சுவர்; 9. குடல்; 10. வயிற்றுப் பக்க விலா எலும்பு; 11. பரைட்டல் உடற்குழிச் சுவர்; 12. வயிற்றுப் பக்க சட்டகத் தடுப்பு; 13. முதுகுபக்க விலா எலும்பு; 14. படுக்கை மட்டச் சட்டகத் தடுப்பு.

எலும்பு உருவாக்கும் தடுக்கும் (horizontal skeletogeo septum) இணையுமிடத்தில் முதுகுபக்க விலா எலும்பு (dorsal rib) என்பதும் உருவாகும்.

விலா எலும்பு — முள்ளெலும்பு இணைப்பு (Costo vertebral articulation)

மீன்களில் விலா எலும்புகள் இணைக்கவில்லை. இவற்றில் முதுகுபக்க விலா எலும்புகள் (dorsal ribs) முள்ளெலும்பின் அடிவளர் நீட்சியுடன் (basapophyses) பொருந்தியமைந்துள்ளது மீன்களில் நுரையீரல்கள் சுவாச உறுப்பாக அமையாததால் அவற்றில் இவ் வெலும்புகள் அசையும் நிலையில் இருக்க வேண்டிய அவசியமில்லை. மேலும் இவ் வெலும்புகள் முள்ளெலும்புடன் இணையும் பகுதியில் எவ்வித பெருக்கமும் ஏற்படவில்லை. ஆகவே இவை தலையற்ற விலா எலும்புகள் (acephalous ribs) எனப்படும்.

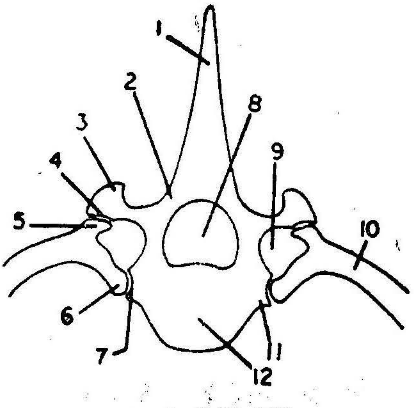


படம் 7-20-127

முள்ளெலும்புகள்—விலா எலும்புகளுக்கிடையே உள்ள
தொடர்பில் வேறுபாடுகள்

C—மத்தியப் பகுதி அல்லது சென்ட்ரம்

1. நியூரல் வளைவு; 2. மத்தியப் பகுதி; 3. அடி வளர் நீட்சி; 4. தலையற்ற விலா எலும்பு. இவ்வமைப்பு-எலும்பு மீன்களின் நடுவுடலில் காணப்படுகிறது.



படம் 7-21-128

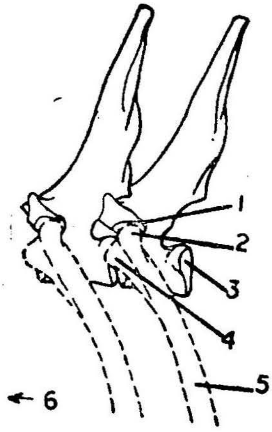
முள்ளெலும்புகள்—விலா எலும்புகளுக்கிடையே யுள்ள தொடர்பில் வேறுபாடுகள்.
நாற்கால் விலங்கில் இரு தலை விலா எலும்பு முள்ளெலும்புடன் தொடர்புற்று
பொருந்துவதைப் படம் விளக்குகிறது.

1. நியூரல் முள்; 2. நியூரல் வளைவு; 3. இடை வளர் நீட்சி; 4. விலா எலும்பு பொருந்தும் பரப்பு; 5. டியூபர்க்குலம்; 6. காபிட்டுலம்; 7. விலா எலும்பு பொருந்தும் பரப்பு; 8. நியூரல் குழாய்; 9. முள்ளெலும்பு—தமனி குழாய் 10. விலா எலும்பு; 11. பக்க வளர் நீட்சி; 12. மத்தியப் பகுதி.

படம் 7-22-129

முள்ளெலும்புகள் விலா எலும்புகளுக் கிடையே உள்ள தொடர்பில் வேறுபாடு கள். பாலூட்டிகளில் இருதலை விலா எலும்பு இடைச் சென்ட்ரத்துடன் தொடர்புற்றுப் பொருந்துவதைப் படம் விளக்குகிறது.

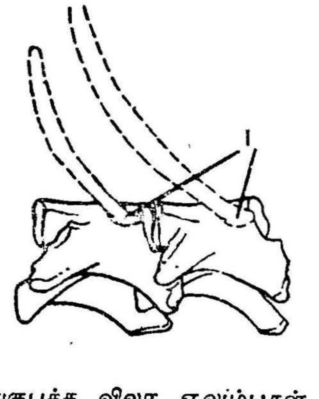
1. இடை வளர் நீட்சி; 2. டியூபர்க் குலம்; 3. அரை பொருந்து பரப்பு; 4. காபிட்டுலம்; 5. விலா எலும்பு; 6. முன்முனை நோக்கும் அம்புக்குறி.



படம் 7-23-130

முள்ளெலும்பு—விலா எலும்புகளுக் கிடையேயுள்ள தொடர்பில் உள்ள வேறு பாடுகள்: பாலூட்டிகளில் காபிட்டுலர் தலையுடைய விலா எலும்பு முள்ளெலும் புடன் தொடர்புறுதல்

1. காபிட்டுலம்.



நாற்கால் விலங்குகளில் தான் முதுகுபக்க விலா எலும்புகள் தெற்றெனத் தெரியுமளவுக்கு உருப்பெற்றுள்ளன. இவை முள் ளெலும்புகளுடன் பொருந்த ஏதுவாக இரண்டு தலைகளையுடையன. ஆகவே இவை இருதலை விலா எளம்புகள் .(biccipital ribs) எனப் படும். இத் தலைகள் காபிட்டுலம் (capitulum) டியூபர்க்குலம் (tuberculum) என்பனவாம். வயிற்று முன் பக்கமாக (asteroventral) அமைந்துள்ள தலை இடை சென்ட்ரத்தின் நீட்சியுடன் (parapophyses) பொருந்தியும் முதுகு பின் பக்கமாக (posteco dorsal) அமைந்துள்ள தலை நியூரல் வளைவின் நீட்சியுடன் பொருந்தியும் அமைந்துள்ளன. முன்னது காபிட்டுலம் (capitulum) என்றும் பின்னது டியூபாக்குலம் (tuberculum) என்றும் அழைக்கப்படும். கருச் சவ்விகளில் இடைச்சென்ட்ரம் (intercentrum) மறைந்த பி...

ஊர்வனவற்றிலும், பறவைகளிலும் காணப்படும். பக்கச் சென்ட்ரத்துடன் (pleurocentrum) காபிட்டுலம் பொருந்தி அமைகிறது. பாலூட்டிகளில் மேலும் இந் நிலை மாற்றமுற்ற இரண்டு சென்ட்ரங்களுக்கிடையே பொருந்துகிறது. இதனைப் பாலூட்டிகளில் காணப்படும் முதலமைப்பு (primitive) எனலாம். இதற்குப் பின் தோன்றியவற்றில் அடுத்தடுத்துள்ள முள்ளெலுபுகளின் (vertebrae)ன் சென்ட்ரம்கள் ஒவ்வொன்றும் ஒரு அரைப்பொருந்து பரப்பினை (demifacets) உருவாக்குகின்றன. இவ்வாறு இரண்டு முள்ளெலும்புகள் சேர்ந்தமைக்கும் பொருந்து பரப்போடு விலா எலும்பின் காபிட்டுலம் பொருந்துகிறது.

முதல்தோன்றிய நாற்கால் விலங்குகளில் காணப்பட்ட இரு தலையுடைய (biccipital) விலா எலும்பு பல வழிகளில் பரிணமமுற்று பலவகைப்பட்ட விலா எலும்புகளைத் தோற்றுவித்துள்ளன. விலா எலும்புகளின் இரண்டு தலைகளும் ஒன்றி (fused) ஒரே தலையுடையதாகிறது. இவை இடைவளர் நீட்சி (diapophysis) பக்கவளர் நீட்சி (parapophysis) என்பன ஒன்றுவதால் சமமாக உருவாகும் முள்ளெலும்பு பகுதியுடன் பொருந்துகிறது. இவை பாம்புகளிலும் சிறு பல்லிகளிலும் பல வாழ்வழிந்த ஊர்வனவற்றிலும் காணப்படுகின்றன. உள்ள இரு தலைகளில் ஏதாவது ஒன்று மறைவதால் காபிட்டுலா தலை (capitulocephalous) விலா எலும்பு, அல்லது டியூபர்குலர்த்தலை (tuberculocephalous) விலா எலும்புகள் உருவாகின்றன. இவை இரண்டும் ஒருதலை விலா எலும்புகள் (monocephalous) எனப்படும். பெரும்பான்மையான பையுடைய பாலூட்டிகளிலும் (marsupials) பல பாலூட்டிகளிலும் மார்புப் பகுதியின் பிற்பாதியிலுள்ள விலா எலும்புகள் காபிட்டுலா தலை விலா எலும்புகளே. டியூபர்க்குலர்த் தலைஉடைய விலாஎலும்புகளுடன் வாழும் விலங்குகள் ஏதும் இல்லை. இருதலையுடைய விலா எலும்புகள் ஏனைய நாற்கால் விலங்குகளிலுள்ளன.

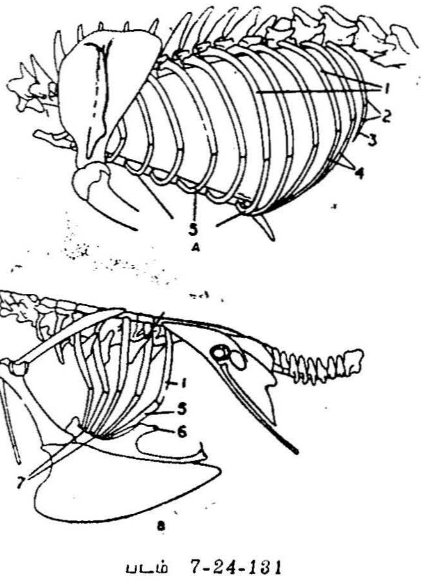
விலா எலும்பு-மார்பெலும்பு இணைப்பு (Costosterual articulations)

கருச்சவ்விகளில் (amniota) விலா எலும்புகள் மார்பெலும்புடன் இணைந்துள்ளன. ஓஃபிடியா (ophidia) டெஸ்டுடைன்ஸ் (Testudines) என்பனவற்றில், மார்பெலும்பே இல்லாமையால், வயிற்றுப்பக்கத்தில் விலா எலும்புகள் சந்திப்பதில்லை. மார்பெலும்புடன் (sternum) தொடர்பு கொள்ளும் விலா எலும்புகள் உண்மை விலா எலும்புகள் (true ribs) எனப்படும். இவைகளுக்குப் பின்பாக உடலிலமைந்துள்ள விலா எலும்புகள் (ribs) ஒன்றுடன் ஒன்றோ அல்லது ஒன்றுடனும் இணையாத விலா எலும்புகள் பொய் விலா

எலும்புகள் (false ribs) எனப்படும். மார்புப் பகுதியின் கடைசிப் பகுதியலமைந்து ஒன்றுடனும் இணையாமல் தனித்து அமையும் விலா எலும்புகள் தொங்கும் அல்லது மிதக்கும் விலா எலும்புகள் (floating ribs) எனப்படும்.

விலா எலும்பின் பகுதிகள்

விலா எலும்புகள் கருச்சவ்விகளில் இரு பகுதிகளாக அமைந்துள்ளன. முதுகெலும்புடன் இணைந்துள்ள முதுகுபக்கப் பகுதி என்றும், மார்பெலும்புடன் இணைந்துள்ள வயிற்றுப் பக்கப் பகுதி



படம் 7-24-131

விலா எலும்பு—மார்பெலும்பு—தொடர்பு வேறுபாடுகள்.

A—பாலூட்டியில் (பூனை) விலா எலும்பு மார்பெலும்புத் தொடர்பு. **B**—பறவையில் (புறு) மார்பெலும்பு—விலா எலும்புத் தொடர்பு.

1. முதுகு விலா எலும்பு; 2 தொங்கும் விலா எலும்பு; 3. விலா எலும்பின் குருத்தெலும்புப் பகுதி; 4. பொய் விலா எலும்பு; 5. மார்பு விலா எலும்பு; 6. சிஃப்பி மார்பெலும்பு நீட்சிகள்; 7. விலா எலும்பு நீட்சிகள்.

என்றும் வேறுபாடுற்று இரு பகுதிகளாக உள்ளன. முன்னது முதுகு விலா எலும்பு (vertebral rib) எனவும் பின்னது மார்பு விலா எலும்பு (Sternal rib) எனவும் அழைக்கப்படும். முதுகு விலா

எலும்பு எப்போதும் எலும்பாக்கம் அடைந்திருக்கும். ஆனால் மார்பு விலா எலும்பு பறவைகளில் மட்டும் எலும்பாக்கம் பெற்றும் மற்றவைகளில் குருத்தெலும்பாகவும் உள்ளது.

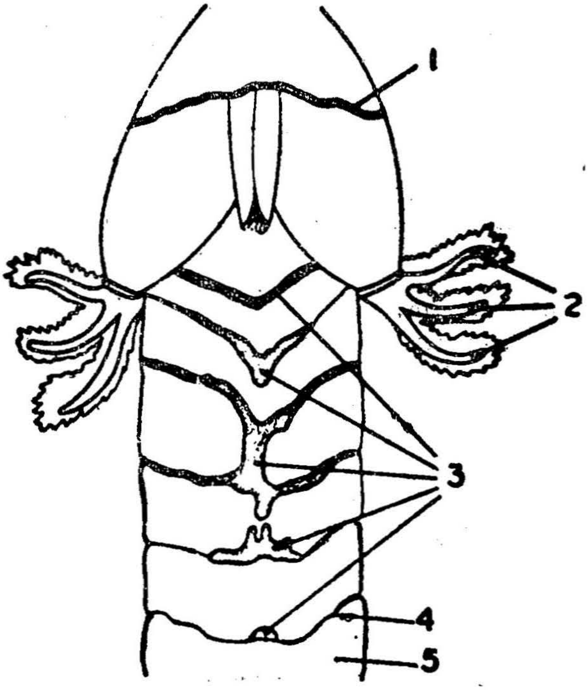
முள்ளெலும்பு பகுதிகளாக்கப்பட்டதில் விலா எலும்பின் நிலை

முதல்தோன்றிய நிலையில் முதுகெலும்பின் முழு நீளத்திற்கும், விலா எலும்புகள் அமைந்திருந்தன. வால் பகுதியில் ஹீமல் வளைவுகள் பக்க விலா எலும்புகளை (pleural ribs) குறிப்பனவே. முதுகு விலா எலும்புகள் பெரும்பான்மையான உயிரிகளில் மார்பு பகுதியில் மட்டுமே காணப்படுகின்றன. விலா எலும்புகளின் தன்மையினின்றே முதுகெலும்பு நான்கு பகுதிகளாக்கப்பட்டுள்ளது. கழுத்துப் பகுதியில் கழுத்து விலா எலும்புகள் குட்டையானவைகளாக அமைவதோடு மார்பெலும்போடு தொடர்புற்றதாய் முள்ளெலும்போடு இணைந்து பக்க வளர் நீட்சியாகி (pleuropophysis) குறுக்கு நீட்சிகள் (transverse process) எனப் பெயர் பெற்றுள்ளது. இப்பகுதி முள்ளெலும்பில் முள்ளெலும்புத் தமனிப்புழை (vertebrarterial foramen) உள்ள நிலை மேற்கூறியதனை உறுதி செய்வதாம். மார்பு பகுதியில் விலா எலும்புகள் மார்பெலும்புடன் இணைந்துள்ளன. இடுப்புப் பகுதியில் (lumbar region) விலா எலும்புகள் குட்டையானவைகளாகி முள்ளெலும்புடன் ஒன்றி, குறுக்கு நீட்சிகளாக (transverse process) மாற்றமுற்றுள்ளன. திரிகப் பகுதியிலும், விலா எலும்புகள் முள்ளெலும்புடன் ஒன்றிக் குறுக்கு நீட்சிகளாகியுள்ளன. பறவைகளில் மட்டும் மார்பு விலா எலும்புகளின் முதுகு பக்கத்தில் தனித்த கொக்கி நீட்சிகள் (heminate process) உள்ளன. இவை ஒரு விலா எலும்பினை மற்றதுடன் இணைப்பதால் மார்பு பகுதி விலா எலும்புக் கூடு வலுவுடையதாகிறது.

மார்பெலும்பு (Sternum) செயல்பண்பு (function)

கழுத்துக்குப் பின்பாக மார்பு பகுதியில் நடு வயிற்றுப் பக்கத்தில் (mid ventral) நீள் உருவினதாய், அமைந்துள்ள எலும்பமைப்பே மார்பெலும்பு எனப்படும். முதன்முதலில் இது நாற்கால் விலங்குகளில் தோன்றியது. இதன் பணி வயிற்றுக்கு முன்புள்ள பகுதியினைக் காப்பதாகவே அமைந்தது. இதே பணியினைத்தான் எலும்புத் தோலினின்றும் (osteoderms) உருவாகிய காஸ்ட்ராலியா (gastralia) செய்தது எனலாம். மார்பின் முன் பகுதியிலுள்ள முக்கிய உறுப்புகளை மேலும் (காஸ்ட்ராலியினை விட) சிறப்புடன்

பாதுகாக்க வேண்டியதிருந்தமையால் மார்பெலும்பு அப் பகுதியில் உருவாகியிருக்கக் கூடும். இத் தேவை கரு வளர்ச்சியின்போது உணரப்பட்டதால், அடித்தோல் உறுப்புகளை விட எலும்பு உறுப்புப் பயனுடையதாகும் என்ற அடிப்படையில் மார்பெலும்பு உருவாகியிருக்கக் கூடும். காஸ்ட்ராலியா உயிரியின் பின் வளர்ச்சியிலே உருவாகிச் சிறந்த காப்புப் பணியினைச் செய்கின்றது. கருநிலையிலே குருத்தெலும்பாலான மார்பெலும்பு மார்பு பகுதியிலே காப்புப் பகுதியினைச் செய்கின்றது. கருவின் பாதுகாப்புக்குப் பயன்படுவதாக மார்பெலும்பு அமைந்தமையால் அது தேர்வு மதிப்புடையதாகி (Selection value) நன்கு பரிணமித்தது எனலாம்.



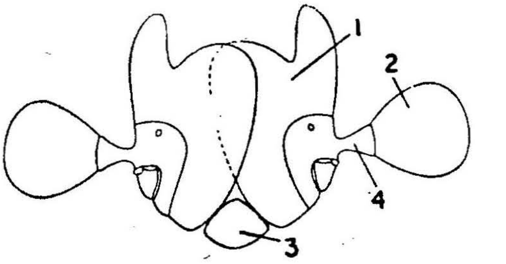
படம் 7-25-132

மார்பெலும்பின் தோற்றத்தில் வேறுபாடு = சிறப்படைய சலமாண்டர்களில் ஒன்றாகிய நெக்டியூரஸ்—மார்பெலும்பு.

1. வெட்டப்பட்ட புறவுறை விளிம்பு; 2. செவுள்கள்; 3. மார்பெலும்புப் பகுதிகள் (குருத்தெலும்பாலானவை); 4. தசைத் துண்ட இணைப்புத் திசு; 5. தசைத் துண்டு.

முதன்முதலில் மார்பெலும்பு (Sternum) தோன்றியவுடன் எவ்வித எலும்புடனும் தொடர்பற்றதாகத் தனித்தே அமைந்தது. பிறகுதான் விலா எலும்புகளுடன் தொடர்புற்றது.

பல நாற்கால் விலங்குகளில், இரு வாழ்விகள் உட்பட மார்பெலும்பு மார்பு வளையத்துடன் (pectoral girdle) இரண்டாம்



படம் 7-26-133

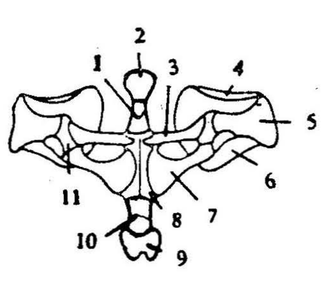
மார்பெலும்புத் தோற்றத்தில் வேறுபாடு. சிறப்புற்ற சாலமாண்டர்களில் ஒன்றாகிய ஆம்பிஸ்டோமாவில் மார்பெலும்பு.

1. கோரக்காய்டு குருத் தெலும்பு; 2. ஸ்காப்புலா மேற் குருத்தெலும்பு; 3. மார்பெலும்புக் குருத் தெலும்பு; 4. ஸ்காப்புலா.

படம் 7-27-134

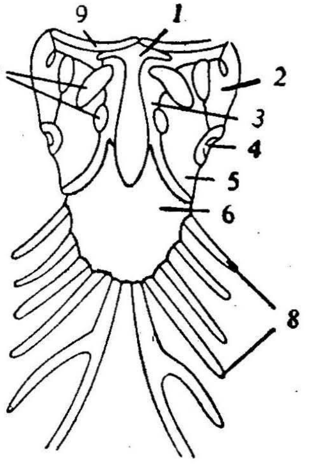
மார்பெலும்புத் தோற்றத்தில் வேறுபாடு: தவளையின் மார்பெலும்பு

1. ஓமோஸ்டெர்னம்; 2. எபிஸ் டெர்னம்; 3. கிளாவிக்கிள்; 4. கிளைத் தரம்; 5 ஸ்காப்புலா; 6. ஸ்காப்புலா மேற் குருத்தெலும்பு; 7. கோரக்காய்டு; 8. கோரக்காய்டு குருத்தெலும்பு; 9. சிஃப்பாய்டு குருத்தெலும்பு; 10. சிஃப்பிஸ்டெர்னம்; 11. கோரக்காய்டு முன் குருத்தெலும்பு.



நிலையில் தொடர்புற்றுள்ளது. இரு வாழ்விகளில் ஒரு வகையாகிய அன்யூரன்களில் (anurans) மார்பெலும்பு இரண்டு பகுதிகளாக அமைந்துள்ளது. இவற்றில் ஒரு பகுதி மார்பு வளையத்தின் முன் முனையிலும் மற்றது, அதன் பின் முனையிலும் இணைந்துள்ளன. ஊர்வனவற்றிலும், பறவைகளிலும் முட்டையிடும் பாலூட்டிகளிலும் (monotremes) மார்பெலும்பு மார்பு வளையத்துடன் கிளாவிக்கிள் (clavicle) கிளாவிக்கிள் இடையெலும்பு (Inter clavicle) இவற்றின் துணையினால் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்விணைப்பு

மார்பெலும்புக்கும் மார்புவளையத்திற்கும் வலுவூட்டுவதாக அமைந்துள்ளது. பாலூட்டிகளில் கிளாவிக்கிள் எலும்பு மட்டுமே மார்பு



படம் 7-28-135

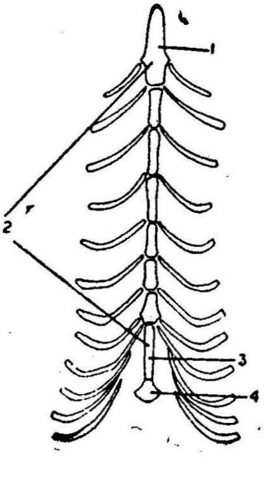
மார்பெலும்புத் தோற்றத்தில் வேறுபாடு: பல்லியின் மார்பெலும்பு.

1. கிளாவிக்கிள் இடையெலும்பு; 2. ஸ்காப்புலா; 3. கோரக் காய்டு குருத்தெலும்பு; 4. கிளினாய்டு பொருந்து பரப்பு; 5. கோரக் காய்டு எலும்பு; 6. மார்பெலும்பு—குருத்தெலும்பினாலாகியது; 7. புழைகள்; 8. மார்பு விலா எலும்புகள்; 9. கிளாவிக்கிள்.

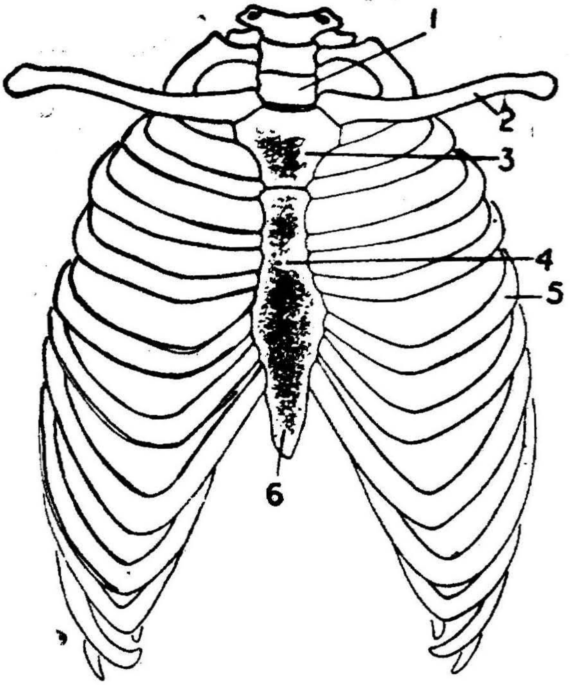
படம் 7-29-136

மார்பெலும்புத் தோற்றத்தில் வேறுபாடு பாலூட்டியில் (பூனை) மார்பெலும்பு.

1. மானுப்பிரியம்; 2. மார்பெலும்புத் துண்டங்கள்; 3. சிஃப்பிஸ்டெர்னம்; 4. சிஃப்பாய்டு குருத்தெலும்பு.



வளையத்துடன் தொடர்பு கொள்ளப் பயன்படுகிறது. மற்றும் சில பாலூட்டிகளில் (ஊனுண்ணிகள், கொறிக்கும் பாலூட்டிகள் (Rodents) குளம்புடைய பாலூட்டிகள்) மார்பு எலும்பு, மார்பு வளையத்துடன் தொடர்பு அற்றதாகவே உள்ளது. கிளாவிக்கிள்



படம் 7-30-137

மார்பெலும்புத் தோற்றத்தில் வேறுபாடு:
பாலூட்டியில் (மனிதன்) மார்பெலும்பு.

1. மார்பு முள்ளெலும்பு; 2. கிளாவிக்கிள்; 3. மானுப்பிரியம்; 4. கிளாடியோலஸ்; 5. விலா எலும்பு; 6. சிஃப்பாய்டு நீட்சி.

எலும்பு மிகச் சிறியதாக உள்ளமையாலோ அல்லது முற்றிலும் இன்மையாலோ இவ்வாறு தொடர்பற்று அமைகிறது எனலாம்.

தோற்றம் (Origin)

மார்பெலும்பு குருத்தெலும்பாக்கத்தால் (chondrification) தனித்து உருவாகியது. வயிற்றுப் பக்கத்திலுள்ள எலும்புத்

தோன்றித் தடுக்கினின்றும் (skeletogeneous septum) அதனருகே அமைந்துள்ள தசைத் தடுக்கினின்றும் குருத்தெலும்பாக்கத்தில் உருவாகியது. மார்பெலும்பு தோற்றத்தினைப் பற்றி இரு கொள்கைகள் முன்பு நிலவியது. இப்போது இவை ஏற்றுக் கொள்ளப்படுவதில்லை. அவை 1. அன்யூரன் வகை இரு வாழ்விகள் அமைப்புக் காட்டுவது போன்ற நிலையினின்றும், மார்பெலும்புப் பகுதி தனித்து மார்பெலும்பாவது. 2. விலா எலும்புகளின் முனைகள் பெருக்கமுறுவதால் மார்பெலும்பு உருவாகியது. இதற்குச் சான்றாகப் பாலூட்டிகளில் மார்பெலும்பின் கரு வளர்ச்சி அமைந்துள்ளது.

அமைப்பு (Form)

மார்பெலும்பு முதன்முதலில் பல துண்டங்களையுடையதாயிருந்தது எனலாம். ஆனால் முதிர்ந்த பாலூட்டிகளில் மட்டுமே இந்தத் துண்டமைப்பு, மார்பெலும்பு காணப்படுகிறது. மற்ற முதுகெலும்பிகளில் மார்பெலும்பு பெரிதும் சிறப்புற்றுள்ளது என்றே கூற வேண்டும். சிறப்படைதல் துண்டங்கள் ஒன்றும் (fusion) நிகழ்ச்சியாகவோ அல்லது துண்டங்களை இழக்கும் நிகழ்ச்சியாகவோ அமைந்துள்ளது. அன்யூரன்களில் இரண்டாக மார்பெலும்பு பிளக்கப்பட்டு ஒரு பகுதி மார்பு வளையத்தின் முன்பும், மற்றப் பகுதி அவ் வளையத்தின் பின்பும் இணைந்துள்ளது. பறவைகளிலும் மார்பெலும்புடைய ஊர்வனவற்றிலும் அது திடமானதாக உள்ளது. இவற்றில் துண்டங்களற்ற நிலையில் மார்பு வளையத்துடன் இணைந்து அதன் பகுதியாகவேயுள்ளது. ஆமைகளில் (Turtles) மார்பெலும்பு இல்லை என்று கூறப்பட்டாலும், பிளாஸ்டிரானின் (Plastron) ஒரு சில எலும்புகள் அதனைக் குறிப்பனவாகவுள்ளன. பாம்புகளிலும், பாம்பு போன்ற சில பல்லிகளிலும் மார்பெலும்பின் எச்சங்கள் கூட இல்லை.

மார்பெலும்பின் குலத்தோற்ற வரலாறு

துண்டங்களுடைய மார்பெலும்பு
(சலமாண்டர்கள் பாலூட்டிகள்)

துண்டங்களற்ற திடமான மார்பெலும்பு (பறவைகள், ஊர்வன)

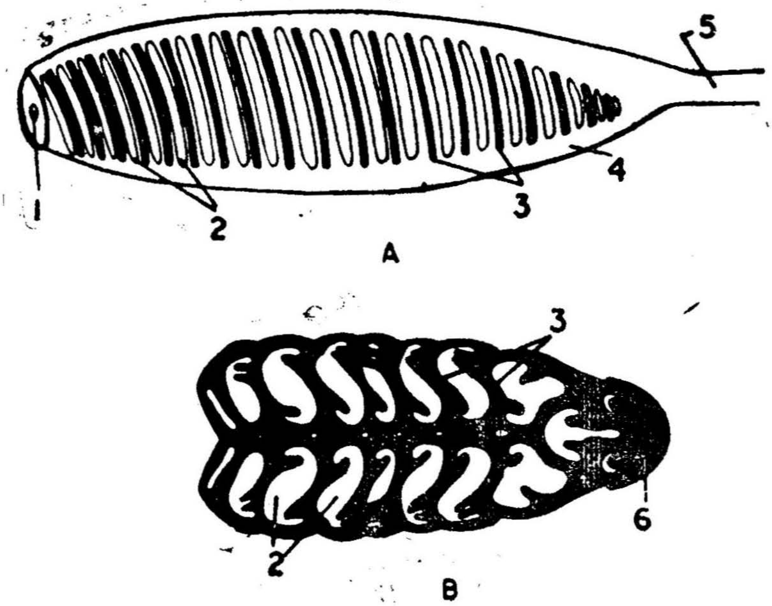
மார்பெலும்பு இரு கூறு (அன்யூரன்கள்)

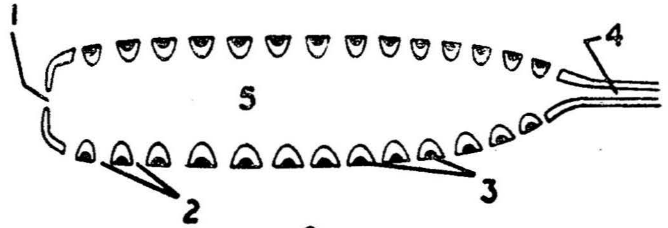
மார்பெலும்பு முற்றும் இல்லை
(பாம்புகள்)

8. சட்டக மண்டலம்-III

உள்ளுறுப்புச் சட்டகம்
(Visceral Skeleton)

முதல் முதுகு தண்டுடையவைகளில் (prochordates) தொண்டையும் அதனின்று தோன்றுறுப்புகளும், பலவகையான செயல்களையுடையனவாயிருத்தலால், தொண்டைக்குத் தாங்கு சட்டகமாக அமைந்துள்ளவை, நீண்ட சுற்று வழியில் பரிணமித்துள்ளது எனலாம். இவற்றில் தொண்டை (pharynx) முதுகெலும்பிகளில் மிகவும் சிறியதொரு பாகத்தினைக் குறிப்பதாகும் முதல்





C

D

படம் 8-1-138 & 8-1a 138(a)

முதுகுதண்டுடையவைகளின் முன்னோடி, ஆம்ஃபியாக்சஸ் இவற்றில் தொண்டைச் சட்டங்களின் அமைப்பு ஒப்புமை செய்யப்பட்டுள்ளது படம்-B வட்ட வாயுடையவைகளில் ஒன்றான லாம்பிரேயில் தொண்டைச் சட்ட அமைப்பு—வயிற்றுப் பக்கத் தோற்றம்

1. வாய்; 2. தொண்டைப் பிளவுகள்; 3. தொண்டைச் சட்டம்; 4. தொண்டை; 5. இரைப்பை—குடல்; 6 இதயச் சூழ் குருத்தெலும்பு. 8-1-Bயில் காட்டப்பட்டுள்ள நிலை ஏற்ற படம் Aயின் முகப்பு வெட்டுத் தோற்றமே. படம் D படம் Aயின் முகப்பு வெட்டுத் தோற்றமே. படம் C படம் D = 1. வாய்க் குழி; 2. செவுள் பிளவு அகப் புழை; 3. செவுள் பிளவு புறப் புழை; 4. செவுள் பை; 5. உணவுக் குழல். படம் D தாடை சூழ் வாயுடையவைகள் முன்னோர்களாலான தாடையற்ற வாயுடையவைகளின், தொண்டையின் கருது கோளமைப்பு நிலையினை அடிப்படையாகக் கொண்டது.

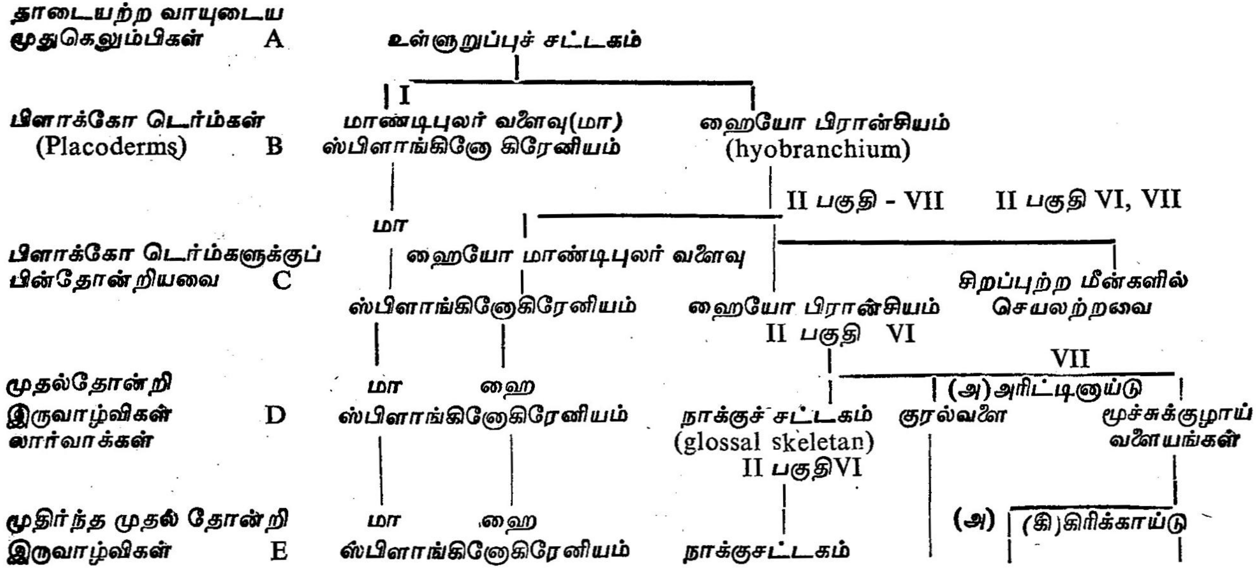
முதுகு தண்டுடையவைகளின் தொண்டையில் தாங்குறுப்பாகச் செயல்படச் சட்டகப் பகுதிகள் முதுகெலும்பிகளில் வேறு பணிகளுக்குப் பயன்படுத்தப்படுவதால் இச்சட்டகப் பகுதியினை உள்ளுறுப்புச் சட்டகம் (visceral skeleton) என அழைப்பதே பொருத்தமுடையதாம்.

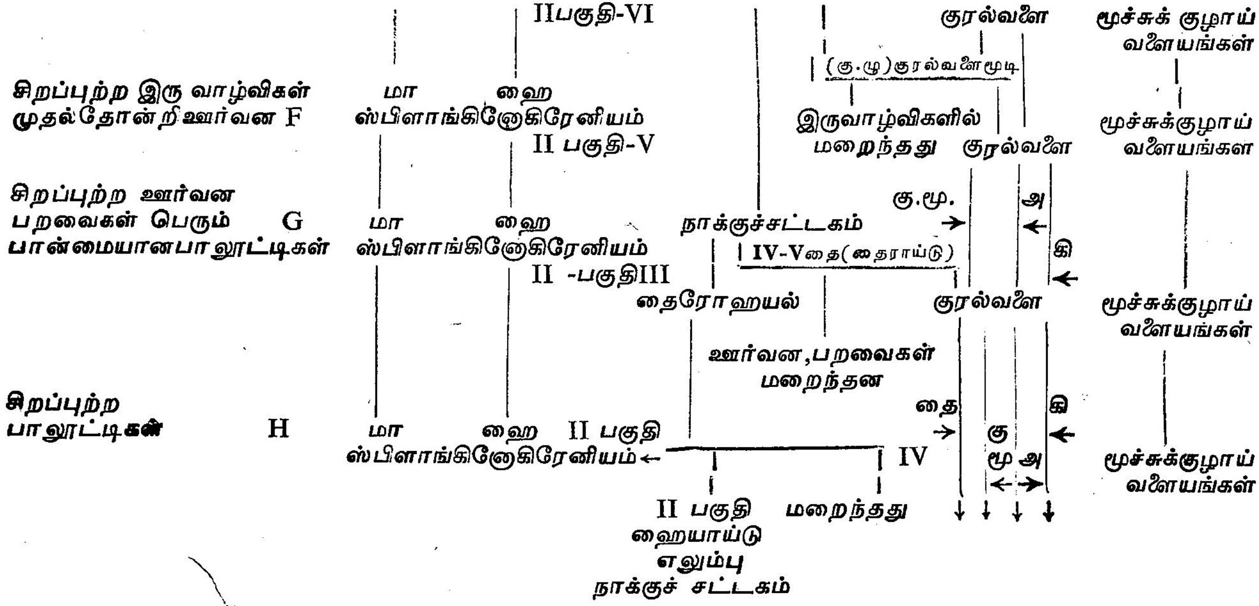
தடைச்சூழ் வாயுடையனவற்றின் முன்னமைப்பு (Pregnathostome arangement).

முதல் முதுகு தண்டுடையவைகளிலும் (Prochordates) தாடையற்ற வாயுடையவைகளிலும் (agnathous) அகத் தொண்டைப்

உள்ளுறுப்புச் சட்டகத்தின் பரிணமம்

A-H வரையிலான நிலைகள் பின்னுள்ள படங்களில் விளக்கப்பட்டுள்ளன




IIபகுதி-VI
குரல்வளை
மூச்சுக் குழாய் வளையங்கள்
(கு.மு)குரல்வளைமூடி
சிறப்புற்ற இரு வாழ்விகள் முதல்தோன்றி ஊர்வன F
மா
ஹை
ஸ்பிளாங்கிஞேகிரேனியம்
இருவாழ்விகளில் மறைந்தது
II பகுதி-V
குரல்வளை
மூச்சுக்குழாய் வளையங்கள
சிறப்புற்ற ஊர்வன பறவைகள் பெரும் பான்மையானபாலூட்டிகள் G
கு.மூ.
அ
நாக்குச்சட்டகம்
IV-Vதை(தைராய்டு)
கி
II -பகுதிIII
தைரோஹயல்
குரல்வளை
மூச்சுக்குழாய் வளையங்கள்
ஊர்வன,பறவைகள் மறைந்தன
சிறப்புற்ற பாலூட்டிகள் H
தை
கி
II பகுதி
கு
IV
மூ அ
மூச்சுக்குழாய் வளையங்கள்
II பகுதி ஹையாய்டு எலும்பு நாக்குச் சட்டகம்
மறைந்தது

பிளவுகளுக்கு (pharyngeal slits) இடையில் அவற்றிற்கு உறுதியளிக்கும் முகத்தான் வளைவான தொண்டைச் சட்டம் அல்லது வளைவு (pharyngeal bars or arches) தொண்டையின் மத்தியச் சுவரில் அமைந்துள்ளன. அதாவது இரண்டு பிளவுகளுக்கிடையில் ஒரு சட்டம் அல்லது வளைவு அமைந்துள்ளது. இவ் வளைவுகள் தொண்டையின் முதுகு பக்கத்தினைத் தவிர்த்துப் பக்கங்கள், வயிற்றுப் பக்கம் ஆகியவற்றில் மட்டும் அமைந்துள்ளன. வயிற்றின் பக்கத்தில் இவை ஒன்றோடொன்று நீண்ட சட்டங்களால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

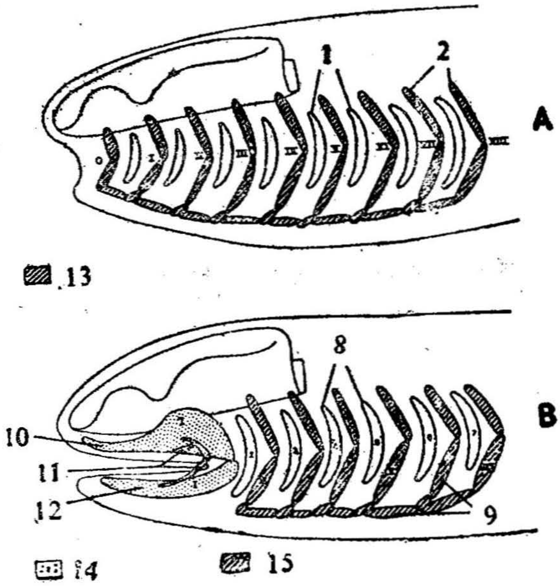
முதல் அல்லது துவக்க நிலையிலுள்ள வளைவுகளின் எண்ணிக்கை ஒன்பது அல்லது அதற்கு மேற்பட்டது எனக் கருதப்படுகிறது. தாடையுடைய வாயுடையவைகளில் இவ்வெண்ணிக்கை குன்றும் தன்மையதாகப் பரிணமைப் போக்கு அமைந்தது.

தாடை சூழ் வாயுடையவைகளில் உள்ளுறுப்பு வளைவுகளின் எண்ணிக்கை ஏழாகக் கொள்ளலாம். முதல் வளைவு மாண்டிபுலர் வளைவு (mandibular arch) எனப்படும். அதற்குப் பின்னமைந்துள்ளவை, இரண்டு, மூன்று எனத் தொடர்ந்து எண்ணப்படும். ஏழுக்கு மேற்பட்ட வளைவுகள் சில முதுகெலும்பிகளின் கரு வளர்ச்சியில் காணப்பட்ட போதிலும் ஏழுதான் அடிப்படையான எண்ணிக்கையாகக் கொள்ளவேண்டும் மாண்டிபுலர் வளைவுக்குப் பின்பாக இவ்வெண்ணிக்கைக்கு மேற்பட்ட வளைவுகள் காணப்படுகின்றன. அதாவது வட்ட வாயுடையவைகளில் (cyclostomes) 13 வளைவுகளும் ஒருவகைச் சுறுமீனில் 8 வளைவுகளும் மற்றொரு வகைச் சுறுமீனில் 7-ம் காணப்படுகின்றன. மேலும் பல சுறுமீன்களில் மாண்டிபுலர் வளைவுக்கு முன்பாகவும் வளைவுகள் உள்ளன. பல சுறுமீன்களில் உதட்டுக் குருத்தெலும்புகள் (lalual cartilages) என்பன மாண்டிபுலர் வளைவுக்கு முன்னமைந்துள்ளன. மிகுதியான வளைவுகள் சந்தேகமின்றி தாடை சூழ் வாயுடையவைகளின் முன்னோர்களிலிருந்த போதும் ஆஸ்டிக்தியன்களிலோ அல்லது நாற்கால் விலங்குகளிலோ அவற்றின் சுவடு காணப்படுவதில்லை. ஆகவே அடிப்படையான உள்ளுறுப்பு வளைவுகளின் எண்ணிக்கை ஏழு எனக் கொள்ளப்படுகிறது.

பொதுவாக உள்ளுறுப்புப் பைகளின் (visceral pouch) முன்னமைப்பில் ஒவ்வொரு வளைவுக்கு முன்னும் பின்னும் ஒரு பையிருந்த போது ஏழாவது வளைவுக்குப் பின் பையின்மையால் முதுகெலும்பிகளின் பரிணமத்தை அறிய முற்படும்போது இவ்வேழு பைகளையே கருத்திற் கொள்ளுதல் மரபு. ஒரு குறிப்

பிட்ட எண்ணுள்ள வளைவுக்கு முன்னமைந்திருக்குமேயொழிய பின்னமையாது என்பதாம்.

தாடைசூழ் வாயுடைவைகளுக்கு முற்பட்ட அமைப்பில் தான் ஏழு உள்ளுறுப்புப் பைகளும் முற்றும் சுவாசச் செயலைச் செய்விப்பனவாகியிருந்தன. ஆனால் தாடைசூழ் வாயுடையவை (gnathostome) களில் முதல் பை (first visceral pouch) வாய்க்குழியுடன் (mouth cavity) இணைந்து விடுகிறது. ஏனெனில் முதல் வளைவு தாடையின் உருவாக்கத்தில் ஈடுபடுவதால் பிளாக்கோடெர்ம்களை (placoderms) தவிர்த்து ஏனையவற்றில் இரண்டாவது பையும் மிகவும் சிறியதாக உள்ளது. ஏனெனில் இரண்டாவது வளைவு,



படம் 8-2-139

A—தாடையற்ற முதுகெலும்பியின் உள்ளுறுப்புச்சட்டக அமைப்பு உள்ளுறுப்புச் சட்டகம் சாய்வுக் கோடுகளால் நிரப்பப்பட்டுள்ளது.

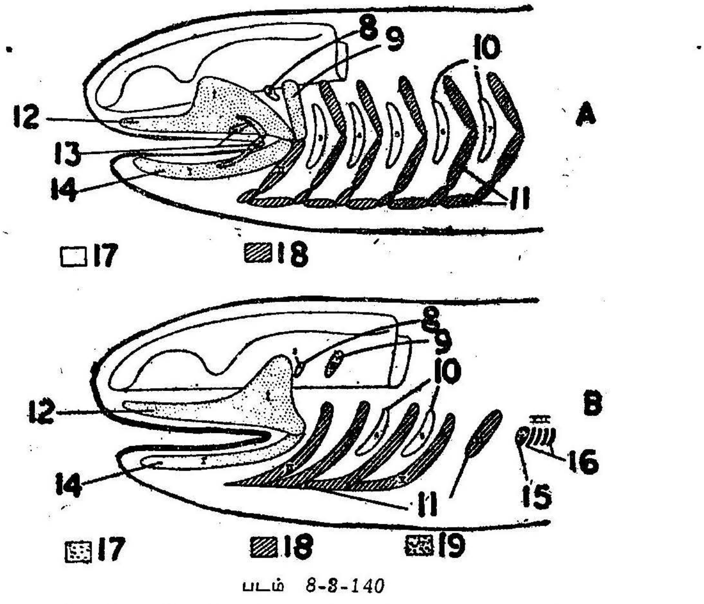
1. தொண்டைப் பிளவுகள்; 2. தொண்டைச் சட்டகங்கள்.

B—பிளாக்கோ டெர்ம்களில் உள்ளுறுப்புச் சட்டக அமைப்பு: பக்கத் தோற்றம்.

3-7. செவுள் பிழைகள்; 8. செவுள் பிளவு; 9. செவுள் கீழ் சட்டம்; 10. பாலட்டோ குவாட்ரேட் குருத்தெலும்பு; 11. லேபியில் குருத்தெலும்பு; 12. மெக்கலின் குருத்தெலும்பு; 13. உள்ளுறுப்புச் சட்டகம்; 14. ஸ்பிளாங்னோ கிரேனியம்; 15. செவுள் கீழ் சட்டங்கள்.

தாடை எலும்புகள் தொங்குவதற்குத் துணைபுரிவதற்கு ஏற்றபடி மாற்றமடைந்துள்ளது.

எஞ்சியுள்ள வளைவுகளும், அவற்றின் பைகளும் எல்லா மீன்களிலும் செவுள் சுவாசித்தலையுடையனவாயுள்ளன. ஒரு சில வற்றில், ஒன்றிரண்டு பைகள் செயலற்றவையாகவும் உள்ளன. இரு வாழ்விகளில் நுரையீரலும், தோலும் சுவாச உறுப்புகளாகச் செயல்படத் துவங்கியதும், இவை தங்களின் முதல் தன்மை, செயல் இவற்றினை முற்றும் இழந்து குன்றி மறையத் தொடங்கின. இப் பைகளுக்குத் தாங்குறுப்புகளாயமைந்த வளைவு, செயலற்ற நிலையிலமைந்தன. ஆனால் மற்ற முதுகெலும்பிகளில், நுரையீரல் சுவாசத்திற்கும், நில வாழ்வுக்கும் உரிய வேறு செயல்களைப் புரிவன வாக இவ்வளைவுகள் மாற்றமுற்றன. இவ் வளைவுகள் எச்செயலுக்



படம் 8-3-140

A—பிளாக்கோ டெர்மகளுக்குப் பின் தோன்றிய மீன்களில் உள்ளுறுப்புச் சட்டகம்—பக்கத் தோற்றம்

• 1-7. செவுள் பிளவுகள்; 8. ஸ்பிரக்கிள்; 9. ஹயோ மான்டிபுலர்; 10. செவுள் பிளவுகள்; 11. செவுள் கீழ்ச் சட்டங்கள்; 12. பாலெட்டோ குவாட்ரேட் குருத்தெலும்பு; 13. உதட்டுக் குருத்தெலும்புகள்; 14. மெக்கலின் குருத்தெலும்பு.

B—சிறப்படையா இரு வாழ்விகளின் லார்வல் நிலையில் உள்ளுறுப்புச் சட்டகம்.

15. அரிட்டினொய்டு குருத்தெலும்பு; 16. மூச்சுக் குழல் வளையங்கள்; 17. ஸ்பிளாங்க்னோ கிரேனியம்; 18. செவுள் கீழ்ச் சட்டங்கள்; 19. குரல்வளை மூச்சுக் குழல் வளையங்கள்.

காகத் தோன்றினவோ அச்செயலன்றி வேறு செயலுக்கே மாறி யமையாமல் இருந்திருந்தால், நாற்கால் விலங்குகள் இன்றுள்ள நிலையில் பெற்றுள்ள தகவமைப்புகளுடன் வெற்றிகரமாக நிலத்தில் வாழவே முடியாமல் அமைந்திருக்கக் கூடும். ஆகவே முதுகெலும்பிகள், நிலத்தில் வாழ ஏற்ற தகவமைப்புகள் உருவா வதற்குத் துணை புரிந்தவை உள்ளுறுப்பு வளைவுகளே என்பது தெளிவு. இவ்வளைவுகள் படிப்படியாக மாறிப் புதிய செயலுக் கேற்ப மாற்றமுற்றன எனலாம்.

பின்னமைந்துள்ள வளைவுகள் பெரும்பாலும் நாக்கிற்குத் (tongue) தாங்கு உறுப்பாகவும் மூச்சுக் குழாயின் புழைச்சுவரில் தாங்கு உறுப்புகளாகவும் செயல் புரிந்தன. நாக்கு உணவினைப் பெறுதல், செயல்படுத்தல் போன்ற இன்றியமையாப் பணிகளில் ஈடுபட்டமையால் தாங்குறுப்பின் பணி பெரிதாகக் கருதப்படு கிறது.

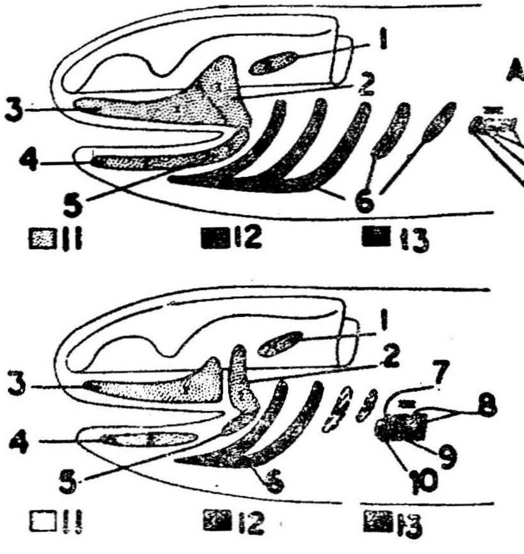
தாடைசூழ் வாயுடையவைகளில் உள்ளுறுப்புச் சட்டகம் (visceral skeleton)கீழ்க்கண்ட மாற்றத்தோற்றுறுப்புகளைஉருவாக்கி யுள்ளது எனலாம். 1. ஸ்பிளாங்க்னோ கிரேனியம் (Splanchno-cranium) அதாவது மண்டையோட்டோடு இணைந்துள்ள உள்ளுறுப் புச் சட்டகப் பகுதி, 2. செவுள் சுவாசமுடையவற்றில் செவுளுக்குத் தாங்குறுப்புகள், 3. குரல் வளைவு (larynx), 4. மூச்சுக்குழல் வளையங்கள் (tracheal rings), 5. நாக்குச் சட்டகம் (glossal skeleton).

ஸ்பிளாங்க்னோகிரேனியம் (Splanchnocranium)

மண்டையோடு அல்லது மூளைப்பெட்டகத்துடன் நேரடியாக இணைக்கப்பட்டுச் செயல்படும் உள்ளுறுப்புச் சட்டகப் பகுதியே ஸ்பிளாங்க்னோகிரேனியம் (splanchnocranium) எனப்படும். இவ் வமைப்புடைய மண்டையோடு முதன்முதலில் பிளாக்கோடெர்ம் (placoderms) களில் காணப்பட்டது. தாடையற்றவைகளில் (Agnatha) உள்ளுறுப்புச் சட்டகப் பகுதிகள் மண்டையோட்டுடன் இணைக்கப்படவில்லை. முதல் சட்டம் அல்லது வளைவு செவுள் செயலை இழந்து தாடை எலும்புகளாக மாறியது. அதாவது மேல், கீழ் தாடை எலும்புகளாக மாறியது. இவ்வாறு மாற்ற முற்ற போது மண்டையோட்டின் பகுதியாக்கப்பட்டது. இவ்வாறு தான் ஸ்பிளாங்க்னோகிரேனியம் அமையத் துவங்கியது. முதல் உள்ளுறுப்பு வளைவுச் சட்டம் தாடை எலும்புகளாக மாறியமை யால் அவை மாண்டிபுலர் வளைவு எனப்படும். நேரடியாகவோ அல்லது மறைமுகமாகவோ பிளாக்கோடெர்ம்களினின்றும்

தோன்றிய முதுகெலும்பிகளனைத்திலும் ஸ்பிளாங்க்னோகிரேனியம் உண்டு. இதில் குறைந்தது மாண்டிபுலர் வளைவாவதுண்டு.

இரண்டாவது வளைவின் முதுகு பகுதி செவுள் செயலையிழந்து மண்டையோட்டோடு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இதற்கு ஹயோ



படம் 8-4-141

படம் **A** சிறப்படையா இரு வாழ்விகளின் முதிர்ந்த நிலையில் உள்ளுறுப்புச் சட்டகம்.

1. காலுமெல்லா; 2. குவாட்ரேட்; 3. பாலெட்டோ குவாட்ரேட் குருத்தெலும்பு; 4. மெக்கலின் குருத்தெலும்பு; 5. ஆர்ட்டிகுலேர்; 6. நாக்குச் சட்டகம்; 7. அரிட்டினாய்டு குருத்தெலும்பு; 8. கிரிச்காய்டு குருத் தெலும்பு; 9. மூச்சுக் குழல் வளையங்கள்.

படம் **B** சிறப்படையா ஊர்வனவற்றில் உள்ளுறுப்புச் சட்டகம். பக்கத் தோற்றம்.

8. மூச்சுக் குழல் வளையங்கள்; 9. கிரிக்காய்டு குருத்தெலும்பு; 10. குரல் வளை மூடி; 11. ஸ்பிளாங்க்னோகிரேனியம்; 12. நாக்குச் சட்டகம்; 13. குரல் வளை மூளை மூச்சுக் குழல் வளையங்கள்.

மாண்டிபுலர் (hyomandibular arch) வளைவு எனப் பெயர். இரண்டாவது வளைவு முற்றும் ஹயாய்டு வளைவு (hyoid arch) எனப்படும். ஸ்பிளாங்க்னோகிரேனிய வளர்ச்சியில் மூன்றாவது படி நிலை, சில சிறப்புற்ற பாலூட்டிகளில் காணப்படுகிறது. அதாவது பிரைமேட்டுகள் (primates) அங்குலேட்டுகள் (ungulates) இவற்றில் ஹயாய்டு வளைவின் மத்தியப்பகுதி மண்டையோட்டின் செவிப்

பெட்டகத்துடன் (otic capsule) தூணன்ம நீட்சியாக (styloid process) மாற்றமுற்று ஒன்றியுள்ளது.

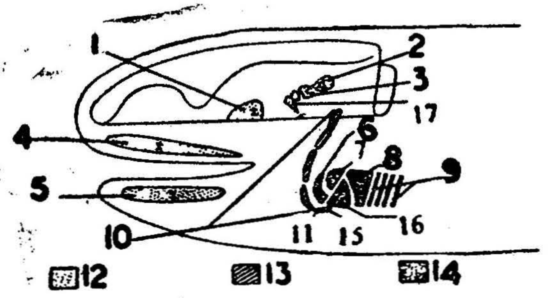
குரல்வளை (Larynx)

முதுகெலும்பிகள் முற்றும் நீரினின்றும் விடுபட்டு நிலத்தில் வாழ ஆரம்பித்தவுடன், நுரையீரல் சுவாசம் முக்கிய சுவாச நிகழ்ச்சியாக அமைந்தது. இந்நிலையில் தான் குரல்வளை (Larynx) தோன்றியது. இருவாழ்விகளில் தான் இவை முதலில் தோன்றின. இவற்றில் குரல்வளை எளிய அமைப்பினையும் நுரையீரல் மற்றும் அதன் முன்னறை முதலியவற்றில் வேறு பொருள்கள் செல்வதைத் தடுக்கும் தடுக்கிதழ் (valve) அமைப்பினை யுமுடையது. சாலமாண்டர்களில் முதல்தோன்றிய அமைப்பு இருந்த போதிலும் குரல்வளையின் சுவரில் ஓரிணைக் குருத்தெலும் புகள், குரல்வளைப் புழையின் (gloties opening) இருமருங்கிலும் பக்கத்திற்கொன்றாக அமைந்துள்ளன. இவை அரிட்டிஞய்டு குருத்தெலும்புகள் (arytenoid cartilages) எனப்படும். இவை ஏழாவது உள்ளுறுப்பு வளைவினின்றும் தோன்றியவையாம். முதுகெலும்பிகள் செவுள் சுவாசம் குன்றிய நிலையில், நுரையீரல் சுவாசத்தினைப் பெரிதும் சார்ந்துள்ள நிலையில் ஏழாவதுஉள்ளுறுப்பு வளைவு, செவுள் செயலினை இழந்து அரிட்டிஞய்டுகளாக மாற்ற முற்றது. மூச்சுக்குழலும் பல வளையங்களால் வலுவூட்டப்பட் டுள்ளது. இவையனைத்தும் ஏழாவது வளைவினின்று தோன்றி யவைகளே.

குரல்வளையின் பரிணும வளர்ச்சியின் அடுத்த நிலை அன்யூரன் களில் (Anurans) காணப்படுகிறது. மூச்சுக்குழலின் முதல் வளையம் உருவத்தால் பெருத்து மேலும் ஒரு குருத்தெலும்பாகியுள்ளது. இதுவே கிரிக்காய்டு குருத்தெலும்பு (cricoid cartilage) எனப்படும். இது அரிட்டிஞய்டு குருத்தெலும்பின் வாழ்வு நிலைச் செயல் குறை வுருதபடி அதற்குப் பின் இது அமைந்து குரல்வளைச் சுவருக்கு வலு வூட்டுகிறது. இது மூச்சுக் குழலின் வளையம் மாற்றமடைந்ததால் உருவான போதிலும், வளையம் ஏழாவது வளைவினின்றும் அமையப் பெற்றதாதலின் இதுவும் ஏழாவது வளைவினின்றும் தோன்றியது என்றே கருதப்படுகிறது.

குரல்வளை பரிணுமத்தின் மூன்ருவது நிலை பின் தோன்றிய ஊர்வனவற்றில் காணப்படுகிறது. பாலூட்டிகளில் காணப்படும் குரல்வளை மூடி (epiglottis) போன்ற உறுப்பொத்த அமைப்பு பாம்புகளில் காணப்படுகிறது. இது அரிட்டிஞய்டு குருத்தெலும்பு

போன்று குரல்வளையினைப் பாதுகாப்பதாகும். அரிட்டினாய்டு குருத்தெலும்பு இரு பக்கங்களிலும் அமைந்து குரல்வளையினை மூடிப் பாதுகாத்தது. ஆனால் குரல்வளை மூடியானது கிரிக்காய்டு குருத்தெலும்பின் முன்முனையில் (anterior) கீல் மூட்டு அமைப்பில்



படம் 8-5-142

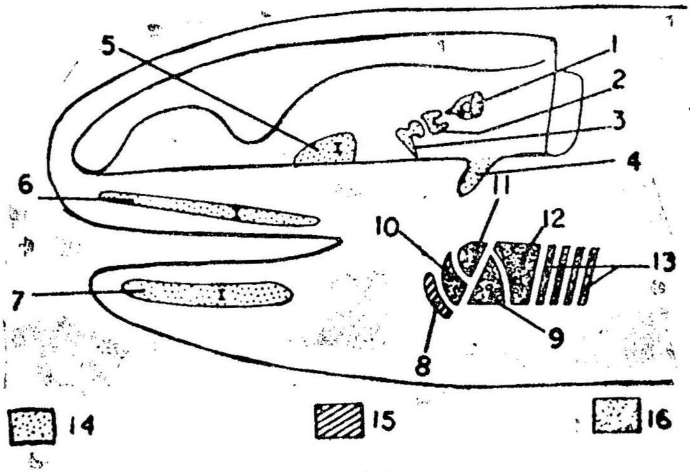
பெரும்பான்மையான பாலூட்டிகளில் உள்ளுறுப்புச் சட்டக அமைப்பு.

1. அலிஸ்பினாய்டு; 2. அங்க வடி எலும்பு; 3. பட்டறை எலும்பு; 4. பாலெட்டோ குவாட்ரேட் குருத்தெலும்பு; 5. மெக்கலின் குருத்தெலும்பு; 6. குரல் வளை மூடி; 7. அரிட்டினாய்டு; 8. கிரிக்காய்டு; 9. மூச்சுக் குழல் வளையங்கள்; 10. ஹயாய்டு உறுப்பின் முன்முனை; 11. பேசிஹயல்; 12. ஸ்பிளாங்க்கினோ கிரேனியம்; 13. நாக்குச் சட்டகம்; 14. குரல்வளை, மூச்சுக்குழல் வளையங்கள்; 15 & 16. தைராய்டு குருத்தெலும்பு; 17. சுத்தி எலும்பு.

இணைந்து, குரல்வளை மூடியின் மீதும், அரிட்டினாய்டு குருத்தெலும்பின் மீதும் பின்னோக்கி அசைந்து குரல்வளையினை மூடிப் பாதுகாக்கிறது. குரல்வளை மூடியானது ஆறாவது வளைவினின்றும் தோன்றியது எனக் கருதப்படுகிறது.

பாலூட்டிகளில் குரல் நாண்கள் உருவாவதற்கு ஏற்ற படிநிலையினைக் குரல்வளைமூடி அமைந்தமையினால் ஏற்பட்டது எனச் சொல்லலாம். குரல் நாண்கள் (vocalcords) வளர்ச்சியடைய வேண்டுமானால் அரிட்டினாய்டு குருத்தெலும்புகள் குட்டையான தாக்கப்படவேண்டும். இவ்வமைப்பில் குரல்வளை பாதுகாப்பற்றதாகும். ஆகவே குரல்வளை மூடி தோன்றியபின் குரல்வளை நாண்கள் தோன்றியதே சிறப்புடையதும் குரல்வளைக்குப் பாதுகாப்பு அளிக்கக் கூடியதுமாம். குரல் நாண்கள் அரிட்டினாய்டு குருத்தெலும்பின் கீழ் விளிம்பினின்றும், கிரிக்காய்டு குருத்தெலும்பின் உட்பரப்பின் மத்திய வயிற்றுப் பகுதிக்கு நீண்டுள்ளது. ஊர்வனவற்றில் குரல்வளை மூடி உருவாகியிருந்த போதிலும், இவை பாலூட்டிகளில் உள்ளது போன்று குரல்வளையை மூடும்

செயலையுடையனவாயில்லை. ஊர்வனவற்றில் குரல் நாண்கள் இல்லாமலும் பலவற்றில் மிகக்குன்றிய வளர்ச்சியுமுடையன. குரல் வளை மூடியமைந்தால்தான் குரல் நாண்கள் அமையமுடியும் என்பது பறவைகளின் அமைப்பினை நோக்குவோமானல் தெளிவாகும். பறவைகளின் மூதாதையர்களிலும், பறவைகளிலும்



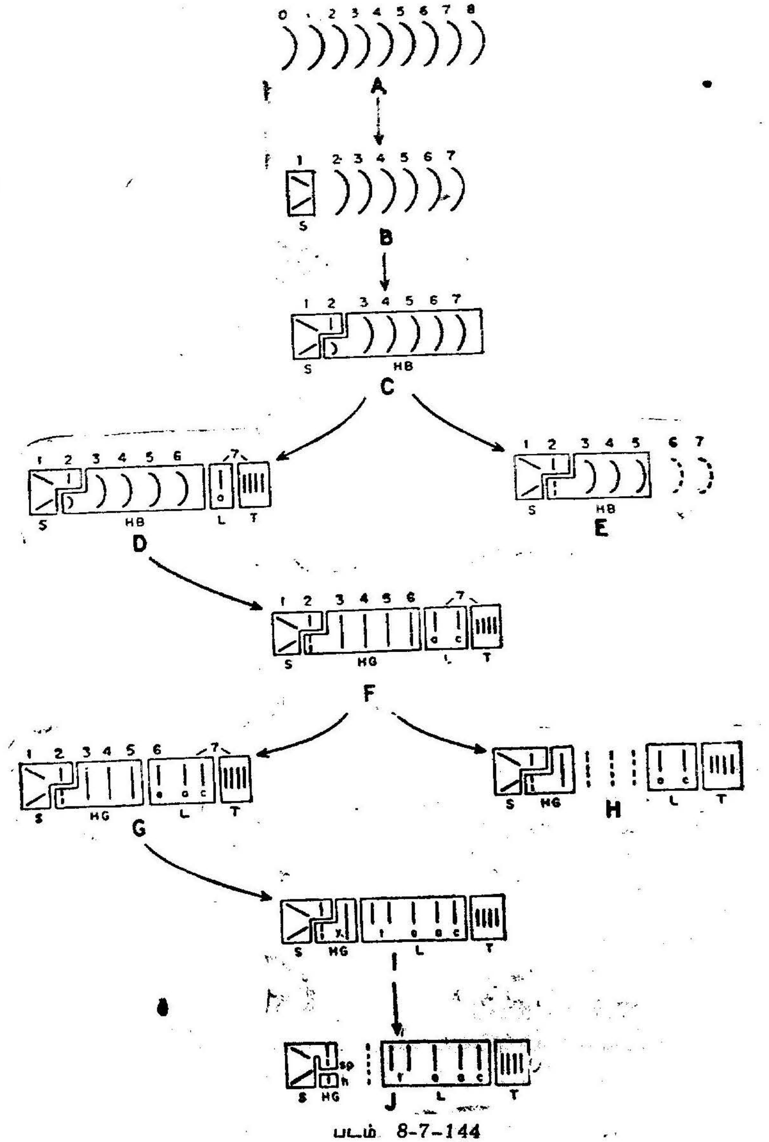
படம் 8-6-143

சிறப்புற்ற பாலூட்டிகளில் உள்ளுறுப்புச் சட்டக அமைப்பு

1. அங்கவடி எலும்பு; 2. பட்டறை எலும்பு; 3. சுத்தி எலும்பு; 4. ஸ்டைலாய்டு நீட்சி; 5. அலிஸ்பினய்டு; 6. பாலெட்டோ குவாட்ரேட் குருத்தெலும்பு; 7. மெக்கலின் குருத்தெலும்பு; 8. ஹயாய்டு; 9. தைராய்டு; 10. குரல் வளை மூடி; 11. அரிட்டினய்டு; 12. கிரிக்காய்டு; 13. மூச்சுக் குழல் வளையங்கள்; 14. ஸ்பிளாங்க்கினேகிரேனியம்; 15. நாக்குச் சட்டகம்; 16. குரல்வளைமூச்சுக் குழல் வளையங்கள்.

குரல்வளை மூடியின்மையால், முற்றும் மாற்றமுடைய வேறு வகையான குரல்நாண்கள் பறவைகளில் தோன்றியுள்ளன. இவற்றில் குரல்நாண்கள் சிறப்பான குரல் பெட்டியில் (Special voice box) அமைந்துள்ளன. இப்பெட்டி சிரிங்ஸ் (Syrinx) எனப்படும். இப்பெட்டியானது கிளைமூச்சுக் குழல்களும் (trachea) மூச்சுக் குழலும் இணையுமிடத்திலுள்ளது.

குரல்வளையின் பரிணாம முடிவு நிலை பாலூட்டிகளில் அமைந்துள்ளது. இந்நிலையில் குரல்வளைக்கு U வடிவ தைராய்டு குருத்தெலும்பு (Thyroid cartilage) அதன் வயிற்றுப் பக்கத்தில் சேர்க்கப்படுகிறது. நாக்கின் அடிப்பகுதியில் குரல்வளையினைப் புதையுண்ட



படம் 8-7-144

உள்ளுறுப்புச் சட்டகத்தின் குல வளர்ச்சித் தொடர்பமைப்பினைத் தெளிவாக்கும் படம். 0-8. செவுள் சட்டங்கள். வளைவான செவுள் சட்டங்கள், சுவாச செயலின். நேரான செவுள் சட்டங்கள், செவுள் சுவாச செயலினை இழந்து தாங்குப் பணியின. பெரிய ஆங்கில எழுத்தில் உள்ளவை : HB - செவுள் கீழ்ச்

நிலையில் செயல்படுவதே இந்த 'U' வடிவ தைராய்டு குருத்தெலும்பின் பணியாம். இவ்வமைப்பு குரல்வளையினை, குரல்வளை மூடி மூடிப் பாதுகாப்பதற்கு மிக இன்றியமையாததாம். ஒன்றிணைந்த நான்காவது ஐந்தாவது வளைவுகளினின்றும் தைராய்டு குருத்தெலும்பு தோன்றியதாகக் கருதப்படுகிறது.

நாக்குச் சட்டகம் (Gloassl Skeleton)

மீன்களில் நாக்கு முதல் தோன்றியமைப்பினையுடையது. ஹயாய்டு வளைவின் மத்தியப் பகுதியாக பேசிஹயல் என்பதே மீன்களின் நாக்கிற்கு முக்கிய தாங்குறுப்பாகச் செயல்படுகிறது. இப்பகுதி (பேசிஹயல்) நேரடியாக, ஹயாய்டு வளைவு பின் முதுகு பக்கப் பகுதிகளோடு இணைந்தும், மறைமுகமாகப் பின்னமைந்து உள்ளுறுப்பு வளைவுகளோடு இணைந்தும் அமைந்துள்ளது. மண்டையோட்டிற்குப்பின்னமைந்து உள்ளுறுப்பு வளைவுகள் செவுள் தாங்கு செயலையுடையமையால் நாக்கு ஓரளவு கூடச் சிறப்புற்று வேறுபாடுடையதாகவில்லை. இந்நிலை இரு வாழ்விகளின் லார்வாக்களிலும் நியூட்டனிகளிலும் (Neotenic) காணப்படுகிறது.

இருவாழ்விகளிலும் எல்லாக் கருச்சவ்விகளிலும் (amniotes) உள்ளுறுப்புச் சட்டகம் முற்றும் செவுள் தாங்கு செயலை இழந்து வருகிறது. குரல்வளை மற்றும் மண்டையோடு இவற்றுடன் இணைவுறு உள்ளுறுப்புச் சட்டகப் பகுதிகள் பேசிஹயல் என்ற இரண்டாவது வளைவின் பகுதியோடு இணைந்து விரிவானமையுடன் நாக்குச் சட்டகமாகச் செயல்படுகிறது. இரு வாழ்விகளிலும் ஊர்வனவற்றிலும் தேவைக்கதிகமாகவே சிக்கலுடையதாக உள்ளது எனலாம். இரண்டாவது வளைவின் மண்டையோட்டோடு இணையாப் பகுதிகளும், மூன்று முதல் ஐந்தாவது வளைவுகள் அனைத்துமுடையதாக இவ்வுயிரிகளில் நாக்குச் சட்டகம் அமைந்துள்ளது. மேலே விளக்கப்பட்டுள்ளது போன்று ஆறுவது ஏழாவது வளைவுகள் குரல்வளை அமைப்பில் மாற்றமுற்றன. நான்

சட்டகம்; **HG**-நாக்கடிச் சட்டகம்; **L**-குரல்களை; **S**-ஸ்பிளாங்க்னோகிரேனியம்; **T**-மூச்சுக் குழல் வளையங்கள். சிறிய ஆங்கில எழுத்தில் உள்ளவை : **a**-அரிட்டினாய்டு குருத்தெலும்பு; **c**-கிரிக்காய்டு குருத்தெலும்பு; **e**-குரல்வளை மூடி; **h**-ஹயாய்டு எலும்பு; **sp**-ஸ்டைலாய்டு நீட்சி; **t**-தைராய்டு குருத்தெலும்பு **y**-தைரோஹயல் குருத்தெலும்பு; **A**-தாடையற்றவை; **B**-பிளாக்கோடெர்ம்கள்; **C**-சிறப்படையா மீன்கள்; **D**-சிறப்படையா இரு வாழ்விகள்; **E**-சிறப்புற்ற மீன்கள்; **F**-சிறப்புற்ற இரு வாழ்விகள் மற்றும் சிறப்படையா ஊர்வன, **G**-பாலூட்டிகளுக்கு முற்பட்ட ஊர்வன; **H**-பறவைகள், சிறப்புற்ற இரு வாழ்விகள் மற்றும் ஊர்வன; **I**-சிறப்படையாப் பாலூட்டிகள்; **J**-சிறப்புற்ற பாலூட்டிகள்.

காவது ஐந்தாவது வளைவுகள் தைராய்டு குருத்தெலும்பு ஆக்கத்தில் ஈடுபட்டன. அல்லது பறவைகளிலும் ஒருசில ஊர்வன வற்றிலும் முற்றும் மறைந்தன. ஒருசில பாலூட்டிகளில் மூன்றாவது வளைவு உள்ளது. குறிப்பாக ஊனுண்ணிகளில் காணப்படுகிறது. பேசிஹயல் (Basihyal) இரண்டாவது வளைவின் எஞ்சிய பகுதி ஆகியவற்றினைத் தைராய்டு குருத்தெலும்புடன் இணைப்பதாக உள்ளது. இதனை தைரோஹயல் என்பர். இது 'H' வடிவ நாக்கு உறுப்பின் நீட்சிகளாக அமைந்துள்ளன. இதில் குறுக்குப் பகுதி (H வடிவ உறுப்பில்) யாகவுள்ளது பேசிஹயல் என்பதாம். முன்நீட்சிகள் இரண்டாவது வளைவின் மண்டை யோட்டில் சேராப் பகுதிகளாம்.

ஊர்வனவற்றிலும், பறவைகளிலும், அடுத்த பரிணாம வளர்ச்சி காணப்படுகிறது. இவற்றில் நாக்குச் சட்டம் Y வடிவிலுள்ளது. இவ்வமைப்பில் பின்நீட்சி ஒரு உறையினுள்ளமைந்து முன்னும் பின்னும் நீட்சி நகருவதாய் அமைந்துள்ளது. இதனால் நாக்கு நன்கு நீட்சியுற முடிகிறது. பறவைகளில் நீட்சிகள் மண்டை யோட்டின் பின்பகுதி வரை வளைந்து நீண்டிருக்கும். ஊர்வன வற்றில் மிகுதியான அளவில் நீண்டு இடுப்பு வளைய எலும்பான இலியம் வரை காணப்படுவதுண்டு.

மனிதன் மற்றும் ஒருசில பாலூட்டிகள் ஆகியவற்றில் தைரோஹயல் என்ற பகுதியும் இழக்கப்பட்டு இரண்டாவது வளை வின்எஞ்சிய பகுதி மட்டும் நாக்குச் சட்டகமாகியுள்ளது. முன்நீட்சி களுடன் பேசிஹயல் இணைப்புற்று வளைவான ஹயாய்டு எலும்பாக மாற்றமுற்றுள்ளது. முன்நீட்சிகளின் முன்முனைகள் டெம்பொரல் எலும்புடன் (Temporal bone) இணைந்து ஸ்டைலாய்டு நீட்சிகள் (Styloid process) எனப் பெயர் பெறுகின்றன. இவ்வாறமைவதால் அவை ஸ்பிளாங்னோகிரேனியப் பகுதியாக மாற்றமடைகின்றன எனலாம்.

அடிப்படையில் நாக்குச் சட்டகத்தின் பரிணாமத்தில் சிக்கல் நிறைந்த அமைப்பினை எளிதாக்குதல் என்பது தெளிவாக்குகிறது. நாக்குச் சட்டகப் பகுதிகள் குன்றக் குன்ற இவை குரல்வளையோடு தொடர்புடையதாகி குரல்வளை சிக்கல் நிறைந்த அமைப்பினை யுடையதாகிறது.

குலத் தோற்றமைப்பு (Phylogenetic Pattern)

உள்ளுறுப்புச் சட்டகத்தில் எட்டு பரிணாமப் படிநிலைகள் தெளி வாகத் தெரிகின்றன. இவற்றினைப் படம் விளக்குகிறது. இவை

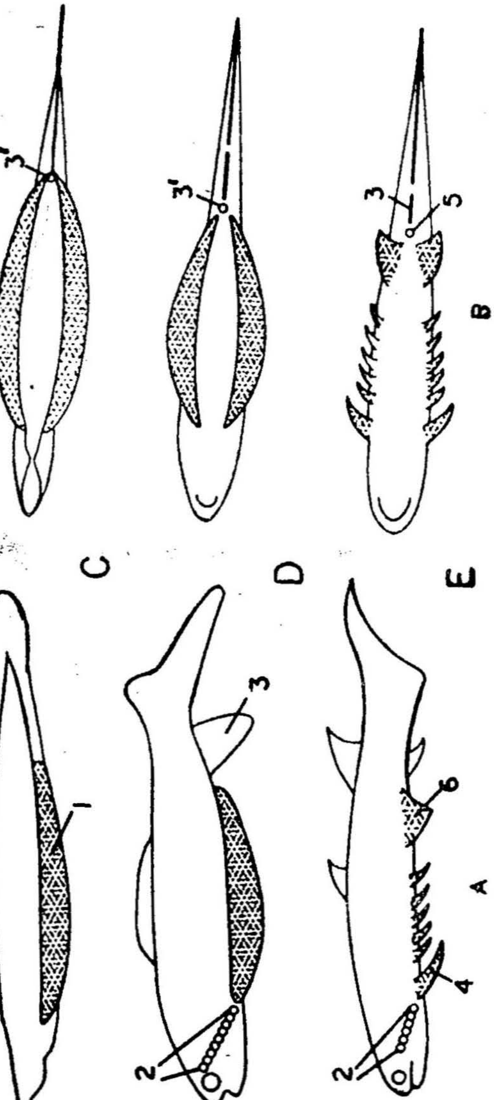
யன்றி சிறப்புற்ற இரு வாழ்விகள், ஊர்வன பறவை ஆகியவற்றில் மேலும் இரண்டு பரிணும வழிகள் தெற்றென தெரிகின்றன. ஊர்வனவற்றிலும், பறவைகளிலும் உள்ளுறுப்புச் சட்டகத்தின் பகுதிகள் பயனற்று முற்றும் மறைந்தன. ஆனல் பாலூட்டிகளின் பரிணும வழியில் சட்டகப் பகுதிகள் சுவாசப் பணியினையிழந்து வேறு பணிகளை மேற்கொண்டு நிலேத்துள்ளன.

9. சட்டக மண்டலம் - IV

இணைப்புறுப்புச் சட்டகம்
(Appendicular skeleton)

தாடையற்ற முதுகெலும்பிகள் (agnathous vertebrates) முதல் முதுகு தண்டுடையவைகளின் முன்னோர்கள் ஆகியவற்றின் உடலில் பக்க வயிற்று மடிப்புகளினின்றும், வேறுபாடடைந்து உருவாகியதே இணைப்புறுப்புச் சட்டகம். ஆம்ஃபியாக்சசில் காணப்படும் பக்க வயிற்று மடிப்புகள் (metapleural folds) பெரும்பாலும் மேற்குறிப்பிட்ட துடுப்பு மடிப்பினை (fin fold) உறுப்பொத்தது எனலாம். இத் துடுப்பு மடிப்பில் தசையமைப்பு இல்லை. ஆஸ்ட்ரக்கோடெர்ம்களில், துடுப்பு மடிப்புகள் தெளிவாக நன்கு வளர்ந்த நிலையில் வளர்ச்சியுறவில்லை. ஒரு சில முதிர்ச்சியுற்ற ஆஸ்ட்ரக்கோடெர்ம்களின், தலையின் பின்னால் பெரிய முட்கள் பக்கத்திற்கொன்றாகக் காணப்படுகிறது. இவை பிளாக்கோடெர்ம்களில் (placoderms) காணப்படும் மார்புத் துடுப்புகள் (pectoral fins) போன்றேயுள்ளன. பிளாக்கோடெர்ம்களில் (placoderms) தெளிவாகத் தெரியும் இடுப்புத் துடுப்புகள் கூட ஆஸ்ட்ரக்கோடெர்ம்களில் காணப்படுவது இல்லை. இடுப்புத் துடுப்புகளும் மார்பு துடுப்புகள் போன்றே மிக முந்திய முன்னோர்களில் (remote ancestor) துடுப்பு மடிப்புகளினின்றும் (fin fold) தோன்றியதாம். மார்பு துடுப்பு, இடுப்புத் துடுப்பு, மார்பு வளையம், இடுப்பு வளையம் இவைகளிடையே மிகுதியான ஒற்றுமைகள் இருப்பதால் இவை தோற்றத்தில் வெவ்வேறாகத் தோன்றின என்று கருதுவதற்கிடமில்லை. ஆனால் இவைகள் தோன்றியது உடற்பகுதியில் உறுதியாக வெவ்வேறு இடங்களில் என்று கூறலாம். இரண்டும் இன்று நிலையமைப்பில் நடுவுடலில் தோன்றியிருக்க முடியாது. மார்பு வளையமும் மார்பு துடுப்பும் தலைக்குப் பின்னும் இடுப்பு வளையமும் இடுப்புத் துடுப்பும் நடுவுடலிலும் தோன்றியிருக்கக் கூடும்.

முதலில் உருவாகிய துடுப்பு மடிப்பு அகச் சட்டத்தினையுடைய தாகயிருந்திருக்கும். இந்த அகச் சட்டகம் பல அகக் குருத்தெலும் புகளையும் (basal cartilages) ஆரக் குருத்தெலும்புகளையும் (radial cartilages) உடையனவாய் அமைந்திருக்கக் கூடும். இக் குருத்



படம் 9-1-145

இணையான இணைப்புறுப்புகளின் துடுப்பு மடிப்புகளினின்றும் பரிணமம் அடைவதை விளக்கும் ஊகிக்கப்பட்ட படி நிலைகள்

A—பக்கத் தோற்றங்கள்; **B**—வயிற்றுப் பக்கத் தோற்றங்கள்; **C**—முதல் முதுகுதண்டுடையவைகளின் துடுப்பு மடிப்பு—கருதுகோள் அடிப்படையில்; **D**—ஆஸ்ட்ரோடெர்ம்களின் முன்னோர்களில் துடுப்பு மடிப்பின் அமைப்பு. **E**—பிளாக்கோ டெர்ம்களில் முன்னோர்களில் துடுப்பு மடிப்பின் அமைப்பு.

1. வால் துடுப்பின் தொடர்புடைய பக்க வயிற்று துடுப்பு மடிப்பு; 2. செவுள்; 3. மலப்புழைத் துடுப்பு—பக்க வயிற்றுத் துடுப்பு, வால் துடுப்புகளினின்றும் தனித்தது; 3'. மலப்புழை; 4. மார்பு துடுப்பு; 5. மலப்புழை; 6. இடுப்புத் துடுப்பு.

தெலும்புகளே உருவத்தால் பெருத்து மார்பு, இடுப்புத் துடுப்புக் களாக உருவாகியிருக்கும். துடுப்பு மடிப்பில் எவ்வெப் பகுதிகளில் நீர் இயக்க அழுத்தம் மிகுதியாக அமைந்ததோ அங்கே மார்பு துடுப்பும், இடுப்புத் துடுப்பும் உருவாகியிருக்கக் கூடும். இவ் விரண்டிற்கு இடைப்பட்ட பகுதியிலிருந்து துடுப்பு மடிப்பு குன்றிய நிலையுற்று மறைந்தது எனலாம். இவ்வாறு மறையும் நிலையை நினைவுறுத்தும் முகத்தான் ஒரு சில பிளாக்கோடெர்ம்களில் (placoderms) இரண்டு வகைத் துடுப்புக்களுக்குமிடையில் நுண் துடுப்புகள் (finlets) காணப்படுகின்றன. இவ்வாறு உருவாகிய துடுப்பின் அகக் குருத்தெலும்புகள் உருவத்தால் பெருத்து, நன்கு புதையுறும் நிலையில் தான், முதலமைப்பினையுடைய வளையங்கள் உருவாகியிருக்கக் கூடும் என்று கருதப்படுகிறது.

மேலே விளக்கப்பட்ட துடுப்பு மடிப்புக் (fin fold) கொள்கை முற்றும் ஊகமே. ஏனெனில் முதல் முதுகு தண்டுடையவைகள், முதுகெலும்பிகள் ஆகியவற்றிற்குப் பொதுவான அடிப்படை தொல்லுயிர் எச்சங்கள் (fossils) மிகக் குறைவே. ஆகவே தொல்லுயிர் எச்சங்களைச் சான்றுகக் காட்டிக் கொள்கையினை வலுவுடையதாக்குவது இயலாததாம். வேஸ்டால் (Westoll) என்ற அறிஞர் துடுப்பு மடிப்புக் கொள்கை முற்றும் ஏற்புடையது என்று கூறியுள்ளார். ஆனால் எவ்வாறு துடுப்பு மடிப்புகள் உரு வாயின என்பது தெரியாததொன்றே.

இணைப்புறுப்புச் சட்டகத்தின் பரிணாமத்தில் இருபடி நிலைகள் முக்கியமானவைகளாம். ஒன்று துடுப்பு மடிப்பினின்றும் துடுப்பு உருவாதல், இரண்டாவது துடுப்பினின்றும் புற இணைப்புறுப்புகள் (limbs) உருவாதல் என்பனவாம். துடுப்பு மடிப்பினின்றும் துடுப்பு உருவாதலை விளக்கச் சான்றுகள் ஏதுமில்லை என்றே கூறலாம். ஆனால் துடுப்புக்கள் புற இணைப்புறுப்புகளாக மாறு வதை விளக்கச் சான்றுகள் உள்ளன. சில கிராசாப்டெரிஜீய தொல்லுயிர் எச்சங்களில், துடுப்புகளின் அமைப்பு நாற்கால் விலங்குகளில் புற இணைப்புறுப்புகளை யொத்தனவாயுள்ளன.

மீன் துடுப்பு (Ichthypterygium)

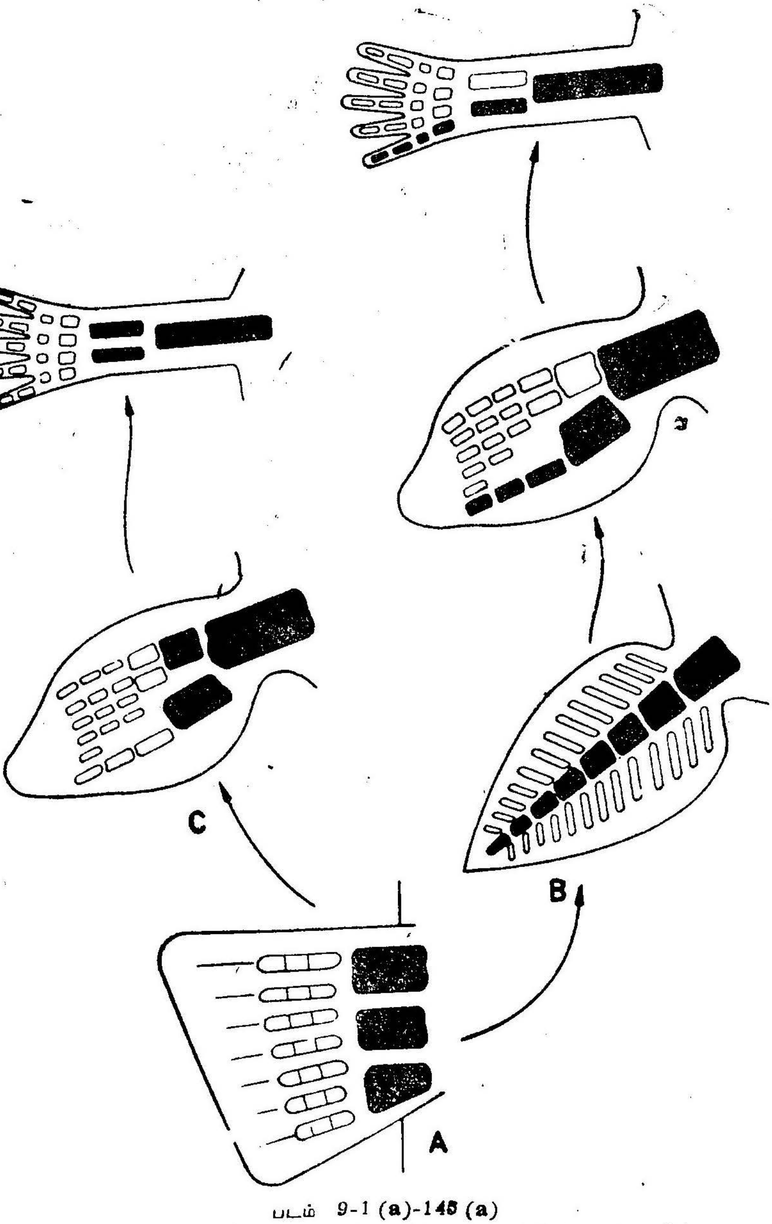
அமைப்பும் பரிணாமமும் (Structure and Evolution)

மீன்களின் துடுப்புகளில் தாங்கும் சட்டகமாகப் பல சட்டகங் களும் (bars) ஆர அமைப்புகளும் உள்ளன. பல மீன்களில் இவ் வமைப்பு வேறுபாடுடையது- பெரும்பான்மையான நன்னீர் மீன் களில் துடுப்பின் அகன்ற சேய்மைப் பகுதியில் அடித்தோலி லின்றும் தோன்றிய துடுப்பிழைகளும் அடிப்பகுதியில் முதனிலைத்

துடுப்பிழைகளும் (primary fiin rays) அமைந்து காணப்படுகிறது. முதனிலைத் துடுப்பிழைகள் ஒரு சில மீன்களில் மறைந்தும் அல்லது முற்றும் அற்ற நிலையிலும் காணப்படும். மறைந்துள்ள துடுப் பிழைகள் அச்சு தசையமைப்பில் மறைவுறுவதாகக் கூறப்படுகிறது. இவ்வமைப்பில் துடுப்பின் பரந்த பதாகைப் (vane) பகுதி மட்டுமே உடற்சுவரினின்றும் நீட்சியுற்றுக் காணப்படும். இதனைக் கதுப் பற்ற துடுப்புகள் (lobeless fins) என்பர்.

காண்ட்டிரிக்தியன்களிலும் (chondrichthiyans) கொயனிக் தியன்களிலும் உள்ள துடுப்பு கதுப்புடையது (lobed) என்பர். இவை ஐவிரல் இணைப்புறுப்புக்கும் ஆக்டினுப்டீரன் (actinopteran) களுக்கும் முந்தியது என்று கருதப்படுகிறது. கதுப்புடைய துடுப்பு களில் தசையமைப்புடைய அடிப்பகுதியும் பதாகை போன்று விரிந்த சேய்மைத் துடுப்புப் பகுதியும் காணப்படும். தசையினு லான அடிப்பகுதி முதனிலைத் துடுப்புச் சட்டகப் பகுதியுடன் இணைந்தும், விரிந்த சேய்மைப் பகுதி மெலிந்த புறவுறையி னின்றும் உருவாகிய துடுப்பிழைகளைச் சூழ்ந்தும் அமையப் பெற்றிருக்கும். முதல் அமைப்பில் டெரிஜீயோஃபோர்கள் அடிப் பகுதியில் மூன்று பெரியனவாயும், சேய்மைப் பகுதியில் பல வரிசைகளில் சிறு ஆர துடுப்பிழைகளாலும் அமையப் பெற் றிருக்கும். அடியமைடெரிஜீயோஃபோர்கள் முறையே முதல் டெரிஜீயோஃபோர் (propterygium) இடை டெரிஜீயோஃபோர் (mesopterygium), கடை டெரிஜீயோஃபோர் (metapterygium) எனப்படும். கிராசாப்டெரிஜீய மீன்கள் வெற்றிகரமாக வாழவில்லையென்றாலும் அவற்றின் அமைப்பில் குறைபாடுடைய துடுப்பானது, நாற்கால் விலங்குகளின் ஐவிரல் இணைப்புறுப்பு (cheiropterygium) உருவாவதற்கு அடிப்படையாக அமைந்தது எனலாம். நாற்கால் விலங்குகளின் இணைப்புறுப்புகள் யூஸ்தனுப் பீரன் (Eusthenopteran) சௌரிப்பீரஸ் (Sauripterus) என்ற இரு கிராசாப்டெரிஜீயன்களினின்றும் பெறப்பட்டதாகக் கருதப்படு கிறது. இவைகளினின்றும் தோன்றும் முறையை இரண்டு கொள்கைகளினால் விளக்குவார்கள். அக் கொள்கைகள், அடிப் படைக் கொள்கை (basal theory), அச்சுக்கொள்கை (axial theory) என்பனவாம்.

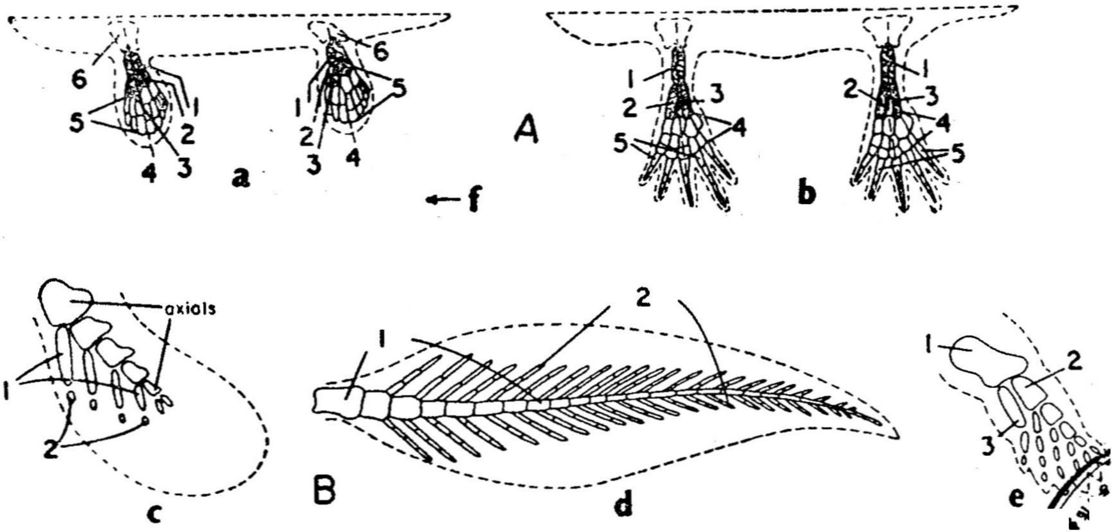
அடிப்படைக் கொள்கை யூஸ்தனுப்டீரன் என்ற கிராசாப் டெரிஜீயனின் துடுப்பினின்றும் நாற்கால் விலங்குகளின் ஐவிரல் இணைப்புறுப்புத் தோன்றுவதைக் கீழ்க்கண்டவாறு விளக்குகிறது. இடை டெரிஜீயோபோர்,ஃபிமர் அல்லது ஹியூமரஸ் எலும்பாகவும், முன்டெரிஜீயோபோர் ரேடியஸ் அல்லது டிபியா எலும்பாகவும், கடைடெரிஜீயோபோர் அல்னு அல்லது ஃபிபுலா (fibula) எலும்



படம் 9-1 (a)-145 (a)

முதுகெலும்பிகளின் இணைப்புறுப்புகளின் பரிணாமத்தில் துடுப்புகளின் அடிடெரிஜீயோஃபோர்களின் பங்கினை படம் விளங்குகிறது.

A—துடுப்பு மடிப்பு; B—அச்சுக் கொள்கைப் படி (axial theory) இணைப்புறுப்பு உருவாதல்; C—அடிப்படைக் கொள்கைப்படி (pasal theory) இணைப்புறுப்பு உருவாதல்; Po—முதல்டெரிஜீயம்; Ms—இடை டெரிஜீயம்; Mt—கடைடெரிஜீயம்.



படம் 9-2-146 மீன் துடுப்பினின்றும், ஐவிரல் இணைப்புற்று (**cheiropterygium**) மாற்றமுறுவதைப் படம் படிநிலைகளாக விளக்குகிறது.

a-b—அடிப்படைக் கொள்கையினை விளக்குவது **c,d,e**—அச்சுக் கொள்கையினை விளக்குவது.

a—யூஸ்தனுப்டீரனில் மீன் துடுப்பின் அமைப்பு—1. இடை டெரிஜீயம்; 2. கடைடெரிஜீயம்; 3. முதல் டெரிஜீயம்; 4. துடுப்பின் அச்சு; 5. ஆரக் குச்சிகள்; 6. முன்னுள்ளது மார்பு தடுப்பு; பின்னுள்ள 6 இடுப்புத் துடுப்பினைக் குறிப்பதாகும். **b**—சிறப்படையா நாற்கால் விலங்கில் ஐவிரல் இணைப்புறுப்பு..

முன்னுள்ளது:- 1. ஹியூமரஸ்; 2. ரேடியஸ்; 3. அல்னு; 4. கார்பெல் எலும்புகள்; 5. மெட்டகார்பெல் எலும்புகள் பின்னுள்ளது:- 1. ஃபிபர்; 2. டிபியா; 3. ஃபிபுலா; 4. டார்சல் எலும்புகள். 5. மெட்டாடார்சல் எலும்புகள் **c**—கிராசாப்டெரிஜீயன்—சௌரிப்டீரஸில் துடுப்பின் அமைப்பு—1. முதனிலை ஆர எலும்புகள்; 2. இரண்டாம் நிலை ஆர எலும்புகள். **axials**—அச்சு எலும்புகள். **d**—நீயோசெரடோடஸ் என்ற இரு சுவாசி மீனில் துடுப்பு அமைப்பு. 1. அச்சு எலும்புகள்; 2. ஆர எலும்புகள். **e**—துவக்க நிலை நாற்கால் விலங்கில் கருதுகோளமைப்பில் ஐவிரல் இணைப் புறுப்பு. 1. ஹியூமரஸ்; 2, அல்னு; 3. ரேடியஸ். **f**—முன்முனை நோக்கும் அம்புக் குறி·

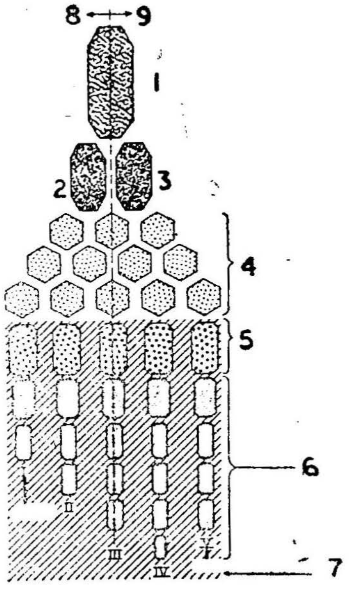
பாகவும், துடுப்பு ஆர இழைகள் விரல்களின் எண்ணிக்கைக்கேற்ப இணைந்து விரலமைப்பினையும் உருவாக்குவதாகக் கூறப்படுகிறது. சௌரிப்டீரஸினின் (Sauripterus) றும் ஐவிரல் இணைப்புறுப்புத் தோன்றியதை அச்சுக் கொள்கை (axial theory) விளக்குகிறது. ஐவிரல் இணைப்புறுப்பு இருவழிகளில், சௌரிப்டீரசனின்றும் உருவாகியது எனக் கூறுவர். ஒரு வழியில் அடிப்படை டெரிஜீயோஃபோர்கள் (basal pterygiphores) துடுப்பின் மத்தியில் ஒன்றன் பின் ஒன்ருக ஒரே வரிசையில் அச்சாகவும் அதன் இருமருங்கிலும் துடுப்பு ஆர இழைகள் அமைந்து துடுப்பு உருவாகியிருக்கும் என்றும் இவ்வமைப்பு இருசுவாசி மீன்களின் காணப்படும் துடுப் பமைப்பினை ஒத்ததாயிருக்குமென்றும் கூறுவர். மற்ற வழியில் அடிப்படை டெரிஜீயோஃபோர்கள் அனைத்தும் இணைந்து அண்மைப் பகுதியாகவும்,ஆரஇழைகள் மற்றவற்றினை உருவாக்கிய தாகவும் கூறுவர். அந்தக் கொள்கைப்படி ஐவிரல் இணைப் புறுப்புத் தோன்றியதாக இருந்தாலும் அதன் முன்னேடி, மிகவும் வலுவுடைய அமைப்பினையுடையதாகவும் இருந்திருக்க வேண்டும். ஏனெனில் அது ஓரளவு எடையினையும், அழுத்தத்தினையும் தாங்கு வதான துடுப்பாக இருந்திருக்க வேண்டும். துடுப்பு ஆர இழைகள் (fin rays) முற்றும் மறைந்தும், அடிப்படை டெரிஜியோபோர்கள். குன்றிய வளர்ச்சியுடையனவாயமைந்தும், இருவாழ்விகளில் நாற் கால் விலங்குகளின் ஐவிரல் இணைப்புறுப்பு தோன்றியிருக்குமென்று கருதப்படுகிறது. ஐவிரல் இணைப்புறுப்பின் பரிணமத்தை ஒழுங் கமைத்த தேர்வு அழுத்தத்தை ஓரளவு ஊகிக்கலாம். மிகக்குறைந்த மழையினுல், இருவாழ்விகளின் முன்னேர்கள் உயிர்வாழ்வதற்காகக் கோடை உறக்கம் (aestivation) போன்ற செயலற்ற நிலையில் சேற்றுக் கடியில் தோண்டவேண்டிய அவசியத்தினுலோ அல்லது விலங்கினக் கூட்டம் மிகுந்த பகுதியினின்றும் கூட்டம் குறைந்த பகுதிக்குச் செல்ல வேண்டிய அவசியத்தினுலோ ஐவிரல் இணைப் புறுப்பு இருவாழ்விகளில் தோன்றியது எனக் கருதலாம்.

இணைப்புறுப்புச் சட்டகத்தின் பரிணமத்தை ஆறு அடிப்படை நிகழ்ச்சிகளாகக் கருதலாம். அவை முறையே, 1. தொடர்ச்சியான துடுப்பு மடிப்பமைதல்; 2. மார்பு, இடுப்பு பெருக்கமுற்று மார்பு துடுப்பு, இடுப்புத்துடுப்புப்போன்றவை தோன்றல்; 3. இத் துடுப்பு களுக்கேற்ற வளையம் (girdle) அமைதல். 4. கதுப்புள்ள துடுப்பு (lobed fin) தோன்றல். கடைசி இரண்டு நிலைகளின் நிகழ்ச்சியும் ஒன்றன் பின் ஒன்ருக அன்றிச் சேர்ந்து நிகழ்ந்தனவே. 5. கதுப்பற்ற துடுப்பமைந்து டெரிஜியோபோர்களை இழத்தல். 6. ஐவிரல் இணைப்புறுப்பு உருவாகிப் புறவுறைத் துடுப்பிழைகளை இழத்தல்.

ஐவிரல் இணைப்புறுப்பு (Cheiropterygium)

அடிப்படை அமைப்பும் தோற்றமும் (Basic structure and origin)

முதுகெலும்பிகளில் காணப்படும் இரண்டு இணைப்புறுப்புகளிடையே, மிகுந்த ஒத்தமைப்புள்ளது. ஒவ்வொன்றிலும் ஓர் அண்மைப் பகுதி காணப்படுகிறது. இதனைத் தூணமைக்கால் (stylopodium) எனலாம். இதில் ஒரேயொரு எலும்புதான்



படம் 9-3-147

சிறப்படையா நிலையில் ஐவிரல் இணைப்புறுப்பின் அடிப்படையமைப்பு: முன் இணைப்புறுப்பின் பகுதிகள்

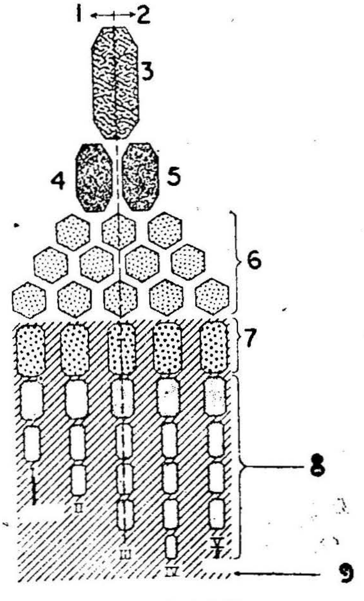
1. ஹியூமரஸ்; 2. ரேடியஸ்; 3. அல்னு; 4. கார்பெல் எலும்புகள்; 6. விரல் எலும்புகள்; 5. மெட்ட கார்பெல்கள்; 6. விரல் எலுபும்கள்; 7. விரல்கள்-I-V; 8. அச்சு முன்; 9. அச்சு பின்.

உள்ளது. மார்பு இணைப்புறுப்பில், இப்பகுதியில் ஹியுமரஸ் எலும்பும், இடுப்பு இணைப்புறுப்பில் ஃபிமர் எலும்பும் உள்ளன. அடுத்து நடுப்பகுதி இணைப்புக்கால் (zeugopodium) எனப்படும். இதில் இரண்டு எலும்புகள் உள்ளன. மார்பு இணைப்புறுப்பில் முன்பாக ரேடியஸ் (radius) எலும்பும், பின்பாக அல்னு (ulna) எலும்பும், இடுப்பு இணைப்புறுப்பில் முன்பாக டிபியா (tibia)

எலும்பும், பின்பாக ஃபிபுலா எலும்பும் உள்ளன. சேய்மைப் பகுதி கை அல்லது கால் எனப்படும். இதில் ஏறக்குறைய 35 எலும்புத் துண்டுகள் உள்ளன.

தூணமைக்காலும், (Stylopodium) இணைப்புக்காலும் (zeugopodium)

நாற்கால் விலங்குகளில் இவ்விரு பகுதிகளும் மிகுதியான வேறுபாடுடையன அல்ல. பாம்புகளிலும், திமிங்கிலங்களிலும் இணைப்



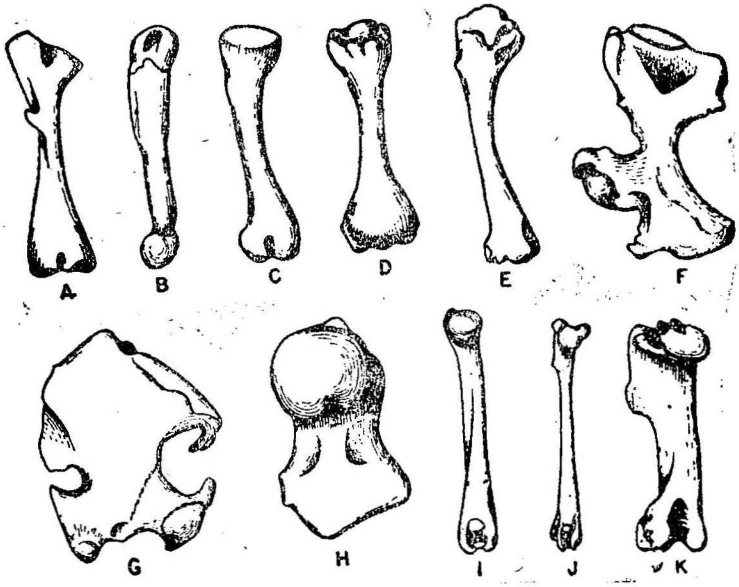
படம் 9-4-148

சிறப்படையா நிலையில் ஐவிரல் இணைப்புறுப்பின் அடிப்படையமைப்பு: பின் இணைப்புறுப்பின் பகுதிகள்;

1. அச்சு முன்; 2. அச்சு பின்; 3. ஸ்பிமக்; 4. டிபியா; 5. ஃபிபுலா; 6. டார்செல் எலும்புகள்; 7. மெட்டா டார்சல் எலும்புகள்; 8. விரல் எலும்புகள் 9. I-V கால் விரல்கள்.

புறுப்புகள் மறைந்துள்ளன. அவற்றில் கடைசியாகப் பரிணாமத்தில் இழக்கப்பட்டவை. தூணமைக்கால் (stylopodium) பகுதியினைச் சார்ந்த ஹியுமரஸ், ஃபிமர் எலும்புகள்தான். இப்பகுதியினை சார்ந்த எலும்புகள் ஒருபோதும் சேய்மை எலும்புகளோடு ஒன்றுவதில்லை. இணைப்புக்காலின் (zeugopodium) இரு எலும்புகளும் ஒன்றுடன் ஒன்று ஒன்றி இணைந்தே காணப்படும். தவளையில்

ரேடியோ அல்னு (radioulna) டிபியோஃபிபுலா (tibiofibula) என்ற நிலையில் உள்ளன. குளம்புடைய பாலூட்டிகளிலும் வௌவால்களிலும் மற்றும் சில பாலூட்டிகளிலும் ரேடியஸ் எலும்பும் அல்னு எலும்பும் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைந்துள்ளன. பறவைகளில் டிபியா



படம் 9-5-149

நாற்கால் விலங்குகளின் முன் இணைப்புறுப்பு, ஹியூமரஸ் எலும்பின் தோற்றத்தில் வேறுபாடு.

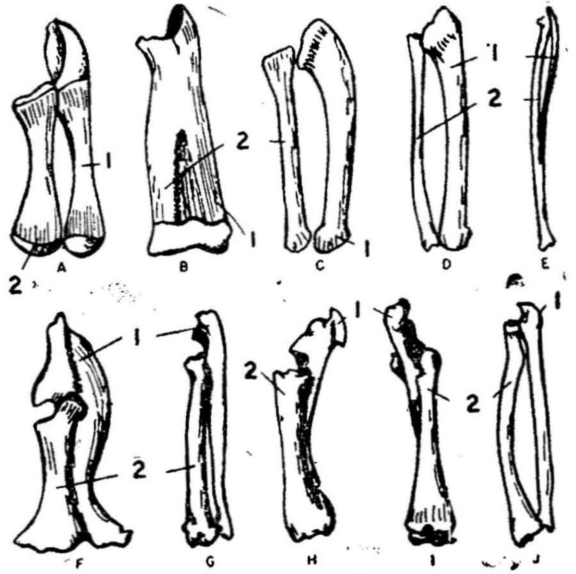
A-சலமாண்டர் (ஆம்ஃபிஸ்டோமா); B-தவளை; C-முதலை; D-ஹீலோடெர்மா என்னும் ஊர்வன; E-கோழி; F-முள்ளுடைய எறும்புத் தின்னி; G-அகழெலி; H-டால்ஃபின்; I-நாய்; J-முயல்; K-குதிரை.

எலும்பும் கணுக்கால் அண்மை எலும்புகளும் (proximal ankle bones) ஒன்றியிணைந்து டிபியோடார்சஸ் (tibio-tarsus) என்ற எலும்பினை உருவாக்கியுள்ளது. பறவைகளிலும், குளம்புடைய பாலூட்டிகளிலும், ஃபிபுலா எலும்பானது சீர்கேடுற்று மறையும் தன்மையதாயுள்ளது. இவ் வெலும்பு எச்சமாகச் சில உயிரிகளிலும் முற்றும் அற்ற நிலையில் சில உயிரிகளிலும் காணப்படுகிறது.

கை அல்லது பாதம் (Autopodium)

இதில் மூன்று அடிப்படைப் பகுதிகள் உள்ளன. அவை அடிக்கால் (basipodium)இடைக்கால் (mesopodium) நுனிக்கால்(aceopo-

dium) என்பன. அடிக்கால்பகுதி முன் இணைப்புறுப்பிலே மணிக்கட்டு (wrist) என்றும், பின் இணைப்புறுப்பிலே கணுக்கால்(ankle)என்றும், அழைக்கப்படும். இவை ஒவ்வொன்றிலும் 12 துண்டெலும்புகள் உள்ளன. இடைக்காலில் (mesopodium) ஐந்து நீண்ட எலும்புகள் உள்ளன. இவை முன் இணைப்புறுப்புகளில் உள்ளங்கையாகவும் பின் இணைப்புறுப்புகளில் பாதம் என்றும் அழைக்கப்பெறும்.



படம் 9-6-150

நாற்கால் விலங்குகளின் முன் இணைப்புறுப்பு-ரேடியஸ் மற்றும் அல்னு எலும்புகளின் தோற்ற வேறுபாடு.

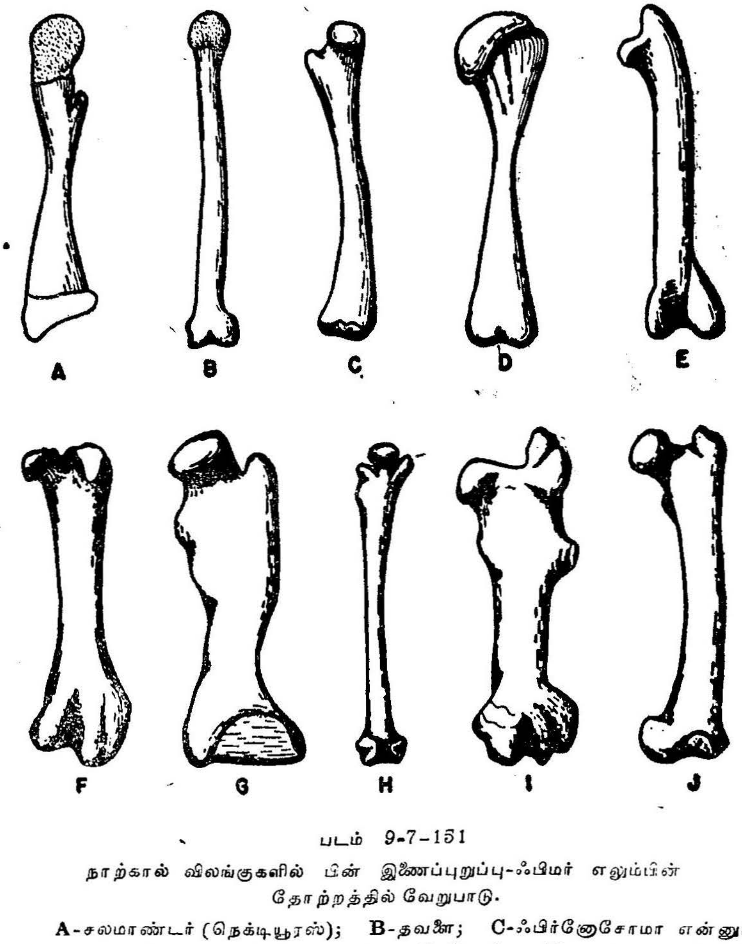
A-சலமாண்டர் (நெக்டியூரஸ்); **B**-தவளை; **C**-முதலை; **D**-வான்கோழி; **E**-வௌவால்; **F**-அகழெலி; **G**-பூனை; **H**-பசு; **I**-குதிரை; **J**-மனிதக் குரங்கு.

1. அல்னு; 2. ரேடியஸ்.

நுனிக்காலில்,ஐந்து வரிசையில் துண்டெலும்புகள் அமைந்துள்ளன. ஒவ்வொரு வரிசையின் அண்மைத் துண்டெலும்பும் இடைக்காலின் ஒரு எலும்போடு இணைந்திருக்கும். மணிக்கட்டுப் பகுதியிலுள்ள எலும்புகள் கார்பெல்கள் (carpels) என்றும் கணுக்காலின் பகுதியிலுள்ள எலும்புகள் டார்சல் எலும்புகள் (tarsal bones) என்றும் உள்ளங்கையிலுள்ளவை மெட்டாகார்பல்(metacorpal) என்றும் பாதத்திலுள்ளவை மெட்டாடார்சல் (metatarsal) என்றும்,

துண்டெலும்புகள் விரல் எலும்புகள் (phalanges) என்றும் அழைக்கப்பெறும். இடைக்கால் எலும்பும் (metapodial element) அதனோடு இணைந்துள்ள விரல் எலும்புகளும் சேர்ந்து விரல் உருவாகிறது.

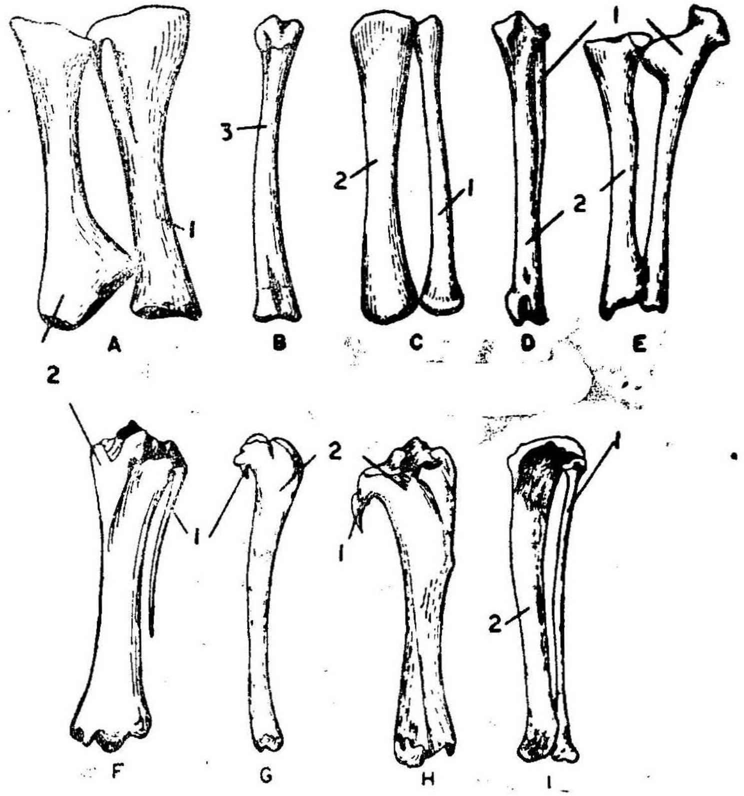
ஒவ்வோர் இணைப்புறுப்பின் அச்சும் ஹியூமரஸ் அல்லது ஃபிமர் எலும்பின் நடு அமைப்பினின்றும் கீழ் நோக்கி நீண்டு



படம் 9-7-151

நாற்கால் விலங்குகளில் பின் இணைப்புறுப்பு-ஃபிமர் எலும்பின் தோற்றத்தில் வேறுபாடு.

A-சலமாண்டர் (நெக்டியூரஸ்); **B**-தவளை; **C**-ஃபிர்னோசோமா என்னும் ஊர்வன; **D**-ஆமை (கிலோடீரா); **E**-கோழி; **F**-கடல் நாரை இனம்; **G**-முள்ளுள்ள எறும்புத் தின்னி; **H**-வௌவால்; **I**-குதிரை; **J**-மனிதக் குரங்கு.



படம் 9-8-152

நாற்கால் விலங்குகளின் இணை புறுப்பு-டிபியா,
ஃபிபுலா எலும்புகளின் தே ற்ற வேறுபாடு.

A-சலமாண்டர் (நெக்டியூரஸ்); **B**-தவளை; **C**-முதலை; **D**-வான்கோழி. **E**-செதிலுடைய எறும்புத் தின்னி; **F**-குதிரை; **G**-மான்; **H**-பசு; **I**-பூனை
1. ஃபிபுலா; 2. டிபியா; 3. டிபியாவும் ஃபிபுலாவும்.

மூன்றுவது விரலின் நடுவில் செல்கி து. முழங்காலும், முழங்கையும் முதுகு பக்கம் நோக்கி அமைந்த நிலையில், இணைப் புறுப்பின் அச்சு நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு அமைந்த அச்சினை அடிப்படையாகக் கொண்டு பார்ப்போமேயானல் நடு அச்சுக்கு முன்னமைந்துள்ளது அச்சு முன் பாதி என்றும் (preaxial half) பின்னமைந்துள்ள பகுதி அச்சு பின் பாதி (postaxial half) என்றும் அழைக்கப்படும். பல முதுகெலும்பிகளில், முன்பாதிப்

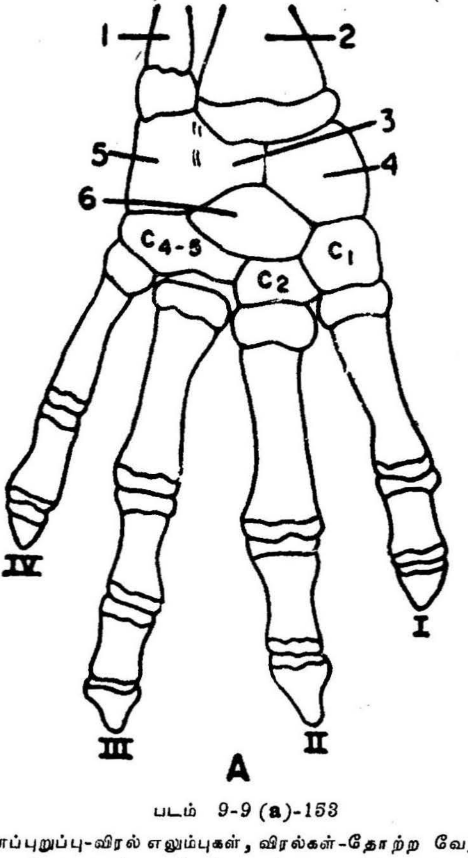
பகுதியோ அல்லது பின்பாதிப் பகுதியோ இழக்கப்படுவதால் இணைப்புறுப்பினது அச்சு (axis) மாற்று முற்றமைந்து, அதன் சேய்மைப் பகுதி மாறியமைவதுண்டு.

நுனிக்காலும் (Acropodium) இடைக்காலும் (Metapodium)

நாற்கால் விலங்குகளில் விரல் எலும்புகளின் எண்ணிக்கை பெருமளவில் வேறுபடுகின்றது. முதலில் தோன்றிய அமைப்பில் விரல் எலும்புகளின் எண்ணிக்கை, கையில் முன்னிருந்து பின்பாக 2, 3, 4, 5, 3 என்றும் பாதத்தில் 2, 3, 4, 5, 4 என்றும் இருந்தன என்று கூறுவர். கிராசாப்டெரிஜீயன்களின் (crossopterygians) முன்னோர்களிலும், முதலில் தோன்றிய இருவாழ்விகளிலும் மேற் கூறப்பட்ட எண்ணிக்கையை விட விரல் எலும்புகளின் எண்ணிக்கை கூடுதலாக இருந்ததாகக் கூறுவர். ஒரு சில தொல்லுயிர் எச்ச ஊர்வனவற்றிலும் (fossil reptiles), சில பாலூட்டிகளிலும், கடல் வாழ் ஊனுண்ணிகள், செட்டேசியன்கள் (cetaceous), சைரினியன்கள், (Sirenians) ஆகியவற்றில் இரண்டாம் நிலையில் இவ்வெண்ணிக்கை கூடுதல் உற்றது என்பர். ஆனால் பொதுவாக நாற்கால் விலங்குகளில் இவ்வெண்ணிக்கை குறை வுறும் போக்கே காணப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக முதலில் தோன்றிய பாலூட்டிகளில் 2, 3, 3, 3, 3 என்றும், பறவைகளில் 1, 2, 1, 0, 0 என்ற எண்ணிக்கை கைப்பகுதியிலும் (நான்காவது, ஐந்தாவது விரல்கள் மறைந்துள்ளன) பின் இணைப்புறுப்புகள் 2, 3, 4, 5, 0 என்றும் (ஐந்தாவது விரல் மறைத்துள்ளது) விரல் எலும்புகளின் எண்ணிக்கை அமைந்துள்ள நிலை மேற்கூறியவற்றை உறுதி செய்வதாகும். குளம்புடைய பாலூட்டிகளில், குறிப்பிடத் தக்க அளவில் விரல் எலும்புகளின் எண்ணிக்கை குன்றியுள்ளது. ஒரு விரல் அல்லது இரண்டு விரல்கள் காணப்படுகின்றன. ஒரு விரலாக அமையுமானால் அது மூன்றாவது விரலாகவும் இரண்டு விரல்களாக அமையுமானால் மூன்றாவது நான்காவது விரல் களாகவும் இருப்பதைக் காணலாம். இதில் ஒவ்வொன்றிலும் மூன்று விரல் எலும்புகள் (phalanges) உள்ளன.

விரல் எலும்புகள் மட்டுமின்றி விரல்களின் எண்ணிக்கையும் குறைவுறுதலைப் பல நாற்கால் விலங்குகளில் காணலாம். மேலும் ஐவிரலமைப்புக்கு மேற்பட்ட எண்ணிக்கையில் விரல்கள் அமை வதும் உண்டு. இதனை மீன்களின் துடுப்பு ஆர இழைகளினின்றும் (fin radials) விரல்கள் தோன்றின எனக் கருதுவோமானால் ஒன்றிரண்டு கூடுதலாகத் தோன்றுவதற்கு வாய்ப்பிருப்பது தெளி வாகும். இவ்வாறமைந்த கூடுதலான விரல்களைக் கருத்தில்

கொள்ளுதல் கூடாது என்பதும் தெளிவாகும். இன்று வாழும் எல்லா இருவாழ்விகளிலும் முன் இணைப்புறுப்பில் ஐந்தாவது விரல் (fifth digit) இழக்கப்பட்டுள்ளது. பல பல்லிகளும், எல்லா பாம்புகளும் ஒரு சில விரல்களையிழந்தும் அல்லது முற்றும் அற்ற நிலையிலும் காணப்படுகின்றன. பறவைகளில் முன் இணைப் புறுப்பில், நான்காவது ஐந்தாவது விரல்களும் பின்இணைப்புறுப்பில் ஐந்தாவது விரலும் மறைந்துள்ளன. பாலூட்டிகள் விரல்களை முற்றிலும் இழக்காவிட்டாலும் ஒன்றிரண்டு மறைந்துள்ளன.



படம் 9-9 (a)-153

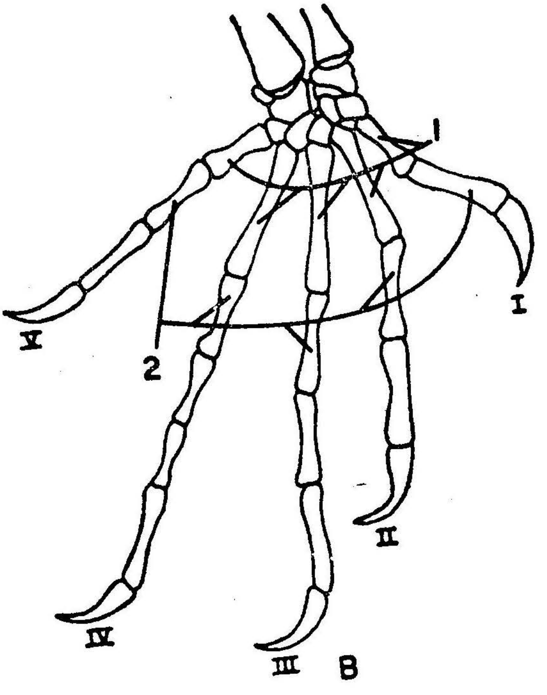
முன் இணைப்புறுப்பு-விரல் எலும்புகள், விரல்கள்-தோற்ற வேறுபாடு-I

A-சலமாண்டர் நெக்டியூரஸ். கையின் அமைப்பு:

1. அல்னு; 2. ரேடியஸ்; 3. இடைவெளியெலும்பு (**inter medium**); 4. ரேடியேல்; 5. அல்னேர்; 6. சென்ட்ரேல்; **C**-1, 2-5 சேய்மைக் கார்பெல் எலும்புகள்.

அவை மறையும் வரிசை 1வது, 5வது, 2வது, 4வது, 3வது என்ற விரல்களாக அமையும். பறவைகளில் முன் இணைப்புறுப்பினின்றும் நான்காவது, ஐந்தாவது விரல்கள் மறைந்துள்ளன என்பதற்குச் சான்றாக ஏதும் தொல்லுயிர் எச்சங்கள் இல்லை.

விரல்கள் ஒன்றையொன்று எதிர்த்து அமைந்து பொருந்தும் நிலை பல முதுகெலும்பிகளில் பரிணமித்துள்ளது. ஒவ்வொன்றிலும் பங்கு கொள்ளும் விரல்கள் வெவ்வேறாக அமைந்துள்ளன. கட்டை விரல் (pollux) அல்லது காற் பெருவிரல் (hallux) அல்லது

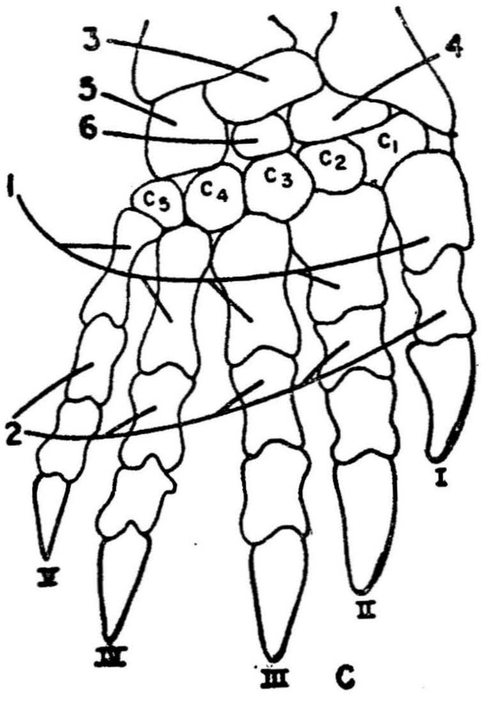


படம் 9-9(b)-154

முன் இணைப்புறுப்பு-விரல் எலும்புகள் தோற்ற வேறுபாடு-II
B-ஊர்வன-சிலோபோரஸ் (Seeloporus);
1. மெட்டா கார்பெல்கள்; 2. விரல் எலும்புகள். I-V-விரல்கள்.

இரண்டுமே இரண்டு இணைப்புறுப்புகளிலும் எதிர்த்து அமைந்து பொருந்தும் தன்மையுடையதாக ஒருசில அன்யூரன்களில்

(anurans) உள்ளன. பச்சோந்திகளில் கால் விரல்கள், கை விரல்கள் இவையிரண்டுமே பிடிக்கும் தன்மையுடையதாய் எதிர்த்து அமைந்துள்ளன. இவற்றில் பங்கு கொள்ளும் விரல்கள் முன் இணைப்புறுப்பில் 2-3, பின் இணைப்புறுப்பில் 3-2 என்பனவாம். பறவைகளின் கால் விரல்கள் பிடிப்பதற்கேற்ப எதிர் எதிர் அமைப்பினையுடையவை. இரண்டாவது அல்லது மூன்றுவது விரல் முன்னேக்கியும் ஒன்றுவது அல்லது இரண்டாவது விரல் பின்னேக்கியவாறும் அமையப் பெற்றிருக்கும். சில பாலூட்டி களில் முன் இணைப்புறுப்பின் கட்டை விரலோ (thumb) அல்லது பின் இணைப்புறுப்பின் பெரு விரலோ(hallux) அல்லது இரண்டுமோ



படம் 9-9(c)-155

முன் இணைப்புறுப்பு விரல் எலும்புகள்-விரல்கள் தோற்ற வேறுபாடு-III

C—ஆமை: சூடோமிஸ் (Pseudomys).

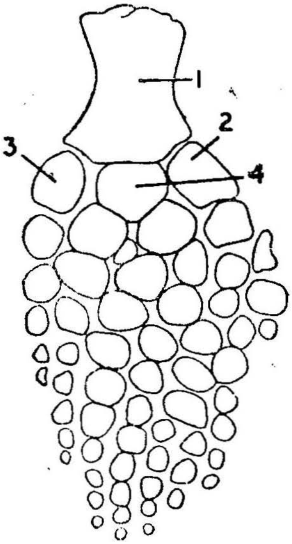
1. மெட்டாகார்பெல்கள்; 2. விரல் எலும்புகள்; 3. இடையெலும்பு (intermedium); 4. ரேடியேல்; 5. அல்னேர்; 6. சென்ட்ரேல்;

C1 - C5—சேய்மைக் கார்பெல் எலும்புகள். I - V—விரல்கள்

மற்ற விரல்களுடன் எதிர்த்த அமைப்பினையுடையதாயமைந்து பிடிக்கும் தன்மையதாகும்.

அடிக்கால் (Basipodium)

இப் பகுதியின் அண்மைப் பகுதிகளாக மூன்று அடி எலும்புகள் (basalia) உள்ளன. இடை வரிசையான நான்கு மத்திய எலும்புகளுக்கும் (centralia) சேய்மை வரிசையாக ஐந்து சேய்மை எலும்புகளும் (distalia) உள்ளன. இவை முன் இணைப்புறுப்பின் பகுதியாயின் அவை கார்பெல் (carpel) எலும்புகள் என்றும் பின் இணைப்புறுப்பின் பகுதியாயின் டார்சல் (tarsal) எலும்புகள் என்றும் அழைக்கப்பெறும். முன் இணைப்புறுப்போ அல்லது பின் இணைப்புறுப்போ இவற்றில் உள்ள இணைப்புக்கால் (zeugopodium) எலும்புகளின் பெயரினை, அதனோடு தொடர்புடைய அடி எலும்புகள் பெறும். ரேடியஸ் எலும்புடன் தொடர்புடையது ரேடியேல் (Radiale) என்றும், அல்னு எலும்புடன்

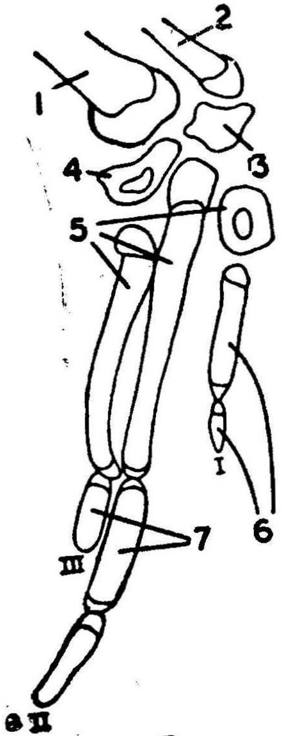


D

படம் 9-9(d)-156

முன் இணைப்புறுப்பு—விரல் எலும்புகள்—விரல்கள் தோற்ற வேறுபாடு - IV.
D - தொல்லுயிர் ஊர்வன — இக்தியோ சௌரஸ்
1. ஹியூமரஸ்; 2. ரேடியஸ்; 3. பிஸ்சிஃபார்ம்; 4. அல்னு.

தொடர்புடையது அல்னேர் (Ulnare) என்றும் டிபியா எலும்புடன் தொடர்புடையது டிபியேல் என்றும் ஃபிபுலா எலும்புடன் தொடர்புடையது ஃபிபுலேர் என்றும் பெயர் பெறும். இடையில் உள்ளது நடு எலும்பு (intermedium) எனவும் பெயர் பெறும்.



E

படம் 9-9(e)-157

முன் இணைப்புறுப்பு—விரல் எலும்புகள்—விரல்கள் தோற்ற வேறுபாடு.

E—முட்டையிலிருந்து வெளி வந்த இளம் கோழி.

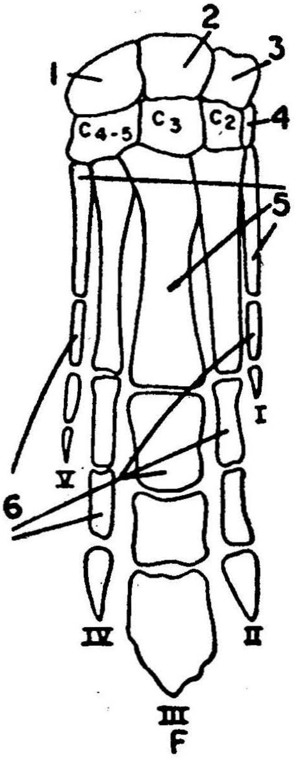
1. அல்னு; 2. ரேடியஸ்; 3. ரேடியேல்; 4. அல்னேர்; 5. மெட்டா கார்பெல்கள்; 6 & 7—விரல் எலும்புகள்.

I - III—விரல்கள்.

இடை வரிசையிலுள்ளனவும், சேய்மை வரிசையிலுள்ளனவும் முன்னிருந்து பின்னுக எண்ணல் பெயரிடப்படுகிறது,

பல எலும்புகள் ஒன்றுவதாலும் மற்றும் பல எலும்புகளைப் பரிணமத்தில் இழப்பதாலும் இவ் வடிப்படை அமைப்பினின்றும், அடிக்கால் (Basipodium)பல வழிகளிலும் மாறிப் பல முதுகெலும்பிகளில் அமைந்துள்ளது. மணிக்கட்டில், கார்பெல் எலும்புகளில் ஒன்றுன ரேடியல் எலும்புக்கு முன்பாக நாரிணைத் திசுவினின்றும் உருவாகிய செசமாய்டு (Sesamoid) என்ற எலும்பும் கணுக்காலில்

அல்னேர் (ulnare) எலும்புக்குப் பின்பாக மற்றுமொரு செசமாய்டு எலும்பும் காணப்படுகின்றன. முன்னது ரேடியல் செசமாய்டுஎலும்பு என்றும் பின்னது அல்னேர் செசமாய்டு எலும்பு என்றோ அல்லது பிசிஃபார்ம் (pisciform) எலும்பு என்றோ அழைக்கப்பெறும்.



படம் 9-9(f)-158

முன் இணைப்புறுப்பு—விரல் எலும்புகள்—விரல்கள் தோற்ற வேறுபாடு:

F—பெரிஸ்சோடாக்டைல்—பொது அமைப்பு.

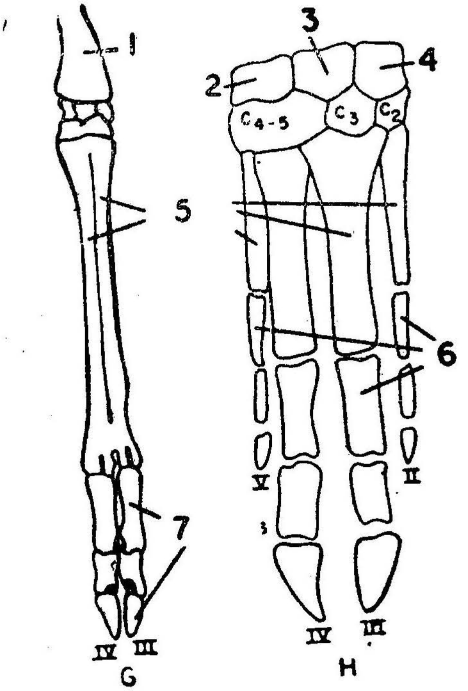
1. அல்னேர்; 2. இடையெலும்பு; 3. ரேடியேல்; 4. சேய்மைக் கார்பெல் 1; 5. மெட்டாகார்பெல்; 6. விரல் எலும்புகள்.

C2-C5 — சேய்மைக்கார்பல் எலும்புகள்.

I - V—விரல்கள்

அடிக்கால் (Basipodium) பகுதி பல்வேறு முதுகெலும்பிகளில் மிகுதியான வேறுபாட்டுடன் மாற்றமுற்ற அமைப்பில் காணப்படும். எடுத்துக்காட்டாக மனிதனுடைய மணிக்கட்டு, கணுக்கால் என்ற இரு பகுதிகளில் மட்டும் உள்ள மாற்றமைவுகளை இங்கே காணலாம்: மணிக்கட்டு அல்லது கார்பெல் (carpel) பகுதியில் ரேடியல் எலும்பு ஸ்காப்பாய்டு (Scaphoid) என்பதாகவும் நடு எலும்பு லூனர் (lunar) என்றும் அல்னேர் (ulnare) மாற்றமடையாமல் டிரைகுட்ரல் (triquetral) என்றும் உள்ளது; பிசிஃபார்ம் (pisciform)

எலும்பும் காணப்படுகிறது. இடை வரிசை (centralia) எலும்புகளனைத்தும் மறைந்தழிந்துள்ளன. சேய்மை வரிசை (distal carpels) கார்பெல் எலும்புகளில் முதலாவது டிரபீசியம் (Trapezium) எனவும் இரண்டாவது டிரபீசாய்டு (Trapezoid) எனவும் மூன்றாவது



படம் 9-9(இ)-159

முன் இணைப்புறுப்பு—விரல் எலும்புகள் -- விரல்கள் தோற்ற வேறுபாடு.

G - மான் H - பொதுவான ஆர்ஷியோடாக்டைல்.

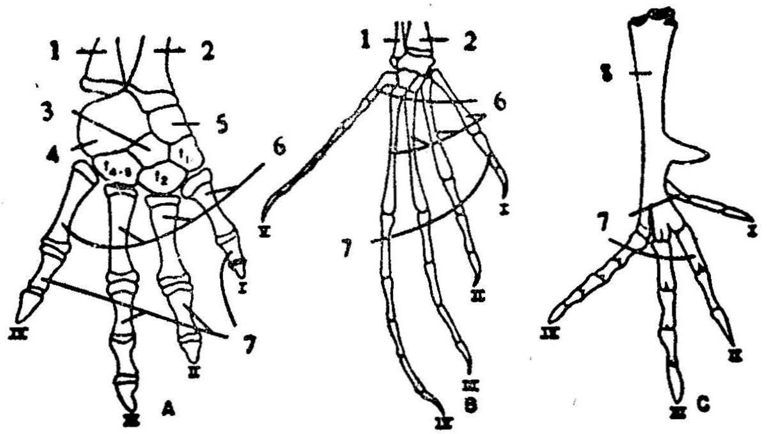
1. ரேடியேல்; 2. அல்னேர்; 3. இடையெலும்பு; 4. ரேடியேல்; 5. மெட்டா கார்பெல்கள்; 6 & 7 விரல் எலும்புகள்.

II - V - விரல்கள்;

C2 - C5 - சேய்மைக் கார்பெல் எலும்புகள்

காபிட்டேட் (capitate) எனவும் நான்காவது ஹாமேட் (haumate) எனவும் அழைக்கப்படும். ஐந்தாவது மறையப் பெற்று இழக்கப்பட்டுள்ளது.

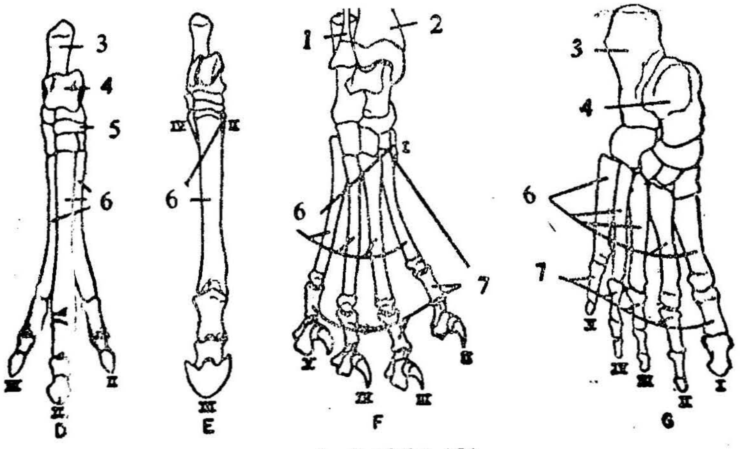
கணுக்கால் (ankle) அல்லது டார்சல் பகுதியில், அஸ்டிரகாலஸ் (astragalus) என்ற எலும்பானது, டிபியேல் (tibiale) நடு எலும்பு



படம் 9-10(a)-160

பின் இணைப்புறுப்பு - விரல் எலும்புகள் - விரல்கள் தோற்ற வேறுபாடு.
A-சாலமாண்டர் (நெக்டியூரஸ்); B-பல்லி (சிலோ போரஸ்); C-கோழி.

1. ஃபிபுலா; 2. டிபியா; 3. சென்ட்ரேல்; 4. ஃபிபுலேர்; 5. டிபியேல்; 6. மெட்டாடார் செல்கள்; 7. விரல் எலும்புகள்; 8. டார்சோ மெட்டாடார்செஸ்;
I - V-விரல்கள்.



படம் 9-10(b)-161

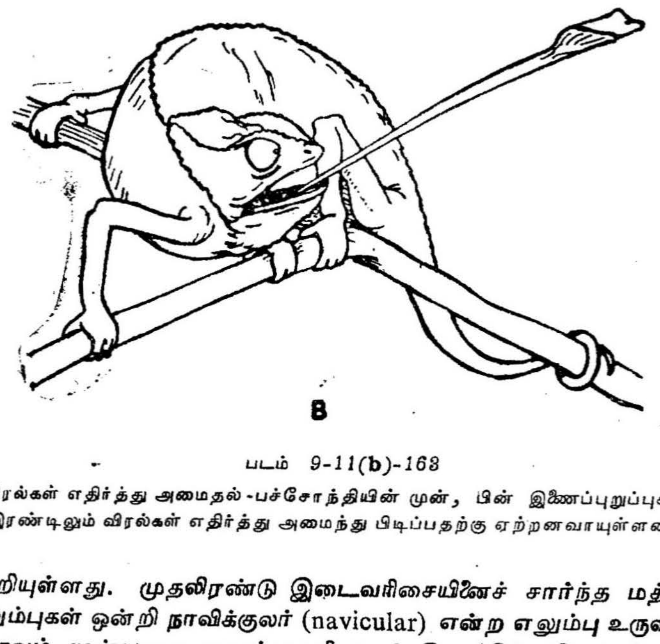
பின் இணைப்புறுப்பு - விரல் எலும்புகள் - விரல்கள் தோற்ற வேறுபாடு.
D-தொல்லுயிர் நிலையில் குதிரை; E-இன்று வாழும் குதிரை;
F-பூனை; G-மனிதன்.

1. ஃபிபுலா; 2. டிபியா; 3. ஃபிபுலேர்; 4. டிபியேல்; 5. சென்ட்ரேல்;
6. மெட்டாடார்சல்கள்; 7. விரல் எலும்புகள்.
I-V - விரல்கள்

(intermedium) இடை வரிசையின் கடைசி எலும்பு (நான்காவது) இவைகள் இணைவதால் உருவாகியது என்று கருதப்படுகிறது. ஃபிபுலேர் எலும்பு கால்கேனியஸ் (calcaneus) என்ற எலும்பாக

படம் 9-11(a)-162

விரல்கள் எதிர்த்து அமைதல் - தவளையின் முன் இணைப்புறுப்பிலுள்ள அமைட்ட,

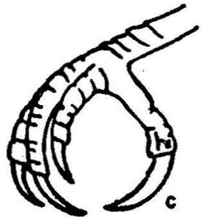


படம் 9-11(b)-163

விரல்கள் எதிர்த்து அமைதல் -பச்சோந்தியின் முன், பின் இணைப்புறுப்புகள் இரண்டிலும் விரல்கள் எதிர்த்து அமைந்து பிடிப்பதற்கு ஏற்றனவாயுள்ளன.

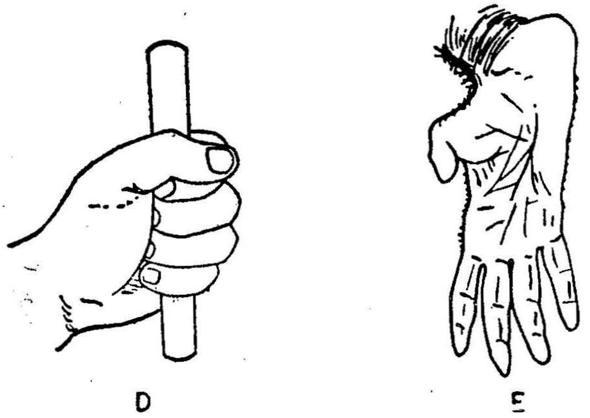
மாறியுள்ளது. முதலிரண்டு இடைவரிசையினைச் சார்ந்த மத்திய எலும்புகள் ஒன்றி நாவிக்குலர் (navicular) என்ற எலும்பு உருவாவதாகவும் மூன்றாவது எலும்பு பரிணாமப் போக்கில் இழக்கப்பட்டதாகவும் கூறுவர். சேய்மை வரிசையினைச் சார்ந்த டார்சேல்

(tarsale) எலும்புகள் முறையே முதலிலிருந்து நான்காவது வரை எண்டோக்யூனிஃபார்ம் (endocuneiform), மீசோக்யூனிஃபார்ம் (mesocuneiform), எக்டோக்யூனிஃபார்ம் (ectocuneiform), க்யூ



படம் 9-11(c)-164

விரல்கள் எதிர்த்து அமைதல் - பறவையின் கால்.



படம் 9-11(d)-165

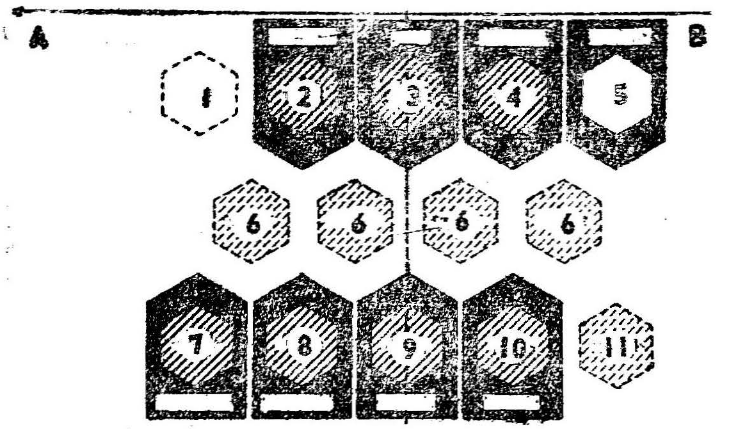
விரல்கள் எதிர்த்து அமைதல்

D - மனிதன்; E - மனிதக் குரங்கின் பாதம்

பாய்டு (cuboid) எனப் பெயர் பெறும். ஐந்தாவது டார்சேல் (tarsale) மறைந்து விட்டது என்பர்.

அடிக்கால் (Basipodium) பாத அல்லது உள்ளங்கை எலும்புகளின் சிறப்பான அமைப்புகள் கீழ் வருமாறு: ஆர்ஷியோடாக்டைலா (Artiodactyla) என்பனவற்றில் மூன்றுவது, நான்காவது மெட்டாடார்சல் எலும்புகள் ஒன்றிணைந்து 'கானன் எலும்பு' (cannon bone) ஆகியுள்ளன. மற்ற கார்பெல் எலும்புகள் எச்சங்களாகவோ அல்லது முற்றும் இழக்கப்பட்ட நிலையிலோ அமைந்

துள்ளது. பறவைகளில் டார்சோ மெட்டா டார்சஸ் (Tarso metatarsus) என்ற பகுதியும் கார்ப்போமெட்டா கார்ப்பஸ் (carpo meta carpus) என்ற பகுதியும் சிறப்பான அமைப்பினையுடையவைகளே. அன்யூரன்களில் (இரு வாழ்விகள்) அண்மை வரிசைக்



படம் 9-12-166

கருது கோள் நிலையில் மணிக்கட்டிலுள்ள (அடிக்கால்-**Basipodium**) எலும்புகள் - மனிதனின் மணிக்கட்டிலுள்ளவை கருமையானவையாகக் காட்டப்பட்டுள்ளன. தொடர்பற்ற கோடுகளால் அறு கோண அமைப்பில் நிரப்பப்படாதவை செசமாய்டு எலும்புகளையும், எஞ்சியவை மறைந்த எலும்புகளையும் குறிப்பனவாம் A—அச்சு முன்; B—அச்சு பின்.

1. ரேடியல் செசமாய்டு; 2. ரேடியேல்-ஸ்காபாய்டு; 3. இடையெலும்பு-(லூனர்) பிறை எலும்பு; 4. அல்னர் - டிரைக்குட்ரல்; 5. அல்னர் செசமாய்டு; 6. சென்ட்ரேல்; 7. கார்பெல்-டிரேப்பிசியம்; 8. கார்பெல்-டிரேப்சாய்டு; 9. கார்பெல்-காபிடேட்; 10. கார்பெல் ஹோமேட்; 11. கார்பெல்.

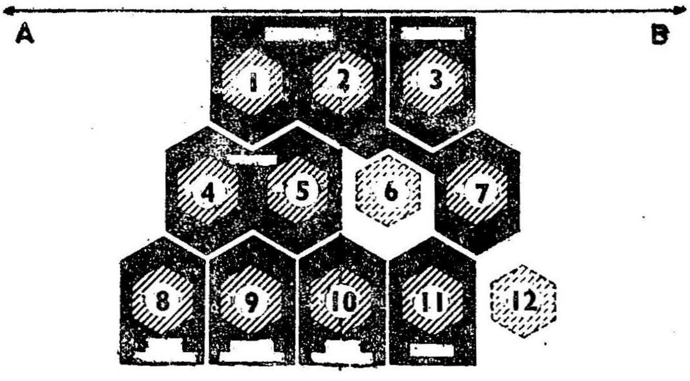
கணுக்கால் எலும்புகள் முற்றும் குன்றியிருந்த போதும் நீண்ட அஸ்டிராகாலேஸ் (astragalus) கால்கேனிய எலும்புகள் உள்ளன. ஒருசிலவற்றில் இவ்விரு எலும்புகள் கூட ஒன்றிணைவதுண்டு.

பரிணாமப் போக்குகள் (Evolutionary trends)

ஐவிரல் கையமைப்பின் பரிணாமத்தில் நான்கு பரிணாமப் போக்குகள் தெற்றனவுள்ளன.

1. முழு இணைப்புறுப்பிலும் இணைப்புக்கால் (zeugopodium) அடிக்கால் விரல்கள் ஆகியவற்றினை உருவாக்கும் எலும்புகளை எண்ணிக்கையில் குறைத்தல். 2. உடலைத் திறம்பட தாங்குவதற்

கேற்ப இணைப்புறுப்புகளை (appendages) உடலின் அடிப்பாகத்தில் அமைக்கப் படிப்படியாக இணைப்புறுப்புகள் வளைதல். 3. விரைவான ‘இடப்பெயர்ச்சியினையுடைய உடல் படிப்படியாக இணைப்புறுப்பு களைத் தாங்கமைப்பாகக் கொண்டு, நிலத்தினின்றும் உயர்த்தப்



படம் 9-13-167

கருதுகோள் நிலையில் கணுக்காலிலுள்ள (**basipodium** - அடிக்கால்) எலும்புகள்: மனிதனின் கணுக்காலிலுள்ளவை கருமையானவைகளாகக் காட்டப்பட்டுள்ளன; தொடர்பற்ற கோடுகளாய் நிரப்பப் பட்டவைகள் மறைந்த எலும்புகளைக் குறிப்பனவாம். **A**—அச்சுமுன்; **B**—அச்சுபின்.

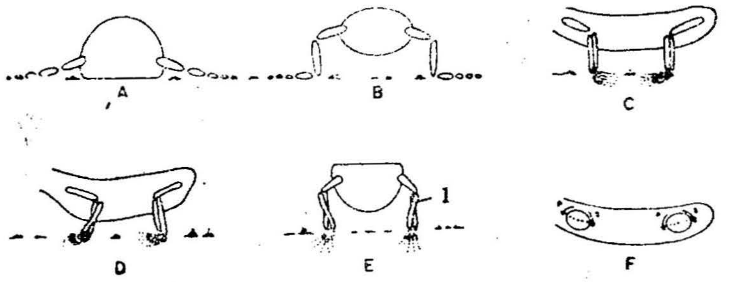
1. டிபியேல்; 2. இடையெலும்பு; (1 & 2-அஸ்டிரகாலஸ்) 3. ஃபிபுலேர்—கால்கேனியம். 4 & 5. சென்ட்ரேல்-நாவிக்குலர்; 6 & 7. சென்ட்ரேல்; 8. டார்சேல்-1-அககுயூனிஃபார்ம்; 9. டார்சேல்-2-மத்திம குயூனிஃபார்ம்; 10. டார்சேல்-3-புற குயூனிஃபார்ம்; 11. டார்சேல்-4-குயூபாய்டு; 12. டார்சேல்5.

படுதல். 4. இணைப்புறுப்புகளின் நீண்ட எலும்புகள் பல் செயல் மிக்கனவாதல். இந்நான்கு பரிணாமப் போக்குகளில் முதலாவது முன்பே கருதப்பட்டுள்ளது.

இணைப்புறுப்புகள் வளைதல் (Flexion of appendages)

துடுப்புகளைப் (fins) போன்ற முதல் தோன்றிய நிலையிலே இணைப்புறுப்புகள் பக்கங்களில் நீண்டிருந்தன. இரு வாழ்விகள் ஏறக்குறைய இவ் வமைப்பில்தான் வயிற்றினை நிலத்தில் தேய்த்து இழுத்து இடம் பெயர்ந்தன. இவ் விடப்பெயர்ச்சியில் உடலில் தோன்றிய நெளிவுகளுள்ள வளைவுகளும் துணைபுரிந்தன. முதலைகளும், சில பல்லிகளும்; சலமாண்டர்களும் இம் முறையில்தான் இன்றும் இடப்பெயர்ச்சியடைகின்றன. ஒருசில சலமாண்டர்

களிலும் (Salamanders) பல்லிகள் மற்றும் பாம்புகள் ஆகிய வற்றிலும் செயல் திறனற்ற இணைப்புறுப்புகள் முற்றும் நீக்கப் பட்டு, உடலின் நெளிவுகளுள்ள வளைவுகளையே சார்ந்து இடப் பெயர்ச்சி நிகழ்கிறது. இவ் வளைவுகள் தசைகளினால் உருவாகிறது என்பது தெரிந்ததே.

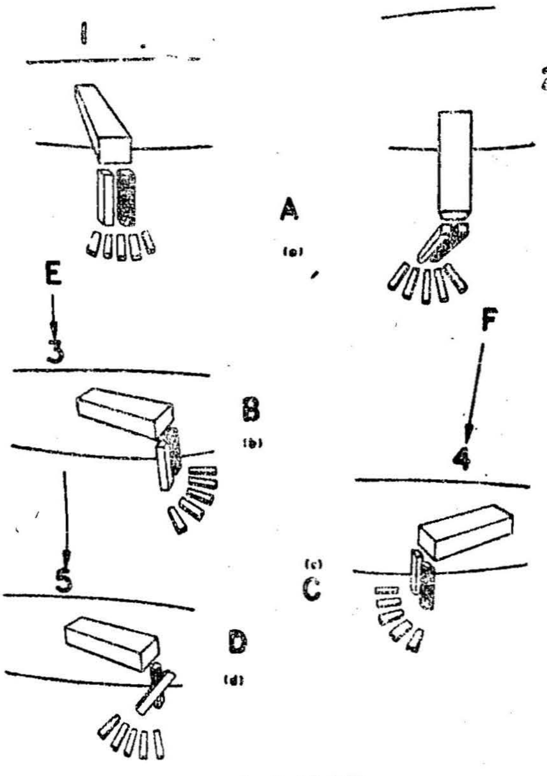


படம் 9-14-168

நாற்கால் விலங்குகளில் இணைப்புறுப்புகளின் முன்னோக்குத் திருப்பப் பரிணாமப்படி நிலைகள்: **A**—முதல்தோன்றிய இரு வாழ்விகளின் முன்முனைத் தோற்றம். **B**—இணைப்புறுப்பு மடிந்து உடலைத் தாங்குகிறது. முன் முனைத் தோற்றம்; **C**—இணைப்புறுப்பின் பக்கத் தோற்றம் இணைப்புறுப்பின் அச்சில திருப்பம் இல்லா நிலை; **D**—முன் இணைப்புறுப்பில் மட்டும் அச்சு திருப்பம்—முன்னோக்கு திருப்பம் (**pronation**) பக்கத் தோற்றம்; **E**—**D** நிலையினையே முன்முனைத் தோற்றத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

1. ரேடியஸ் எலும்பு; **F**—இணைப்புறுப்புகள்—வெளிப்புறமாக நீட்டப்பட்ட நிலையில் பக்கத் தோற்றம்; **P**—முன்னோக்கு திருப்பம்; **S**—பின்னோக்கு திருப்பம்.

இணைப்புறுப்புகளின் இடப்பெயர்ச்சிச் செயல்திறனை மிகுதியாக்க நாற்கால் விலங்குகளில் காணப்படுவது அவற்றினை உடலுக்கு வயிற்றுப் பக்கத்தில் படிப்படியாக அமைக்க முயற்சியே. இம் முயற்சியில் கீழ்க்கண்ட மாற்றங்கள் நிகழ்ந்தன. அடிக்காலின் (Basipodium) தொடக்கத்திலிருந்த வயிற்றுப் பக்கம் (Ventral side) நிலத்தில் பதியுமாறு அமைக்கப்படுவது இன்றியமையாததாகியது. ஏனெனில் இவ் வமைப்பில்தான் உந்து சக்தியினால் உடல் முன்னோக்கி நகர்த்தப்பட்டு, அடிக்காலும் முன்னோக்கித் திருப்பமடையும். இவ்வாறு நிகழும்போது அடிக்காலின் அச்சு முன் விளிம்பு (preaxial border) உள்ளமைப்பினையுடையதாகும் (inward). இவ் வமைப்பில் முதலாவது விரல் உடலின் அச்சோடு இணையான அமைப்பினையும், ஐந்தாவது விரல் பக்க அமைப்பினையும் உடையதாக அமையும்.



படம் 9-15-169

நாற்கால் விலங்குகளில் இணைப்புறுப்பின் அமைப்பு.

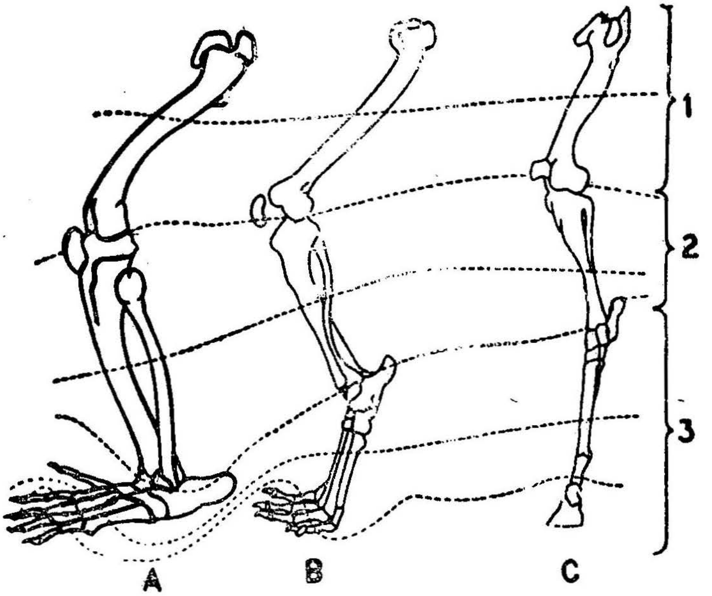
1. பக்கத் தோற்றம். 2. முதுகுபக்கத் தோற்றம். **A**-இணைப்புறுப்புகள் பரப்பிய நிலை. **B**-3. முன் இணைப்புறுப்பு இணையுமிடத்தினை அச்சாகக் கொண்டு பின்னோக்கித் திரும்புகிறது. **G**—4. பின் இணைப்புறுப்பு இணையுமிடத்தினை அச்சாகக் கொண்டு முன்னோக்கித் திரும்புகிறது. **D**-5—முன் இணைப்புறுப்பின், கைமுன் பகுதி அதன் அச்சிலேயே திருப்பம் அடைந்துள்ளது.

இணைப்புறுப்புகளை உடலுக்கு வயிற்றுப் பக்கத்தில் மாற்றி அமைக்கப்படும்போது முதுகு பக்கமாக நோக்கியமைக்கப்பட்ட முழங்கால் (knee), முழங்கை (elbow) இணைப்புகள் முன்னோக்கியோ அல்லது பின்னோக்கியோ திரும்பியமைக்கப்பட வேண்டியது அவசியமாகிறது. இவ்வாறமைக்கப்படாவிடில், இவ்விணைப்புகள் பக்கங்களில் (lateral sides) நீட்சியுற்று இடப்பெயர்ச்சியின் செயல்திறனைக் குன்றச் செய்திருக்கும். பக்க நீட்சியினைத்

தவிர்த்து இரண்டு இணை இணைப்புறுப்புகள் இரண்டு வழிகளில் மாற்றமடைந்தன. அடிக்கால் (basipodium) திரும்பிய அதே திசையில் முழங்கால் இணைப்புத் (knee joint) திரும்பியும், முழங்கை (elbow)மாறாகப் பின்னேக்கித் திரும்பியும் வேறுபாடுற்றுஉடலுக்கடி யில் இணைப்புறுப்புகள் அமைந்தன. இத் திருப்பங்களின் அச்சினை அறிவோமானால் இச் செயல் மேலும் தெளிவாகும். முன் இணைப் புறுப்பில் திருப்பம் இரண்டு அச்சுகளில் நிகழ்ந்துள்ளது. முழங் கையின் பின்னேக்கிய திருப்பம், மார்பு இணைப்புப் பகுதியினை அச்சாகக் கொண்டும், அடிக்கால் (basipodium), முன்கால் (fore leg) எலும்புகளை அச்சாகக் கொண்டும் 180° அளவில் அடிக்கால் (basipodium) முன்கால் எலும்புகளை அச்சாகக் கொண்டு திரும்பிய நிலை, ஒருசில பாலூட்டிகளில் நிலைத்த அமைப்பாக (fixed position) உள்ளது. ஆனல் மனிதனுடைய கை முற்றும் 180° சுழலும் தன்மையுடையது. மணிக்கட்டு, உள்ளங்கை, விரல்கள் அடங்கிய கை முன் இணைப்புறுப்பின் பகுதிகளமைப்பில் வெளிப்புறமாக (outward) திரும்பவும் அவைகளினின்று மாறுபட்டு உட்புறமாகத் (inward) திரும்பவும் தகவமைப்புடையது. வெளிப்புறத் திருப்பம் பின்னேக்கு திருப்பம் (Supination) என்றும், உட்புறத் திருப்பம் முன்னேக்கு திருப்பம் (pronation) என்றும் பெயர் பெறும்.

முதுகெலும்பிகளின் முன் இணைப்புறுப்புகளில் திருப்பம் 180° அளவுதான் நடைபெற முடியும். ஏனெனில் முழங்கை பின்னேக் கியும் கையின் (manus) பின்பக்கம் (back) முன்னேக்கியும் அமைந் துள்ளமையால் பின் இணைப்புறுப்புகளில் திருப்பம் 90° அளவு தான். ஏனெனில் முழங்கால் இணைப்பும் பாதத்தின் மேற்பரப்பு அல்லது பின்பக்கமும் முன்னேக்கியமைப்பினை யுடையதாயிருப் பதால், பின் இணைப்புறுப்பின் திருப்பம், இடுப்பு வளையத்திற்கும் இணைப்புறுப்புக்கும் மட்டுமே நிகழ்கிறது. ஆனல் முன் இணைப் புறுப்பில் முன்னேக்கு திருப்பம், பின்னேக்கு திருப்பம் ஆகிய வற்றில் 90°யும் அச்சு முன் விளிம்பினை மத்திய அச்சுக்கு இணையாக அமைப்பதில் 90° அளவு திருப்பமும் உருவாகிறது.

வௌவால்கள் இணைப்புறுப்புகளின் திருப்பங்களைப் பற்றி அறியும்போது சிறப்பாகக் கருதற்குரியது. ஏனெனில் இவற்றில் பின் இணைப்புறுப்புகள் முன்னேக்கியமைவதற்கு மாறாகப் பின் னேக்கி அமைந்துள்ளன. இவற்றில் 90° அளவு திருப்பம் அமைந் துள்ள போதும், முன்னேக்கு திருப்பமாக அமையாமல் பின்னேக்கு திருப்பமாக உருப்பெற்றுள்ளது.



படம் 9-16-170

கை அல்லது பாதம், தாங்கும் பகுதியாகப் பரிணமித்தலின் படி நிலைகள்:

A-பாத அடி அமைப்பு (முதல் நிலை) (**plantigrade**) கை அல்லது பாதம், தாங்கு பகுதியாக முற்றும் செயல் படுவதில்லை.

B-விரலடி அமைப்பு (இடை நிலை) (**digitigrade**) ஓரளவு கை அல்லது பாதம் தாங்கு பகுதியாகச் செயல்படுதல்

C-குளம்பு அமைப்பு-முழுமை நிலை. பாதம் அல்லது கை முற்றும் தாங்குட் பகுதியாக மாறிய நிலை

1 தூணமைகால்; 2. இணைப்புக்கால்; 3 கை அல்லது பாதம்.

உடல் உயர்த்தப்படுதல் (Elevation of body)

முதல் தோன்றிய முதுகெலும்பிகள் தட்டையான பாதம் நிலத்தில் பதியுமாறுதான் இடப்பெயர்ச்சியடைந்திருக்க வேண்டும். இதனைப் பாத அடி நடை (plantigrade) என்பர். பாலூட்டிகளிலும், பறவைகளிலும் இவ்விரு வகைக்கும் முன்னோராய் அமைந்த ஊர்வனவற்றில் மட்டும் பாத அடி நடைக்கு வேறுபட்ட நடையமைப்பு காணப்பட்டது எனலாம். எழும்புதலும், வேகமும் இணைந்து செயல்பட அவை விரல் அடி நடையினைக் (digitigrade) கொண்டன. இதுவே மேலும் சிறப்புற்று குளம்படி நடையாக (unguligrade) மாறியது. இவ் வமைப்பில் முதுகெலும்பிகள் (குளம்

புடைய பாலூட்டிகள்) தங்களின் குளம்புகள் நிலத்தில் அமைந்து இடப்பெயர்ச்சியடைகின்றன.

நீண்ட எலும்புகள் பல் செயலுடையனவாதல்
(Functional diversification of long bones)

இணைப்புறுப்புகளிலுள்ள நீண்ட எலும்புகள் முக்கியமாகத் தாங்குறுப்பாகவும், இடப்பெயர்ச்சியினைச் செயலாகவும் உடைய நிலையில் உருவாக்கப்பட்டன. ஆனால் பின்பு பல செயல்கள் இவ் வெலும்புகளுக்கு அளிக்கப்பட்டன எனலாம்.

கரு வளர்ச்சியில் இவ் வெலும்புகள் குருத்தெலும்புகளாக உருவாகிப் பின் மாற்று எலும்புகள் (replacing bones) அமைவதால் எலும்புகளாக்கப்படுகின்றன குருத்தெலும்பு பொதுவாகப் புழையினையுடையதாகவும் பஞ்சமைப்பினையுடையதாகவும் இருக்கிறது. மேலும் இது எலும்பாக்கம் அடையும்போது நீண்ட எலும்பின் மத்தியில் குழாய் அமைப்பில் குழி (cavity) உருவாவதுண்டு. இக் குழி எலும்பாக்கம் அடைவதில்லை. இதுவே மஜ்ஜைக் குழி (marrow cavity) எனப்படும். இது மஞ்சள் மஜ்ஜையினால் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். இத் திசுவினுள் கொழுப்புப் பொருள்கள், குருதிக் குழாய்கள், செறிவற்ற இணைப்புத் திசு என்பன காணப்படும். இணைப்புத் திசு வலையமைப்புடைய பரப்படுக்குச் செல்களாம் (reticulo endothelial cells). ஆகவே மாறும் வெப்ப நிலையுடைய முதுகெலும்பிகளில் இத் திசுவானது கொழுப்புப் பொருள்களைச் சேமிக்கும் இடமாகவும், குருதி வெள்ளை அணுக்கள் உருவாகுமிடமாகவும் அமைந்தது. நீண்ட எலும்புகள் இச் செயல்களைச் செய்வனவாகவும் அமைந்துள்ளன என்பது தெளிவு.

பறவைகளில் நீண்ட எலும்புகள் காற்றினால் நிரப்பப்பட்டுள்ளன. காற்று பறவைகளின் எடையினைக் குறைப்பதாக உள்ளது. மேலும் இவ்வெளிகள் நுரையீரலுடன் தொடர்புடையனவாகவும் இருக்கின்றன. ஏனைய மத்தியக் குழிகள் மஞ்சள் மஜ்ஜை உடையனவாகவே உள்ளன.

பாலூட்டிகளில் அடிப்படை அமைப்பு மேற்கூறியது போன்றே இருந்த போதிலும் மஞ்சள் மஜ்ஜைக்கு மாறாகச் சிவப்பு எலும்பு உள்ளது. இது பாலூட்டிகளுக்கே உரிய சிறப்புப் பண்பாம். ஏனெனில் இவைகளில் மட்டும்தான் எலும்பு சிவப்பு மஜ்ஜைக்கு மேலும் ஒரு பணியாகிய குருதிச் சிவப்புக் கார்ப்பசல்களை உருவாக்குதல் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

நடுவில் குழாய் அமைப்புக் குழியுடன் உருவாகும் எலும்பில் உறுதிக் குறைவு என்று எண்ணுவோமானால் அதனையும் நிறைவு செய்யும் வண்ணம் மற்றுமோர் தகவமைப்புக் காணப்படுகிறது. குருத்தெலும்பாலாகிய இந்த நீண்ட எலும்புகள் போதுமான உறுதி அற்றவை, குருத்தெலும்பு எலும்பாக்கம் படல எலும்பு களால் (membrane bone) மாற்றப்படுகிறது. படல எலும்புகள் படலம் படலமாக அமைவதால், குருத்தெலும்பினை விட உறுதி மிக்கது என்பது தெளிவு.

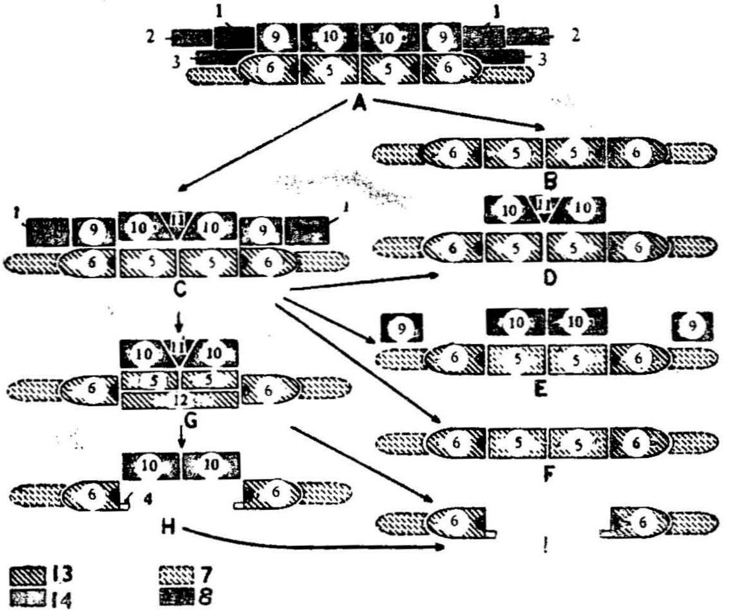
எலும்பு உருவாக்கம் (bone construction) மிகவும் வியப்பினைத் தருவதாம். அது மிகவும் ஆழ்ந்து ஆய்வதற்குரியது, எலும்பு உருவாக்கத்தின்போது அதன் அழுத்தம் தாங்கு திறன் கருத்திற் கொண்டே உருவாக்கப்படுகிறது. மிகுதியான ஒரு முக அழுத்தம் தாங்கும் திறனை விட மூன்றில் ஒரு பங்கு அதிகமான அழுத்தம் தாங்கும் திறனுடையதாகத்தான் எலும்புகள் உருவாக்கப்படு கின்றன. காட்டாக மனிதனுடைய ஃபிமர் எலும்பு 1650 பவுண்டு எடை அழுத்தத்தில் முறிவுறும். ஆனால் ஃபிமர் எலும் போடு இணைக்கப்பட்டுள்ள தசைகள் மிகுதியான சுருக்கத்தினால் 1250 பவுண்டு அழுத்தத்தினைத் தான் உருவாக்க முடியும். ஆகவே ஃபிமர் 400 பவுண்டு மிகுதியான அழுத்தத்தினைத் தாங்க முடியும் என்பதாகிறது. இயல்பாக ஒரு வகைத் தசைகள்தான் ஒரு நேரத்தில் சுருங்குதல் முடியும். ஆனால் திகிலுற்ற நிலையில் இரு வகைத் தசைகளும் சுருக்கமுறுவதால் ஃபிமர் எலும்பு முறிவுறு கின்றது. இதனை மேலும் கீழ்க்கண்டவாறு தெளிவாக்கலாம். வரும் அபாயத்தினை முற்றும் உணராதவர்கள் பெரும்பாலும் எவ் வித எலும்பு முறிவுமின்றி தப்புவதைக் காணலாம். ஆனால் ஒரு மிகுந்த திகிலடையும், இரு மாறுபட்ட செயல்களைப் புரியும் தசைகள் ஒரே நேரத்தில் சுருக்கமுற்று மிகுதியான அழுத்தத்தினை உருவாக்கி எலும்பு முறிவினை உண்டாக்குகிறது. கார் விபத்துக் களில் ஏற்படும் எலும்பு முறிவு இவ்வகையினைச் சார்ந்ததே.

வளையங்கள் (Girdles)

மார்பு வளையம் (pectoral girdle)

முதல் தோன்றிய எளிய அமைப்பினையுடைய மீன்களில் 7 இணை எலும்புகள், மொத்தத்தில் 14 எலும்புகள் மார்பு வளையத்தி லுள்ளன. இவற்றில் நான்கு எலும்புகளே குருத்தெலும்பி னின்றும் தோன்றிய எலும்புகளாம். அவை இரண்டு கோர காய்டுகள், இரண்டு ஸ்காப்புல எலும்புகள் என்பனவாம். இவை தான் அகச் சட்டகத்தினைச் சார்ந்தவை. இந் நான்கு எலும்புகளே

முதனிலே மார்பு வளையத்தை உருவாக்குவன. மார்பு வளையத் தோடு இணைந்துள்ள மற்ற எலும்புகள் வயிற்றுப் பக்கத்தின் மத்தியினின்றும் மண்டையோட்டினை நோக்கிக் கீழ்க்கண்ட வரிசை யிலமைந்துள்ளன. கிளாவிக்கிள் (clavicle), கிளைத்திரா (cleithra),



படம் 9-17-171

மார்பு வளையத்தின் பரிணுமப்படி நிலைகள்:

A-எலும்பு மீன்; **B**-காண்ட்ரிக்தியன்மீன்கள்; **C**-தொல்லுயிர் இரு வாழ்விகளும் ஊர்வனவும்; **D**-பறவைகளும் இன்று வாழும் ஊர்வனவும்; **E**-அன்யூரன்கள்; **F**-இன்று வாழும் இரு வாழ்விகள்; **G**-சிறப்படையாப் பாலூட்டிகளும், பாலூட்டிகள் போன்ற ஊர்வனவும்; **H**-பெரும் பான்மையான யூத்திரியா பாலூட்டிகள்; **I**-சிறப்புற்ற பாலூட்டிகள்.

1. சுப்ரா கிளைத்ரம்; 2. பின்டெம்ஃபோரல்; 3. பின் கிளைத்ரம்; 4. கோரக்காய்டு பின் நீட்சி; 5. கோரக்காய்டு; 6. ஸ்காப்புலா; 7. குருத்தெலும்பு; 8. கிளிநொய்டு குழி; 9. கிளைத்தரம்; 10 கிளாவிக்கிள்; 11. இடைகிளாவிக்கிள் 12. பின் கோரக்காய்டு; 13. குருத்தெலும்பினின்றும் உருவான எலும்புகள்; 14. அடித்தோல் எலும்புகள்.

கிளைத்திர மேல் எலும்பு (Supracleitbra), கிளைத்திர பின் எலும்பு (post cleithra), டெம்போரல் பின்எலும்பு (post temporal) என்பனவாம். இவையனைத்தும் அடித்தோலினின்றும் உருவாகியன. இவை அடித்தோல் எலும்பு வளையம் எனப்படும். இதனைப் பற்றி முன்பே அறிந்தோம்,

முதல் தோன்றிய எளிய அமைப்பினையுடைய இரு வாழ்வி களில் டெம்போரல் பின் எலும்பும் (post temporal) கிளைத்திர பின் எலும்பும் (post cleithrum) மறைந்து தனித்த வயிற்றின் மத்தியப் பகுதியிலமைந்துள்ள கிளாவிக்கிள் இடை எலும்பு (interclavicle) என்ற அடித்தோலினின்றும் (dermal bone) உருவாகியது. மார்பு வளையத்துடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. முதிரா நிலைக்குரிய (primitive) ஊர்வனவற்றிலும், இரு வாழ்விகளிலும் கிளைத்திரமும் கிளைத்திர மேல் எலும்பும் (Supracleithrum) இருக்கின்றன- மார்பு வளையத்தினின்றும் எல்லா அடித்தோல் எலும்புகளும் நீங்கிய நிலை சலமாண்டர்களில் (Salamanders) காணப்படுகின்றன. பாம்புகளிலும், சிசிலியன்களிலும் (caecilians) மார்பு வளையமே அற்ற நிலையிலுள்ளது. பெரும்பான்மையான ஊர்வனவற்றில் கிளாவிக்கிளும் (clavicle) கிளாவிக்கிள் இடை எலும்பு (inter clavicle) அமைந்தும் இவ்விரண்டு எலும்புகளும் ஒன்றிணைந்து ஃபர்க்லா (furcula) எலும்பாகக் காணப்படுகிறது. முதிரா நிலைக்குரிய சில பாலூட்டிகளிலும் (mammals) (காட்டாக மானோடிரீம்கள். (Monotremes) கிளாவிக்கிள் இடை எலும்பு (interclavicle) காணப் படுகிறது. பெரும்பான்மையான பாலூட்டிகளில் கிளாவிக்கிள் எலும்புதான் காணப்படுகிறது.

நாற்கால் விலங்குகளில் மார்பு வளையம் ஓரிணை ஸ்காப்புலோ கோரக்காய்டு குருத்தெலும்பினால் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. முதிரா அமைப்பினையுடையவற்றில் இரண்டு ஸ்காப்புலோ கோரக்காய்டு எலும்புகளும், வயிற்றின் மத்தியப்பகுதியில் இணைந்தும் ஏனைய வற்றில் இவை ஒன்றன்மேல் ஒன்றாக அமைந்தோ அல்லது தனித்து அமைந்தோ காணப்படுகிறது. ஸ்காப்புலோ கோரக் காய்டு குருத்தெலும்பில் ஸ்காப்புலார் குருத்தெலும்பு (Scapular cartilage) உள்ளது. இதன் விளிம்பினை ஒட்டி ஸ்காப்புல மேற் குருத்தெலும்பு (suprascapula) என்பது உள்ளது. இது முதுகெலும் புக்கருகே அமைந்த நிலையினையுடையது. ஆனால் முதுகெலும்புடன் ஒட்டிய நிலையினை அற்றது. ஸ்காப்புலர் குருத்தெலும்பு, விலா எலும்புகள், குறுக்கு நீட்சிகள் (transverse process), அவற்றின் தசைகள் ஆகியவற்றிற்குப் புறத்தே அமைந்துள்ளது. ஹியூமரஸ் எலும்பின் தலை பொருந்து குழியான கிளினாய்டு பொருந்து பரப் போடு, ஸ்காப்புலர் குருத்தெலும்பு முடிவுறுவதாகக் கருதப்படு கிறது. கிளினாய்டு பொருந்து பரப்பினின்றும் (glenoid fossa) மத்தியப் பகுதியினை நோக்கி வயிற்றுப் பக்கத்தில் கோரக்காய்டு (corocoid) எலும்பு நீண்டுள்ளது. இப் பகுதியில் பெரும்பாலும் மற்றுமொரு குருத்தெலும்பு, கோரக்காய்டு முன் எலும்பு (precoro-coid) என்பதும் காணப்படும்.

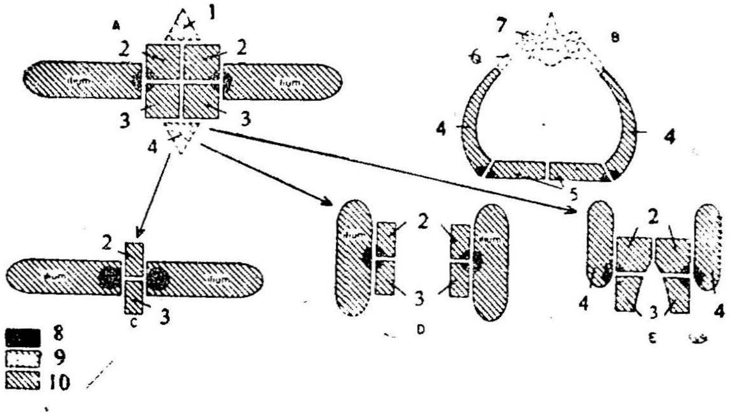
முதிர்ந்த இருவாழ்விகளிலும், ஊர்வனவற்றிலும் மார்பு வளையத்தின் பெரும்பகுதி எலும்பாக்கம் அடையாமலே உள்ளது. சலமாண்டர்களில் (Salamander) ஸ்காப்புலர் பகுதி மட்டும் எலும்பாக்கம் பெற்றுள்ளது. மற்ற ஊர்வனவற்றில் கோரக்காய்டு, ஸ்காப்புலர் என்ற இரு பகுதிகளுமே எலும்பாக்க முற்றுள்ளன. ஒரு சில ஊர்வனவற்றில் ஸ்காப்புலா மேல் குருத் தெலும்பும் எலும்பாக்கமடைந்துள்ளது. பறவைகளில் கோரக் காய்டு, ஸ்காப்புலா என்ற இரண்டு மட்டுமே உள்ளன. பாலூட்டி களின் முன்னோரான ஊர்வனவற்றில் கோரக்காய்டு மட்டுமின்றிக் கோரக்காய்டு பின்எலும்பு (post corocoid) என்ற மற்றொன்றும் கோரக்காய்டு குருத்தெலும்பின் பின் பகுதியில் எலும்பாக்கம் அடைந்து காணப்படுகிறது. மேற்கூறப்பட்ட ஊர்வனவற்றில் கோரக்காய்டு எலும்பின் முக்கியத்துவம் படிப்படியாகக் குறைந்து அமையும் நிலையில் கோரக்காய்டு பின் எலும்பு (post corocoid) முக்கியத்துவம் அடைகிறது. பாலூட்டிகள் நிலையில் கோரக்காய்டு பின் எலும்பு முக்கியத்துவம் பெற்ற நிலையிலுள்ளது. முதிரா அமைப்பு உடைய (primitive) பாலூட்டிகளில் கோரக்காய்டு பின் எலும்பு தனித்து அமைந்தும், மற்றப் பெரும்பான்மையான பாலூட்டிகளில் ஸ்காப்புலாவின் நீட்சியாகவும் காணப்படுகிறது. இது பெரும்பாலும் கோரக்காய்டு நீட்சி என்றே பெயர் பெறு கிறது. இது முற்றும் தவறுடையதாம். ஏனெனில் பாலூட்டி களில்லாத முதுகெலும்பிகளின் கோரக்காய்டு எலும்பு, கோரக் காய்டு பின் எலும்புடனோ அல்லது கோரக்காய்டு பின் எலும்பு நீட்சியுடனோ உறுப்பொத்ததன்று. பாலூட்டிகளுக்கு முன் னமைந்துள்ள கோரக்காய்டு எல்லா முதுகெலும்புகளிலும் உறுப் பொத்ததே.

இடுப்பு வளையம் (Pelvic girdle)

இடுப்பு வளையம் மார்பு வளையத்தினை விட எளிய அமைப்பினை யுடையது. இதில் அடித்தோல் எலும்புகளே (dermal bones) இல்லை. பியூபோஇஷியம் (puboischium) என்ற பிளவுரு எலும்பு பக்கத்திற்கொன்றாகப் பெரும்பான்மையான மீன்களில் அமைந்து இடுப்பு வளையமாகச் செயல்படுகிறது. பொதுவாக பியூபோ இஷியங்கள் ஒன்றோடொன்று வயிற்றுப்பக்கத்தில் தொடும் நிலையில் கூட அமைவதில்லை. காண்ட்ரிக்தியன்களில் (chondrich-thyan) மட்டும் இதற்கு மாறான நிலை காணப்படுகிறது. இவ்வகை மீன்கள் முற்றும் குருத்தெலும்பினால் ஆக்கப்பட்டுள்ளமையால் அவற்றின் உறுதி குறைவு என்ற அடிப்படையில் இடுப்பு வளை

யத்தின் இரு பாதிப் பகுதிகளும் வயிற்றுப் பக்கத்தில் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைந்தமைந்துள்ளன.

நாற்கால் விலங்குகளின் இடுப்பு வளையத்தில் மூன்று இணை எலும்புகள், கரு குருத்தெலும்புகளிலேயே எலும்பாக்கம் அடைவதாகக் கருதப்படுகிறது. இவை பியூபிஸ் (pubis), இஷியம் (ischium), இலியம் (ilium) என்பனவாம். ஒரு சில இருவாழ்விகளில் வளையத்தின் பெரும்பகுதி எலும்பாக்கம் அடைவதில்லை. மற்றும் சில எலும்பாக்க பகுதிகள் (ossification centres) உருவாவதே இல்லை. காட்டாக இன்று வாழும் சலமாண்டர்களில் பியூபிஸ் (pubis) எலும்பேயற்ற நிலையும் இஷியம் குன்றிய வளர்ச்சியினையும் உடைய



படம் 9-18-172

நாற்கால் விலங்குகளில் இடுப்பு வளையத்தின் பரிணாமப் படி நிலைகள்

A-சிறப்படையா நிலையின் வயிற்றுப் பக்கத் தோற்றம் 6 எலும்பு நன்கு வளர்ச்சியுற்ற நிலையிலும், மற்ற இரண்டு சில உயிரிகளில் காணப்படுகிறது அல்லது மறைந்து விடுகிறது.

1. எபிபியூபிஸ்; 2. பியூபிஸ்; 3. இஷியம்; 4. ஹைப்போ இஷியம்.

B-Aயின் வெட்டுத் தோற்றம்-முதுகெலும்புடன் இடுப்பு வளையத்திற்கு உள்ள தொடர்பினைக் காட்டுகிறது.

4. இலியம்; 5. பியூமஸ்-இஷியர்; 6. திரிக விலா எலும்பு; 7. திரிக முள்ளெலும்பு. **C**-இரு வாழ்விகள்-அன்யூரன்கள்-இஷிய, பியூபிஸ் எலும்புகள் குறைவுற்றுள்ளன; 2. பியூபிஸ்; 3. இஷியம் (வயிற்றுப் பக்கத் தோற்றம்) **D**-பறவை வயிற்றுப் பக்கத்தோற்றம் பியூபிஸ், இஷியம்-குறைவுற்றுள்ளன. பியூபோஇஷிய ஒன்றிணைப்பு மறைந்துள்ளது. **E**-சிறப்புற்ற பாலூட்டி (இன்செக்டிவோர்கள்) வயிற்றுப் பக்கத் தோற்றம். இஷிய ஒன்றிணைப்பு மறைந்துள்ளது. 8. அசெட்டாபுலர் குழி; 9. குருத்தெலும்பினின்றும் தோன்றும் எலும்புகள் (அங்கு மிங்கும் தோன்றுவன) 10. குருத்தெலும்பினின்றும் தோன்றும் எலும்புகள் (ஒழுங்குடன் தோன்றுவன).

தாகவுள்ளது. தவளைகளில் பியூபிஸ், இஷியம் என்ற இரண்டு எலும்புகளும் பறவைகளில் பியூபிஸ் என்ற எலும்பு மட்டும் எச்ச நிலையினதாகவுள்ளது. பறவைகளைத் தவிர்த்து, இடுப்பு வளைய முடைய ஏனைய நாற்கால் விலங்குகளில் இரண்டு பக்க பியூபிஸ், இஷிய எலும்புகள் வயிற்றுப் பக்கத்தின் மத்தியில் ஒன்றி, எலும்பு ஒன்றியத்தினை (symphsis) உருவாக்குகிறது. பறவைகளின் முட்டைகள் பெரியனவாதலின், அவை வயிற்றின் பின் பகுதியில் உருவாவதற்கேற்ப இடுப்பு வளைய ஒன்றியம் அமையவில்லை. பாலூட்டிகள், தங்களின் பெரிய இன உயிரிகளை ஈனுவதற்கேற்ப இடுப்பு வளைய ஒன்றியத்தினை மிகவும் குறைந்ததாகவே பெற்றுள்ளன. மனிதனில் மட்டும் மிகக் குறுகிய பியூபிக் ஒன்றியம் (pubic symphysis) காணப்படுகிறது.

முதிரா அமைப்புடைய முதுகெலும்பிகளில் ஒற்றை இணையான எலும்புகள் அல்லது குருத்தெலும்பு வயிற்றுப் பக்கத்தில் வளையத்துடன் தொடர்புடையதாக உருவாவதுண்டு. இவை பியூபிக் எலும்பின் முன்னமைந்திடில் எபிபியூபிஸ் (Epipubis) என்றும் இஷிய எலும்புகளின் பின் விளிம்பில் அமையுமானல் ஹைப்போ இஷியம் (hypoischium) எனவும் பெயர் பெறும். நன்கு வளர்ச்சியுற்ற எபிபியூபிக் (Epipubic bone) எலும்பு ஒரு சில சலமாண்டர்களில் காணப்படுகிறது. இவ்வெலும்பு மேலும் கீழும் அசையும் தன்மையுடையது, இவ்வுயிரிகள் நீரில் மிதந்து வாழும்போது உடலின் கோணவமைப்பினை மாற்றுவதற்கு இவ்வெலும்பானது மேலும் கீழும் அசைக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு அசையும்போது உடலின் புவிஈர்ப்புத்தானம் மாறியமைந்து, உடல்மேல்நோக்கியோ அல்லது கீழ் நோக்கியோ அமைகிறது. ஒரு சில முதுகெலும்பிகளில் முன் குறிப்பிட்டது போன்று கலவியுறுப்புகளின் எலும்பு (baculum (or) penis bone) எபிபியூபிக் எலும்பினின்றும் தோன்றியதாகக் கருதுவர்.

நாற்கால் விலங்குகளின் மார்பு, இடுப்பு வளையங்களிடையேயுள்ள வேற்றுமை ஒற்றுமைகள் (Comparisons and contrasts in Tetrapod girdles).

நாற்கால் விலங்குகளின் மார்பு, இடுப்பு வளையங்கள் ஒன்றையொன்று கீழ்க்கண்ட பண்புகளில் ஒத்திருக்கின்றன: 1. மூன்று இணை எலும்புகளை, முதிரா அமைப்பில் பெற்றிருத்தல். 2. இம் மூன்றில் ஒரெலும்பு முதுகு பக்கமாகவும் இரண்டு வயிற்றுப் பக்கமாகவும் அமைந்துள்ள நிலை. 3. இணைப்புறுப்புகள் (முன், பின்) மூன்று முதனிலை எலும்புகளும் (primary bones) ஒன்று சேரு

மிடத்தில் தான் இணைக்கப்பட்டுள்ள அமைப்பு. 4 இரண்டு வளையங்களும் உடலினை முற்றும் சூழ்ந்து அமைதல். இடுப்பு வளையமும் மார்பு வளையமும் ஒன்றிலிருந்து மற்றது கீழ்க்கண்ட பண்புகளில் வேறுபாடுடையன.

1. அச்சுச் சட்டகத்தோடு தொடர்பு கொள்ளும் நிலையில். 2. அடித்தோல் எலும்புகள் ஒன்றில் உள்ளதாகவும் மற்றதில் அற்ற நிலையில். 3 உடலில் அமைந்துள்ள இடங்களைப் பொருத்தும். இவ் வேற்றுமைகளும் ஒற்றுமைகளும் முன்பே விளக்கப்பட்டுள்ளன.

வளையம் இணைப்புறுப்பின் இணைதல் (Limb girdle Articulation)

மார்பு வளையத்துடன் முன் இணைப்புறுப்பு இணையுமிடம் கிளினாய்டு பொருந்து பரப்பு அல்லது குழி (glenoid fossa) எனப் படும் இடுப்பு வளையத்துடன் பின் இணைப்புறுப்பு இணையுமிடம் அசெட்ட புலர் பொருந்து பரப்பு (acetabulum) அல்லது குழி எனப்படும். இடுப்பெலும்பின் மூன்று எலும்புகள் கூடுமிடத்தில் தான் பெரும்பாலும் அசெட்டாபுலம் அமையப் பெற்றிருக்கும். சில உயிரிகளில் உண்மை நிலையற்ற (spurious) அசெட்டாபுலர் எலும்பு என்பது இப் பகுதியில் உருவாவதும் உண்டு. இவ் வெலும்பு அசெட்டாபுலக் குழியின் உட்பரப்பிலமைந்திருக்கும்

முதனிலை மார்பு வளையத்திலுள்ள எலும்புகள் கூடுமிடத்தில் இடமாற்றமின்றி கிளினாய்டு பொருந்து பரப்பும் (glenoid fossa) அமைகிறது. பாலூட்டிகளுக்கு முன்னோர் ஆன ஊர்வனவற்றில் மூன்று முதனிலை எலும்புகள் கூடுமிடத்தில் அமைந்துள்ளது. இவ் வமைப்பு இடுப்பு வளையத்தில் அசெட்டாபுலம் உள்ள அமைப்பினை ஒத்ததாம். பறவைகளிலும். ஊர்வனவற்றிலும் கிளினாய்டு பொருந்து பரப்பு ஸ்காப்புலா (Scapula) கோரக்காய்டு (corocoid) எலும்புகள் ஒன்று கூடுமிடத்திலும், முதிரா அமைப்புடைய (primitive) பாலூட்டிகளில் கோரக்காய்டு பின் எலும்பும் (post corocoid) ஸ்காப்புலா எலும்பும் கூடுமிடத்திலும், யூத்திரிய பாலூட்டிகளில் (Eutheria) பாலூட்டிகளில் ஸ்காப்புலா எலும்பில் மட்டுமே அமைந்துள்ளது.

அச்சுச் சட்டக இணைப்புறுப்புச் சட்டக இணைப்பு (Axial appendicular Articulation)

அச்சுச் சட்டகத்துடன் இணைவதில் இரண்டு வளையங்களும் பெருத்த வேறுபாடுடையன. இடுப்பு வளையம் நன்கு வளர்ச்சி பெற்றுள்ள நாற்கால் விலங்குகளில் அவ்வளையம் அச்சுச்சட்டகத்தின்

முதுகெலும்பு திரிகப் பகுதியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இவ் வமைப்பினால் இணைப்புறுப்புகளின் அச்சுச் சட்டகமும் இணைந்து உடலின் முழு எடையினையும் தாங்கும் அமைப்பாகிறது. மார்பு வளையம் மாறாக முதுகெலும்போடு நேரடியாகத் தொடர்பு கொள் வதேயில்லை. ஆனால் கிளாவிக்கிள், கிளாவிக்கிள் இடை எலும்பு, (interclavicle) முதலியவற்றின் வழி மார்பெலும்புடன் (Sternum) தொடர்புடையது மார்பு வளையம். கிளாவிக்கிள் எலும்பற்ற பாலூட்டிகளில் (அங்குலேட்டுகள்-ungulates) இந்தத் தொடர்பு கூட அச்சுச் சட்டகத்தோடு இல்லை. இவ் விருவளையங்களுக்கிடை யேயுள்ள அச்சுச் சட்டகத் தொடர்பிலுள்ள வேறுபாட்டினைக் கீழ்க்கண்டவாறு விளக்கலாம். நாற்கால் விலங்குகளின் ஒவ்வொரு வகுப்பிலும் செயலானது (function) பகிர்ந்தளிக்கப்படுவதாகப் பரிணாமப் போக்கு அமைகிறது. இவ் வமைப்பில் பின் இணைப் புறுப்பும் (appendage) அதனோடு இணைந்துள்ள இடுப்பு வளையமும் உடலின் எடை முழுவதினையும் தாங்கும் நிலையினை அடையவும் மார்பு வளையமும் அதனோடு இணைந்துள்ள முன் இணைப்புறுப்புக் களும் கைச் செயல் திறனுடையதாக அமையவும் பரிணாமம்செயல் பட்டதாகக் கூறுவர். முன் இணைப்புறுப்பினை விடப் பின் இணைப் புறுப்பு சக்தி மிகுந்ததுஎன்பது தெளிவு.இவ்வாறான நிலையிலிருந்தும் பல இரு கால் விலங்குகள் தோன்றாமை புரியாத புதிரே. ஒரு சில பல்லிகளும், பாலூட்டிகளில் சிலவும் இரு கால் இயக்கத்தினைக் குறுகிய காலத்திற்கே மேற்கொள்ளும் தன்மையனவாய் உள்ளன. பறவைகளும் ஒரு சில பிரைமேட்டுகள் (primates) மட்டும் இருகால் இடப்பெயர்ச்சியினை முறையாக உடையன.இரு கால் இடப்பெயர்ச் சிக்கு நிமிர்ந்த உடலமைப்பு (erect posture) இன்றியமையாத தாகும். இவ் வமைப்பினை அடைய பல தகவமைப்புகள் தேவை யாம். இவ்வமைப்பு பல விலங்குகளில் உருவாகாமையால்தான் இருகால் இடப்பெயர்ச்சியுடைய விலங்குகள் எண்ணிக்கையில் பலவாகப் பரிணமிக்கவில்லை எனக் கருதலாம்.

அடித்தோல் எலும்புகளின் வேறுபாட்டு அமைப்பு உட்பொருள் (Significance of difference in dermal bones)

அடித்தோல் எலும்புகளைத் தவிர்த்து அமைப்பு ஒற்றுமை மார்பு வளையம், இடுப்பு வளையம் இவைகளுக்கு இடையே மட்டு மின்றி முன் இணைப்புறுப்பு, பின் இணைப்புறுப்பு இவைகளுக்கு இடையேயும் சிறப்பாக அமைந்துள்ளது. இத்துணை ஒத்த அமைப்பு இருந்தபோதும், அடித்தோல் எலும்புகள் மார்பு வளையத்தில் மட்டும் அமைந்து இடுப்பு வளையத்தில் அமையாதது

அறிதற்குரியதொன்றே. மீன்களில் இடுப்புத் துடுப்புகள் (pelvic fins) உருவத்தால் சிறுத்து வலுவற்றனவாகவும், மார்புத் துடுப்புகள் உருவாவதால் பெருத்து வலுவுடையனவாகவும் இருந்திருக்கும். வலுவுடைய மார்பு துடுப்பினை உறுதியான அமைப்பில் புதையுறச் செய்ய வேண்டிய தேவை ஏற்பட்டிருக்கும். இவ்வாறு வேறுபட்ட திறனுடன் துடுப்புகள் (fins) உருவாகும் நிலையில் அகச் சட்டகத்தின் தாங்கு குறைந்த அளவினதாக யிருந்திருக்கக் கூடும். ஆனால் அடித்தோல் எலும்புக் காப்புறை நன்கு வளர்ச்சியுற்றிருந்திருக்கும். ஆகவே இவ்வமைப்பில் எளிதாக வலுவுடன் அமைந்திருந்த அடித்தோல் எலும்புகள் மார்பு வளையத்தை உறுதியுடன் புதைத்து அமைப்பதற்காக அதனுடன் இணைப்புற்றிருக்கும். இடுப்புத் துடுப்பு அகச் சட்டகம் அளித்த தாங்கு திறனைவிட மிகுதியான தாங்கு திறன் தேவையற்றதாக அமைந்ததால் அடித்தோல் எலும்புகள் அதனுடன் இணைக்கப்படவில்லை.

நாற்கால் விலங்குகளில், மீனின் அமைப்பினின்றும் முற்றும் இவ் வமைப்பு மாற்றமுற்றுள்ளது. இவற்றில் இடுப்பு வளையமே உடலின் எடையினை மார்பு வளையத்தினைவிடத் தாங்குவதாகவுள்ளது. இந் நிலையில் அடித்தோல் எலும்புகள் மறையும் நிலையில் இருந்தமையால் இடுப்பு வளையம், உறுதியான புதையுற வேண்டியமைப்பு தேவைப்பட்டும். அடித்தோல் எலும்புகள் இடுப்பு வளையத்துடன் இணைக்கப்படவில்லை. ஆகவே நாற்கால் விலங்குகளில் அச்சுச்சட்டகத்துடன், இடுப்பு வளையம் அகச் சட்டகப்பகுதிகளின் மிகு வளர்ச்சியினால் மட்டும் இணைப்புடையதாகி வலுப்பெற்றது எனலாம்.

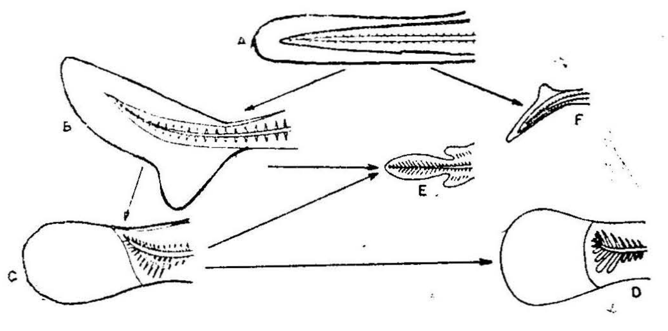
மேலும் மார்பு வளையப் பகுதியில், மீன்களில் தேவைப்பட்ட அளவு உறுதியும், வலுவும் தேவையற்றதாக, அடித்தோல் எலும்புகள் மறைந்தன. மேலும் முன் இணைப்புறுப்புகளில் வளைதல் வாழ்வதற்குரியதாகியது. முன் இணைப்புறுப்புகளில் வளைதல் தருவதற்காகவும் தேவையற்றனவாகையால் அடித்தோல் எலும்புகள் மறைந்தன. நமக்குத் தெரிந்த அளவில் முதன் முதலில் தோன்றிய நாற்கால் விலங்குகளிலேயே மார்பு வளையத்தின் மண்டையோடு தொடர்பு அற்றுப் போயிற்று. மேலும் நாற்கால் விலங்குகளின் பரிணமைப் போக்கில், அடித்தோல் எலும்புகளின் எண்ணிக்கையைக் குறைப்பதே முறையாக அமைந்துள்ளது. வாழும் முதுகெலும்பிகளில் (சாலமாண்டர்கள், சில பாலூட்டிகள்) முதனிலை வளைய எலும்புகளைப் பெருமளவில் இழக்காத நிலையில் அடித்தோல் எலும்புகள் அனைத்தும் மறைந்துள்ளன.

பரிணாமப் போக்கு (Evolutiouary trends)

மீன்களில் பொதுவாக மார்பு வளையமும் இணைப்புறுப்பும் முக்கியத்துவம் அடைந்தும் இடுப்பு வளையமும் இணைப்புறுப்பும் குன்றிய வளர்ச்சியும், அச்சுச் சட்டகத்தோடு உறுதியான இணைப்பும் அற்றதாகக் காணப்படுகிறது. ஏனெனில் மீன்களில், மார்பு துடுப்பு முக்கிய இடப்பெயர்ச்சி உறுப்புகளாக நீரில் செயல் பட்டமையால், நாற்கால் விலங்குகளில் மாறுன நிலை காணப்படு கிறது. இவற்றில் இடப் பெயர்ச்சிக்கு இடுப்பு வளையமும், இணைப் புறுப்புகளும் முக்கியமானவைகளாக அமைவதால், பரிணாமப் போக்கு மாற்றமுற்றுள்ளது எனலாம். இதனல் மார்பு வளையம், இணைப்புறுப்புகள் சிறியனவாகவும், அச்சுச் சட்டகத்தோடு நெருங்கி உறுதியான தொடர்பற்றதாகவும், இடுப்பு வளையமும் பின் இணைப்புறுப்புகளும் உருவத்தால் பெரியனவாகவும் சட்டகத் தோடு உறுதியான தொடர்புடையதாகவும் அமைந்துள்ளன.

இணையாக அமையாத இணைப்புறுப்புகள் (Unpaired appendges)

மீன்களில் காணப்படும் மத்தியத் துடுப்புகளே (median) இணை யாக உடலின் முழு நீளத்திற்கும் முதுகு பக்கத்தின் வால் வரையிலும் வயிற்றுப் பக்கத்தில் மலப்புழை வரை நீண்டுள்ள சிறப்படையா முதுகு பக்கத் துடுப்பினின்றும் உருவானவைகளாம். இம் முதுகுபக்க துடுப்பினின்றும் ஒன்று அல்லது இரண்டு முதுகு பக்கத் துடுப்புகளும் வால் துடுப்பும் (caudal fin) மலப்புழைத்



படம் 9-19-173

வால் துடுப்பு வகைகளில் பரிணாமம்

A-ஆதலமை வால் துடுப்பு; B-மாற்றமை வால் துடுப்பு; C-ஹாலாஸ்டியன் களில் காணப்படும் குன்றிய மாற்றமை வால் துடுப்பு; D-ஒப்பமை வால் துடுப்பு; E-இரு மடிப்பமை வால் துடுப்பு; F-திருப்பலுற்ற மாற்றமை வால் துடுப்பு.

துடுப்பும் (anal fin) உருவாகியுள்ளன. வட்ட வாயுடையவைகளில் வால் துடுப்பு மட்டுமேயுள்ளன. மற்றவைகளில் இத்துடுப்புகளில் பல உட்பிளவுகளையுடையனவாதலும் உண்டு ஆனால் அவைகள் பலவகையான முட்கள் ஆர இழைகள் (rays) ஆகியவற்றில், உறுதி யாக்கம் அடைவதுமுண்டு. இவை அடித்தோலினின்றே (dermal) நியூரல், ஹீமல் முட்களினின்றே உருவாகும்.

வாலின் வகைகள் (Tail types)

மீன்களின் வாலின் அமைப்பு அவைகளை வகைபாடு செய்யப் பயன்படும் ஒரு பண்பாம். நாற்கால் விலங்குகளில் அது பயனற்ற தாம். ஆனால் வாலின் அளவு, செயல், நீளம் என்பன நாற்கால் விலங்குகளில் மிகுதியான வேறுபாடுடையன. ஒரு சில வகைகளில் இது முற்றும் மறைந்த அல்லது எச்ச நிலையில் காணப்படுகிறது. இந் நிலை சிசிலியன்களிலும், அன்யூரன்களிலும் பறவைகளிலும் உள்ளது.

மீன்களில் எப்போதும் வால் உள்ளது. அதன் மீது துடுப்பும் காணப்படும். இத்துடுப்பு வாலின் முதுகு பக்கத்திலோ, வயிற்றுப் பக்கத்திலோ அல்லது இரு புறங்களிலுமோ அமைந்திருக்கும். சமச் சீரமைப்பில் வேறுபாடுடைய பல வால்கள் இருப்பதாகக் கண் டுள்ளனர். அவற்றில் முக்கியமானவைகளாக ஆறு வகைகள் உள்ளன. இவற்றில் மிகவும் சிறப்படையாதது முதலமை வால் துடுப்பு (protacercal fin) எனப்படும். இவ்வகையான வால் துடுப்பு மூதல் முதுகுதண்டுடையவைகளில் தான் காணப்படுகிறது. இவ் வமைப்பில் உடலின் அச்சு பின் நோக்கி நேராக நீண்டுள்ளது. இதன் இரு பக்கங்களிலும் சமமாகத் துடுப்பு அமைந்துள்ளது.

சிறப்படையா மீன்கள் அனைத்தும் (ஆஸ்ட்ரக்கோடெர்ம்கள், பிளாக்கோடெர்ம்கள், கிராசாப்டெரிஜியன்கள், காண்டிராஸ் டியன்கள்) சமச் சீரற்ற வால் துடுப்பினையே பெற்றிருந்தன. இவ் வமைப்பில் முதுகுபக்கக் கதுப்பு வயிற்றுப் பக்க கதுப்பினைவிட நீண்டதாகவும் மேல் நோக்கி வளைந்து முதுகெலும்பினை உடைய தாகவும் காணப்படும். இதனை மாற்றமை வால் துடுப்பு (heterocercal) என்பர். சிறப்புற்ற வகையாகிய காண்டிரிக்தியஸில் (chondrichthyes) கூட இவ் வகை வால் துடுப்பே காணப்படுகிறது. மற்றச் சிறப்புற்ற மீன்களில் பல வழிகளில் மாற்றமுற்ற வால் துடுப்புகளமைந்துள்ளன.

பெரும்பான்மையான எலும்பு மீன்களில் ஒப்பமை வால் துடுப்புள்ளது (homocercal). இதில் துடுப்பின் சதைப்பகுதி

(fleshy part) அகன்று,மழுங்கிய நிலையிலும், துடுப்புப்பகுதி இதனைச் சூழ்ந்து, இருபக்கங்களிலும் ஒத்த அமைப்பினை உடையதாக இருக்கும்.

ஒப்பமை வால் துடுப்புகளில் சமச்சீரற்ற வால் முள்ளெலும்பு அமைப்புத் தெளிவாக அறிவுறுத்துவது என்னவெனில், இவ் வமைப்பு மாற்றமை வால் துடுப்பினின்றே(heterocercal caudal fin) உருவாகியிருக்கக் கூடும் என்பதே. இவ் விரு வகைக்கும் (ஒப்பமை, மாற்றமை) இடைப்பட்ட வகை வால்துடுப்பு சிறப்படையாமல் வாழும் ஒரு வகை மீன்களில் (ஹாலாஸ் டீ) உள்ளது. இதனை மாற்றமை சுருக்க வால் துடுப்பு (abbreviated heterocercal fin) எனலாம். புறத்தோற்றத்தில் மாற்றமை சுருக்க வால் துடுப்பும், ஒப்பமை வால் துடுப்பும், ஒரே அமைப்பினதாகக் காட்சி தரும். படத்தில் வேறுபாடு காண்க.

அரிதாகக் காணக்கூடிய மற்ற இருவகைகள் உண்டு. அவை இரு மடிப்பமை வால் துடுப்பு (Diphyceral caudal fin) மாற்றமை எதிர் வால் துடுப்பு (reversed heteroceral caudcal fin). பின்னதில், மாற்றமை வால் துடுப்புக்கு நேர்மாறான அமைப்புக் காணப்படும். வால் முதுகெலும்புப் பகுதி, வயிற்றுப் பக்கமாக வளைந்திருக்கும். இவ் வகை ஆஸ்டிரக்கோடெர்ம்களில்தான் உள்ளது. முதலமை வால் துடுப்பினின்றும், புறத்தோற்றத்தில் வேறுபாடற்றது இரு மடிப்பமை வால் துடுப்பு (diphycercal caudal fin). ஆனால் இது குலத் தோற்றத்தில் (phylogeny) மாற்றமை வால் துடுப்பினின்றும் உருவானது. இவ் வகை வால் துடுப்பு சிறப்புற்ற கிராசாப் டெரிஜீயன்கள், வட்ட வாயுடையவைகள், பாலிப்டீரஸ் என்பன வற்றில் உள்ளது. நாற்கால் விலங்குகளின் வால், இரு மடிப்பமை வால் துடுப்பினின்றே உருவானது.

10. சட்டக மண்டலம்-V
(Skeletal System)
மண்டையோடு
(Skull)

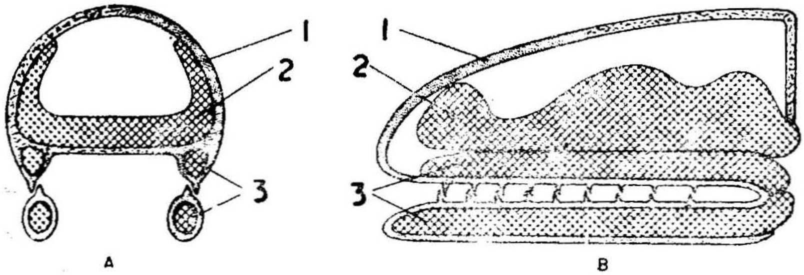
அடிப்படைப் பகுதிகள் (Basic Components)

மூளைப்பெட்டகம் அல்லது மண்டையோடு முதன்முதலில் மூளையினைத் தாங்குவதாகவும், பாதுகாப்பதாகவுமே உருப் பெற்றது. இந்த அமைப்பு, முதுகெலும்பிகளின் முன்னோர் களாகிய முதன்முதலில் தோன்றிய முதுகுதண்டுடையவைகளில் தெளிவாகத் தெரிகின்றது. கருவியல் (Embryology), அறுவை யியல் (Anatomy) வழி இவ் வுண்மை தெளிவாகிறது. இதனை நியூரோகிரேனியம் அல்லது மூளைப்பெட்டகம் (Braincase (or) Neurocranium) என்பர். முகர்தல் (olfaction) பார்த்தல், (optic), கேட்டல் (Audition)என்ற உணர்வு நிலைகளின் உணர்ச்சி உறுப்பு களின் பெட்டகங்களும் (capsule) மூளைப்பெட்டகத்தோடு இணைந்தன. ஆகவே மண்டையோடு மேலும் ஒரு பணியாகிய உணர்ச்சிப் பெட்டகங்களிலுள்ள உறுப்புகளைப் பாதுகாத்தல் என்பதனையும் ஏற்றுக் கொண்டது.

மூளைப்பெட்டகத்திற்கு மேலும் உறுதியளிப்பதாகவும் பாதுகாப்பதாகவும், உணவு சேகரித்தலில் பயனுடையதுமான மூன்றாவது பகுதியாகிய அடித்தோலினின்றும் உருவாகிய மண்டை எலும்புகள் மூளைப் பெட்டகத்தோடு இணைக்கப்பட்டன. உள்ளுறுப்புச் சட்டகத்தினின்றும் (Visceral Skeleton) தோன்றிய ஸ்பிளாங்க்னோகிரேனியம் (Splanchnocranium) நான்காவது பகுதியாக மூளைப்பெட்டகம் அல்லது மண்டையோட்டோடு இணைக்கப்பட்டது. நான்காவதாக இணைக்கப்பட்ட இப் பகுதி பல பணிகளைப் புரிவதாக உள்ளது. இப் பகுதி கருநிலையில் தாடை எலும்புக்கு அடிப்படையானதாகவும், தாடைகளைத் தொங்குவிக்கும் எலும்புகளாகவும், செவியில் துணையுறுப்பாகவும்,

மூளைப் பெட்டகத்திற்கு மேலும் பாதுகாப்பு அளிப்பதாகவும் செயல் புரிகின்றது.

நான்கு பகுதிகளையுடைய மண்டையோட்டில் அடித்தோல் மண்டையோடு (dermocranium) மட்டுமே இரண்டாம் நிலை (Secondary) அகச் சட்டகத்தினைச் சாரும். ஏனையவை அனைத்தும்



படம் 10-1-174

அடித்தோல் மண்டையோடு, நியூரோகிரேனியம், ஸ்பிளாங்க்னோகிரேனியம் என்பவற்றிற்கிடையே உள்ள தொடர்பினை விளக்கும் படம்

A—குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்; **B**—பக்கவெட்டுத் தோற்றம்

1. அடித்தோல் மண்டையோடு; 2. நியூரோ கிரேனியம்; 3. ஸ்பிளாங்க்னோ கிரேனியம்.

முதனிலை அகச்சட்டகத்தினைச் (primary endoskeleton) சாரும். அடித்தோல் மண்டையோட்டு எலும்புகள் நேரடியாக எலும்புகளாகவே இடை நுழை திசுவினின்று உருவானவை. ஆனால், முதனிலை மண்டையோட்டு எலும்புகள் குருத்தெலும்பினின்றும் எலும்பாக்கம் அடைந்தே எலும்புகளாக மாற்றமடைகின்றன.

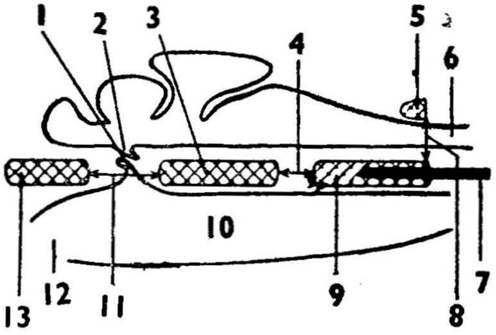
மூளைப்பெட்டகமும் உணர்ச்சிப் பெட்டகங்களும் (Neuro cranium and Secondary capsules)

அடிப்படை வளர்ச்சி (Basic development)

நியூரோகிரேனியத்தின் கருவளர்ச்சி அதன் குலத்தோற்றத்தினை (phylogeny) விளக்குவதாகவே உள்ளது. மூளைக்கு அடியிலும், முதுகுதண்டின் இருபக்கங்களிலும் அமையும் இரண்டு இணைக் குருத்தெலும்புகளினின்றே மூளைப்பெட்டகம் அல்லது நியூரோ கிரேனியம் உருப்பெறுகிறது. முதுகுதண்டின் முன்முனையின் இரு பக்கங்களிலுமுள்ளவை தண்டு பக்கச் சட்டகங்கள் (parachordal-

bars) என்றும் இவற்றிற்கு முன்னமைந்துள்ளவை தண்டுமுன்னமை சட்டகங்கள் (prechordal bars) எனவும் பெயர் பெறும். இவ்விரு வகைச் சட்டகங்களுக்குப் பக்கமாகவும் முன்பாகவும். மூன்று இணை உணர்ச்சிப் பெட்டகங்கள் (sensory capsules) அமைந்துள்ளன. இப் பெட்டகங்கள் முறையே முகர்தல் பெட்டகம், பார்த்தல் பெட்டகம், செவிப் பெட்டகம் என்பனவாம். எல்லா முதுகெலும்பி களிலும் மேற்கூறப்பட்ட இம் மூலகங்களின் பெருக்கத்தினாலும், வளர்ச்சியினாலும் அடித்தோல், மண்டையோடு உள்ளுறுப்பு மண்டையோட்டுப் பகுதிகளற்ற மண்டையோடு உருவாகிறது.

தண்டுபக்கச் சட்டகங்களும், தண்டு முன்னமை சட்டகங்களும் பெரும்பாலும் மூளைப்பெட்டகத்தின் அடித்தளமாகவும், ஓரளவு



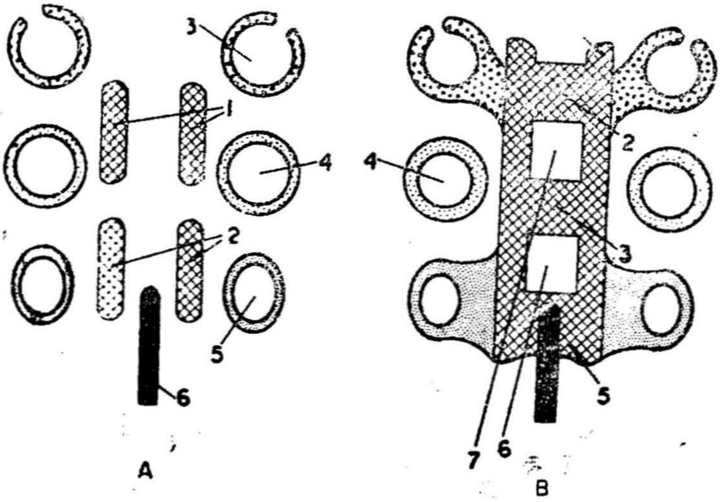
படம் 10-2-175

மூளை, நியூரோகிரேனியம், வாய்க் குழி இவைகளுக்கிடையேயுள்ள தொடர்பினை விளக்கும் படம்.

1. அடினோ ஹைப்போபைசிஸ்; 2. நியூரோ ஹைப்போபைசிஸ்; 3. தண்டு உச்சிக் குருத்தெலும்பு; 4. மண்டையோட்டு அடித் திறப்பு; 5. சைனோட்டிக் கூரை; 6. தண்டு வடம்; 7. முதுகுதண்டு; 8. பெருந் துணை; 9. அடித்தட்டு; 10. வாய்க்குழி; 11. ஹைப்போ பைசியல் புழை; 12. வாய்; 13. எத்மாய்டல் தட்டு.

பக்கச்சுவர்களாகவும் பெருக்கமுற்று விரிவடையும். பெரும்பான்மை யான முதுகெலும்பிகளில் மண்டையோட்டின் கூரைப் பகுதி (roof portion) அடித்தோல் எலும்புகளின்றே உருவாகும். ஆனால், கான்ட்டிரிக்திஸ் (chondrichthyes) என்ற மீன்களிலும், மற்றும் சில மீன்களிலும் மூளைப்பெட்டகத்தின் மூலகச் சட்டகங்களே கூரையின் பெரும்பான்மையான பகுதியினையும் உருவாக்குவனவாக வளர்ச்சி யுறுகின்றன.

எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும் மூளைப்பெட்டகத்தின் விரிவும் வளர்ச்சியும் அடிப்படையில் பெருமளவில் ஒத்தனவே. ஒவ்வொரு பக்கத்திலுமுள்ள தண்டுப் பக்கச் சட்டகமும் தண்டு முன்னமை



படம் 10-3-176

பிளாட்டிடிராபிக் (**platytrabic**) (**synonym of platy basic**) முறையில் நியூரோகிரேனியம் உருவாதலைப் படம் விளக்குகிறது.

A-கருவளர்ச்சியில் துவக்க நிலை - முதுகுபக்கத் தோற்றம்.

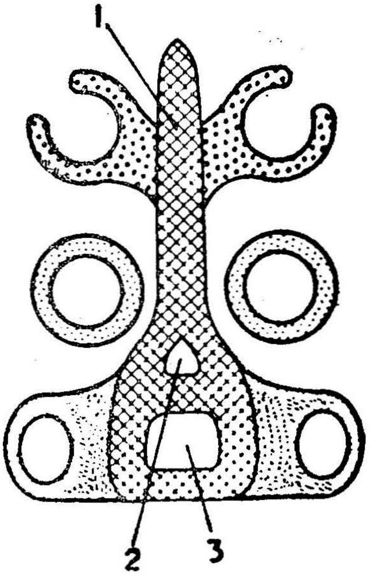
1. தண்டு முன்னமை சட்டங்கள்; 2. தண்டுப் பக்கச் சட்டங்கள்; 3. முகர்தல் பெட்டகம்; 4. விழிப் பெட்டகம்; 5. செவிப் பெட்டகம்; 6. முதுகு தண்டு.

B-பின் நிலையில் விழிப் பெட்டகத்தினைத் தவிர்த்து ஏனைய பெட்டகங்கள் இணைந்த நிலையினைப் படம் விளக்குகிறத.

1. டிராபக்குலர் நீட்சி; 2. எத்மாய்டல் தட்டு; 3. விழிப் பெட்டகம்; 5. அடித் தட்டு; 6. மண்டையோட்டு அடித்திறப்பு; 7. ஹைப்போபைசியல் திறப்பு.

சட்டகமும் ஒன்றோடொன்று வளர்ச்சியுற்று இணைகின்றன. இவ்வாறு அமைந்த நீண்ட சட்டகம் டிரபக்குலே (trabeculae) எனப்படும். ஆகவே முதுகுதண்டின் இரு பக்கத்திலும் இரண்டு நீண்ட சட்டகங்கள் அமைகின்றன. அடுத்தநிலை இவ்விரு சட்டகங்களுக்கிடையே குறுக்கிணைப்பு அமைவது. இவ்வமைப்பில் முதுகுதண்டும் சேர்க்கப் படுகிறது. டிரபக்குலே சட்டகத்தின் பின்முனையில்முதுகுதண்டோடு சேர்ந்த குறுக்கு அமைப்பின் பகுதி அடித்தட்டு (basal plate) எனப்படும் மற்றுமொரு குறுக்கிணைப்புச் சட்டகத்தின் மத்தியப்

பகுதியில் நிகழ்கிறது. இத்தக் குறுக்கிணைப்புச் சட்டகம் அல்லது தட்டுத் தண்டு உச்சித் தட்டு (acrochordal plate) எனப்படும். மேலும் ஒரு குறுக்கிணைப்பு, சட்டகத்தின்(டிரபக்குலே)முன்முனையில் உருவாகிறது. இது எத்மாய்டு தட்டு (ethmoid plate) எனப்படும். இவ்வாறு மூன்று குறுக்குத் தட்டுகள் அமைவதால் இரண்டு திறப்



படம் 10-4-177

டிரோபிடிராபிக் (**tropitrabic synonym of trobibasic**) முறையில் நியூரோசிரேனியம் உருவாதல்

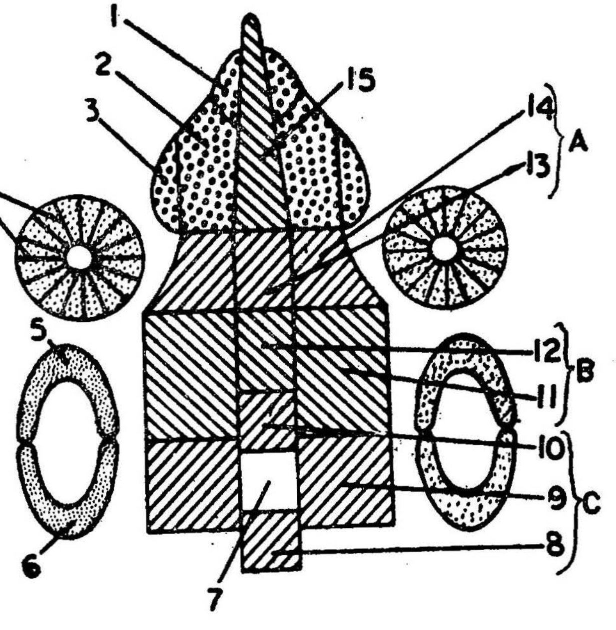
1. டிராபிக்குலே குறுக்கிணைப்பு; 2. ஹைப்போபைசியல் புழை; 3. மண்டையோட்டு அடித்திறப்பு.

புகள் உருவாகின்றன. பின்னமைந்துள்ள திறப்பு மண்டையோட்டு அடித்திறப்பு (basicranial fevestro) என்றும், முன்னமைந்துள்ள தின் வழியாகப் பிட்யூட்டரி சுரப்பி (pituitary) உருவாவதால் அதனைப் பிட்யூட்டரிபுழை அல்லது ஹைப்போபைசியல் திறப்பு (hypophysial fenestra) என்றும் அழைப்பர். இவ்வமைப்புகள் உருவாகிய பின்பும், டிரபிக்குலே சட்டகத்தின் நீண்டுள்ள பகுதி டிரபக்குலர் நீட்சிகள் (Trabecular cornua) எனப்படும்.

தண்டுபக்கச் சட்டகத்தின் பின்முனையருகே செவிப்பெட்டகமும்(otic capsules தண்டு முன்னமைச் சட்டகக் குருத்தெலும்பின்

நடுப்பகுதியுடன் முகர்தல் பெட்டகமும் ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் இணைகின்றன. விழியின் அசைவு நிலை வாழத்தேவையான இன்றியமையாதொன்றாகையால், விழிப்பெட்டகம் (optic capsule) மூளைப்பெட்டகத்துடன் ஒருபோதும் இணைவதில்லை.

மூளையின் முதுகுபக்கப் பகுதியில் இரண்டு செவிப் பெட்டகங்களின் பின்விளிம்பில் ஒரு குறுக்கிணைப்பு உருவாகிறது. இதனை சைனேட்டிக் கூரை (synotic tectum) என்பர். இக் கூரை உருவா



படம் 10-5-178

கரு சவ்விகளின் நியூரோகிரேனியம், உணர்ச்சி பெட்டகங்கள் என்பனவற்றினின்றும் தோன்றும் எலும்புகளும் அவற்றிற்கிடையே உள்ள தொடர்பும் பெட்டகங்களினின்றும் தோன்றும் எலும்புகள் புள்ளிகள் இடப்பட்டும், நியூரோகிரேனியத்தினின்றும் தோன்றும் எலும்புகள் கோடுகள் இடப்பட்டும் காட்டப்பட்டுள்ளன;

1. மாக்சில்லோடர்பினல்; 2. எத்மோடர்பினல்; 3. நேசோடர்பினல்; 4. ஸ்கிளிராய்டு எலும்புகள்; 5. புரோவோடிக் எலும்பு; 6. ஆஃபிஸ்தோட்டிக் எலும்புகள். 1-6-இவையனைத்தும், உணர்ச்சிப் பெட்டகங்களினின்றும் தோன்றியனவாம்; 7. பெருந்துளை; 8. சுப்ரா ஆகசிபிட்டல்; 9. எக்ஸ் ஆக்சிபிட்டல். 10. பேசி ஆக்சிபிட்டல்; 11. புளுரோஸ்பினுய்டு; 12. பேசிஸ்பினுய்டு; 13. முன்ஸ்பினுய்டு; 14. ஆர்பிட்டோஸ்பினஸ்டு; 15. மிசெத்மாய்டு.

A-முன் ஸ்பினுய்டு எலும்புகள்; B-பின் ஸ்பினுய்டு; C-ஆக்சிபிட்டல் எலும்புகள்.

வதால் மூளைப்பெட்டகத்தின் பின்முனையில் பெருந்துளை (foramer-magnum) அமைகிறது.

மூளைப்பெட்டகத்தினின்றும் உருவாகும் எலும்புகள் (Bones formed from the Neurocranium)

மூளைப்பெட்டகம் அல்லது நியூரோகிரேனியத்தினின்று எலும் பாக்கம் அடைந்து உருவாக்கமடையும் எலும்புகளை நான்கு வகை யாகப் பிரிக்கலாம். அவை பின் ஸ்பினாய்டுகள் (posterior sphenoids), முன் ஸ்பினாய்டுகள் (anterior sphenoids), ஆக்சிப் பிட்டல் வகை (occipital group), மீசெத்மாய்டு (mesethmoid) என்பனவாம். ஆக்சிப்பிட்டல் வகையில் பின்கண்ட எலும்புகள் அடங்கும். சுப்ரா ஆக்சிப்பிட்டல் (Supra occipital) பெருந்துளை யின் முதுகுபக்கத்தின் மத்தியில் சைனோட்டிக் கூரையினின்று உரு வாவது இவ் வெலும்பு. சலமாண்டர்ஸ் (Salamanders) சிசீலியன்கள் (caecilians),ஸ்பினோடான்களிலும்(Sphenodons) எலும்புமீன்களைத் தவிர்த்தும் ஏனைய மீன்களில் இவ் வெலும்பு காணப்படுவதில்லை. பெருந்துளையின் இருமருங்கிலும் உள்ளவை எக்ஸ் ஆக்சிப்பிட்டல் (Exoccipital) என்பனவாம். இவ்வெலும்பு எல்லா முதுகெலும்பிகளி லும் உள்ளது. மூளைப்பெட்டகத்தின் மூலமாகிய அடித்தட்டினின்றும் (basal plate) தோன்றிப் பெருந்துளையின் வயிற்றுப் பக்க வரம்பாக அமைவது பேசி ஆக்சிப்பிட்டல் (basioccipital) எலும்பு. வாழ் வழிந்த பல இருவாழ்விகளிலும், அன்யூரன்களிலும், யூரோடில் களிலும், கொயனித்தியன்களிலும், இவ் வெலும்பு இல்லை. ஏனைய முதுகெலும்பிகளில் இவ்வெலும்பு காணப்படுகிறது.

நாற்கால் விலங்குகளின் மண்டையோட்டில் காணப்படும் ஆக்சிப்பிட்டல் குமிழ்கள் (occipital condyles) முதுகெலும்பின் முதல் முள்ளெலும்புடன் பொருந்தியமைபவையே, இன்று வாழும் இருவாழ்விகள், வாழ்வழிந்த சிறப்படையா இருவாழ்விகள், ஆம்பிஸ்பேனிட்டுகள் (amphisbaenids) (ஒருவகையான பல்லிகள்) ஒரு சில வாழ்வழிந்த ஊர்வன, மற்றும் பாலூட்டிகள் ஆகிய வற்றில் ஆக்சிப்பிட்டல் குமிழ்கள் (occipital condyles) முற்றும் எக்ஸ் ஆக்சிப்பிட்டல் எலும்புகளினின்றே உருவாகின்றன. சிறப் படையா நாற்கால் விலங்குகளில் ஓர் ஆக்சிப்பிட்டல் குமிழ் காணப்படுகிறது. இவ் வமைப்பு முந்தைய நிலையினின்றும் தொடர்ந்ததாகவோ அல்லது இரண்டாம் நிலையில் உருவாகியதாக இருக்கவேண்டும் என்று கருதப்படுகிறது. இந் நிலை சீமூரியோ மார்ஃப்புகள் (இரு வாழ்விகள்) ஆம்பிஸ்பேனிட்டுகளைத் தவிர்த்த எல்லா வாழும் ஊர்வனவற்றிலும், பறவைகளிலும் காணப்படு

கிறது. இவ் விலங்குகளில் ஆக்கிப்பிட்டல் குமிழ் பேசி ஆக்சிப் பிட்டல் எலும்பினின்றே உருவாகிறது. மீன்களில் உண்மையான பொருந்து குமிழ்கள் (condyles) இல்லை. ஆனால் இவற்றிற்கு உறுப் பொத்த ஆக்சிப்பிட்டல் நீட்சிகளை (occipital process) உடையன எனலாம்.

பின்ஸ்பினொய்டு வகையில் (possterior sphenoid group) அடங் கியுள்ள எலும்புகளாவன: மத்தியிலுள்ள பேசிஸ்பினொய்டு எலும்பு. இது கொயனிக்திகளிலும், இருவாழ்விகளிலும் இல்லை. இவ் வெலும்பு ஹைப்போபைசியல் திறப்புக்கு (hypophysial fenestra) மேற்புறத்திலுள்ளது. பாலூட்டிகளில் இவ் வெலும்பின் முதுகு பக்கப் பரப்பில் ஓர் ஆழ்பள்ளமுண்டு. இப்பள்ளத்தில் பிட்யூட்டரி சுரப்பி அமைந்துள்ளது. இரு சுவாசிகளை (Dipnoi)த் தவிர்த்து ஏனைய ஆஸ்டியித்தீஸ் (osteichthyes) களிலும், சிசீலியன்களிலும், ஊர்வனவற்றிலும், பறவைகளிலும் பேசிஸ்பினொய்டு எலும்பின் இரு பக்கங்களிலும் பக்க ஸ்பினொய்டுகள் (pleurosphenoids or laterosphe-noids) என்பன உள்ளன. ஆனால் பாலூட்டிகளில் இவ்வெலும் புள்ள பகுதியில் வேறுவழியில் உருவான ஆலிஸ்பினொய்டு (alis-phenoid) எலும்புகள் உள்ளன.

முன்ஸ்பினொய்டு வகையில் முன்ஸ்பினொய்டு (presphenoid) எலும் புகளும்,பக்கத்திற்கொன்றாகஅமைந்துள்ள ஆர்ப்பிட்டோஸ்பினொய்டு எலும்புகளும் அடங்கும். பாலூட்டிகவற்ற மற்ற முதுகெலும்பி களில் முன்ஸ்பினொய்டு ஸ்பென்எத்மாய்டு எலும்பு எனப்படும். இவ் விரு எலும்புகளின் அமைப்பு முதுகெலும்புகளில் வேறுபடும். ஆனால் எல்லாப் பாலூட்டிகளிலும், பறவைகளிலும் இவ்வெலும் புகள் காணப்படுகின்றன.

ஸ்பினொய்டு எலும்புகள் வழக்கமாக மிகுதியான அல்லது குன்றிய அளவில் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைந்திருக்கும். ஆகவே முதிர்ந்த உயிரியில் காணப்படும் ஓர் எலும்பு மூன்று அல்லது அதற்கு மேம்பட்ட எலும்புகளின் இணைப்பினால் உருவானதாகும்.

டிரபக்குலா குறுக்கிணைப்பு (trabecula communis) என்ப தினின்றும் எலும்பாக்கம் அடைந்து உருவாவதே மீசெத்மாய்டு எலும்பாம் (mesethmoid bone) டிரபக்குலா குறுக்கிணைப்பின் எஞ்சிய பகுதி முகர்தல் பெட்டகத்தினூடே (nasal capsule) முகர்தல் தடுப்பாக (nasal septum) அமைகிறது. அங்குமிங்குமாக அமையக்கூடிய மெலிந்த எலும்பே மீசெத்மாய்டு எலும்பு. இவ் வெலும்பு இரு சுவாசிகள் (Dipnoi) எலும்பு மீன்கள் (teleosts)

யூத்திரிய பாலூட்டிகள் (Eutherian Mammals) ஆகியவற்றில் மட்டுமே காணப்படுகிறது.

உணர்ச்சிப் பெட்டகங்களினின்றும் உருவாகும் எலும்புகள்
(Bones coutributed by the sensory capsules)

செவிப்பெட்டகத்தில் (otic capsule) முக்கியமாக இரண்டு எலும்பாக்க மையங்கள் உண்டு. இவ் விரு பகுதிகளினின்றும் புரோ வோட்டிக் (prootic) ஆஃபிஸ்தோட்டிக் (opisthotic) என்ற இரு செவிப்பெட்டக எலும்புகள் உருவாகின்றன. எல்லா முதுகெலும் பிகளிலும் இவ்விரு எலும்புகளும் உள்ளன. பாலூட்டிகளில் புரோவோட்டிக் (prootic) எலும்பு அகச்செவியினை (inner ear) சூழ்ந்தமைந்து பெட்ரஸ் (petrous bone) எலும்பு என்றும், ஆபிஸ் தோட்டிக் எலும்பு (opisthotic bone) மாஸ்டாய்டு (mastoid bone) எலும்பு என்றும் பெயர் பெறும். பெரும்பாலும் இவ்விரு எலும்பு களும் இணைந்த நிலையில் பெட்ரோமாஸ்டாய்டு என்றும் அழைக்கப் படுவதுமுண்டு. பாலூட்டிகளைத் தவிர்த்து ஏனைய முதுகெலும்பி களின் செவிப்பெட்டகத்தில் மேலும் ஓர் எலும்புண்டு. அதனை எபிவோட்டிக் (Epiotic) என்பர். இவ்வெலும்பு பெரும்பாலும் தனித்து அமைவதில்லை. ஆகவே இது புரோவோட்டிக் எலும்பு டனோ அல்லது ஆபிஸ்தோட்டிக் எலும்புடனோ இணைந்தே காணப் படும். இந் நிலையில் இணைந்த இரண்டும் பெரிவோட்டிக் (periotic bone) எலும்பு என அழைக்கப்பெறும். எலும்பு மீன்களில் மேலும் இரண்டு எலும்புகள் செவிப்பெட்டகத்திலுள்ளன. அவை டெர் ரோட்டிக்(pterotic) ஸ்பேனோட்டிக் (spenotic) என்பனவாம். செவிப் பெட்டகத்தில் அமையும் எலும்புகள் பெரும்பாலும் அருகமையும் எலும்புகளுடன் இணைந்த நிலையிலே காணப்படும்.

பார்வைப் பெட்டகம் அல்லது விழிப்பெட்டகம் எந்த ஓர் நிலையிலும் மூளைப்பெட்டகத்துடன் இணைந்து ஒன்றுவதே இல்லை. ஆனால் விழிக்குழியில் (orbit) அமைவுற்று எல்லாத் திசைகளிலும் சுழலும் தன்மையதாய் சிறப்படைந்துள்ளது. இப் பெட்டகம் குருத்தெலும்பிலானதன்று. ஆனால் வலுவான தடித்த இணைப்புத் திசு இதனை உருவாக்குகிறது. இத் திசுவே விழியின் ஸ்கிளிராய்டு புறவுறையினை (scleroid coat) உருவாக்குகிறது. ஆந்தைகள் (owls) பருந்து போன்ற பறவைகள் ஒரு சில பல்லிகள் இவற்றில் ஸ்கிளி ராய்டு புறவுறை (scleroid coat) பல மெலிந்த ஒன்றன் மேலொன்றாக அமைந்த எலும்புத் தகடுகளாக உள்ளன. இத் தகடுகள் ஸ்கிளிராய்டு எலும்புகள் (Scleroid bones) எனப் பெயர் பெறும். வாழ்வழிந்த பறவைகள் ஊர்வனவற்றில் இவ் வெலும்புத்

தகடுகள் உள்ளன. இவை இன்று வாழும் பெரும்பான்மையான முதுகெலும்பிகளில் இல்லாத நிலை. இது ஓர் ஏற்ற தகவமைப்பினை விழிக்குத் தரும் தன்மையதன்று என்பது தெளிவாகின்றது. இது விழியினைக் குவியத்தில் பொருத்த ஏற்ற தகவமைப்பினைத் தரும் தரத்ததன்று.

பாலூட்டிகளில் முகர்தல் பெட்டகம் (olfactory capsules) சுருளாகவும், சிக்கல் நிறைந்த மடிப்புகளையும், கிளைகளையும் உடைய டர்பினேட் எலும்பாகச் சிறப்படைந்து எலும்பாக்கம் பெறுகிறது. இதன்மேல் பின் பரப்புகளில், முகர்தல் பணிபுரியும் முகர்தல் பரப்படுக்கு (olfactory epithelium) அமைந்துள்ளது. டர்பினேட் எலும்பு, மேற்கூறிய சிக்கலுடைய அமைப்பினால் மிகுந்த பரப்பளவினையுடையதான போதும், முகர்தல் பெட்டகத்தின் அளவு பெருக்கவில்லை. பரப்பளவு மிகுதியாகுவதால், முகர்தல் உறுப்பின் செயல்திறன் அதிகரிக்கிறது எனலாம். டர்பினேட் எலும்பின் இவ்வமைப்பு உள்ளிழுக்கப்படும் காற்றினை வெப்பமாக்கல் தூசிகளினின்றும் வடிகட்டல் போன்ற செய்கைகளினால் உடலுக்கு ஏற்புடையதாக்குகிறது எனலாம். ஒவ்வொரு பெட்டகத்திலும் உருவாகிய எலும்புகள் எத்மோ டர்பினால் (ethmoturbinal), நேசோடர்பினால் (nasoturbinal), மாக்சில்லோ டர்பினால் (maxillo turbinal) என்பனவாம். இவை அனைத்தும் ஒன்றுவதோடு மட்டுமன்றி, இருபக்கப் பெட்டக எலும்புகளும் ஒன்றி மீசெத்மாய்டு என்ற எலும்புடன் இணைந்து எத்மாய்டு (ethmoid) எலும்பு என்று அழைக்கப்படுகிறது. பாலூட்டிகளில் முகர்தல் பெட்டகத்தில் காணப்படும் மற்ற எலும்புகளின் உறுப்பொத்த (homology) நிலை தெளிவாகத் தெரியவில்லை என்று கூறலாம்.

ஸ்பிளாங்க்னோகிரேனியம் (Splanchnocranium)

மாண்டிபுலர் வளைவு (Mandibular arch)

மூளைப் பெட்டகத்தோடு நேரடியாகத் தொடர்பு கொள்ளும். உள்ளுறுப்பு வளைவுகள் அல்லது அதன் பகுதிகள் ஸ்பிளாங்க்னோ கிரேனியம் என அழைக்கப்படும். ஒளி சில குருத்தெலும்புடைய மீன்களில் தடை இணைப்புக் கோணங்களில் உதட்டுக் குருத்தெலும்புகள் (labial cartilage) காணப்படுகின்றன. இவைதான் மாண்டிபுலர் வளைவுக்கு முன்னமைந்துள்ளவை. இவை மற்றத் தாடை சூழ் வாயுடையவைகளில் காணப்படுவதே இன்மையால் இவை முக்கிய மற்றவைகளாகக் கருதப்படுகின்றன.

மேற்கூறியதனைத் தவிர்த்து முதலாவதாக அமையக்கூடிய வளைவு மாண்டிபுலர் வளைவே. இவ் வளைவு மற்ற வளைவுகளைப்

போலன்றி முழு வளையமைப்பினையுடையது. இவ் வளையம் பக்கங்களில் பிளவுற்று (split) வளைந்து, இரண்டு பகுதிகளும் முன்னேக்கி ஒன்றையொன்று நோக்கிய அமைப்பில் நகருகிறது. முதுகுபக்கத்திலுள்ளது மீண்டும் நடுப்பகுதியில் பிளவுற்று ஓரிணை சட்டமாகின்றது. இதுவே பாலெட்டோகுவாட்ரேட் குருத்தெலும்பு (palato Quadrate cartilage) எனப்படும். வயிற்றுப் பக்கமாயுள்ள மற்றப் பாதியும் முன் கூறியவாறே நடுப்பகுதியில் பிளவுற்று மேலும் ஓரிணைச் சட்டமாகின்றது. இது மெக்கலின் குருத்தெலும்பு (Meckel's cartilage) என அழைக்கப்படும். இவை முறையே மேல், கீழ்த் தாடைகள் எனவும் அழைக்கப்படும். அடித்தோல் எலும்புகள் வளர்ச்சி குன்றிய காண்டிரிக்திஸ்களைத் தவிர்த்து மற்றெந்த முதுகெலும்பியிலும் இவைகளை உண்மைத் தாடைகள் என்று கூறுவதற்கில்லை. ஆனால் ஏனைய முதுகெலும்பிகளில் இவ்விரண்டும் அடிப்படை அமைப்பாகின்றன. இதனைச் சூழ்ந்தே அடித்தோல் எலும்புகள் உருவாகின்றன. இவ் வடித்தோல் எலும்புகளே பற்களையுடையனவாயுள்ளன. ஆகவே தாடை எலும்புகள் அடித்தோல் எலும்புகளே. மாண்டிபுலர் வளைவினின்றும் தோன்றிய தாடை எலும்புகள், குருத்தெலும்பு நிலையில் முதிர்ந்த எல்லா நாற்கால் விலங்குகளிலும் அடித் தாடையில் மட்டுமே காணப்படுகின்றது. தாடை சூழ் வாயுடையவைகளின் தாடையின் பகுதியே மாண்டிபுலர் வளைவினால் உருவாக்கப்பட்டது; முழுப்பகுதியும் அன்று

முதுகெலும்பிகளின் தாடைகளை மூன்று வகைகளாக அவைகளின் தோற்றத்தினின்றும் வேறுபடுத்தி அறியலாம்: 1. உள்ளுறுப்பு வளைவுத் தாடைகள்—மாண்டிபுலர் வளைவு அதனின்றும் தோன்றியவை என்பது. 2. அடித்தோல் எலும்புகளினின்றும் உருவான தாடை. 3. 'புறத்தோல் தாடை'- அலகுறை (rhamphothuca) பற்களின் எனமல் போன்றவை. காண்ட்ரித்தியன்களில் உள்ளுறுப்பு வளைவுத்தாடைகளையும் பறவைகளும், ஆமைகளும், மேற்கூறிய மூன்று வகைத் தாடைகளையும் ஏனைய தாடைசூழ் வாயுடையவைகளில் அடித்தோல் எலும்பு, உள்ளுறுப்பு எலும்பு ஆகியவைகளினின்றும் உருவாகிய இருவகைத் தாடைகளும் காணப்படுகின்றன. உள்ளுறுப்புத் தாடைகள் (Visceral Jaws) என்ற நிலையில் அவை மூன்று பணிகளையுடையனவாயிருந்தன: 1. பற்களைத் தாங்குதல்-பற்கள் புதைந்து அமைய அடித்தோல் எலும்புகளையுடையனவாதல். 2. தாடைகளுக்கு மேல், கீழ் இடையே பொருத்துதலை (articulation) உருவாக்குதல். 3. தாடைகள் செயல்பட ஏற்ற தசைகளை உருவாக்குதல். (இத் தசைகள் மாண்டிபுலர் வளைவோடு தொடர்புடை செவுள் வளைவுத்

தசைகளாம்). பற்களைத் தாங்கும் பணி எல்லா முதுகெலும்பி களிலும், கருவளர் நிலையில் மட்டுமே காணப்படுகிறது என்று கூற லாம். ஆனால் உண்மையில் அச்செயலையும் இழந்த நிலையில்தான் மாண்டிபுலர் வளைவுள்ளது. பொருத்தும் பணி உறுதியான தாகவும் இன்றியமையாததாகவும் பாலூட்டிகளைத் தவிர்த்த எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும் காணப்படும். ஆனால் பாலூட்டி களில் மாண்டிபுலர் வளைவு இப்பணியினின்றும் விடுவிக்கப்பட் டுள்ளது. சிறப்படையா மீன்களில் கூடத் தாடையினை இயக்கும் தசைகள், உள்ளுறுப்பு வளைவுகளில் பொருந்திச் செயல்படுவதைத் தவிர்த்து மண்டையோட்டின் அடித்தோல் எலும்புகளில் பொருந்திச் செயல்படத் துவக்கமுற்றது. இவையனைத்தினையும் கூர்ந்து நோக்கும் போதும் வாழும் முதுகெலும்பிகளிலுள்ள அமைப்பில், தாடையின் பரிணாமத்திற்கு மாண்டிபுலர் வளைவின் பங்கு மிகச் சொற்பமே என்பது தெளிவாம்.

பலோட்டோகுவாட்ரேட்டினின்றும் தோன்றியவை (Palato-Quadrate derivatives)

பாலேட்டோ குவாட்ரேட் குருத்தெலும்பினின்றும் தாடை சூழ் வாயுடையவைகளில் இரண்டு எலும்புகளும் எலும்பு மீன் களில் பக்கத்திற்கு ஐந்து எலும்புகளும் உருவாகின்றன எனலாம். எல்லாவற்றிலும் பொதுவாகக் காணப்படுவது குவாட்ரேட் எனப் படும். இது பாலூட்டிகளில் பட்டறை எலும்பு (incus) என்ற நடுச்செவி எலும்பாகிறது. குவாட்ரேட் என்ற நிலையில் மண்டை யோட்டினைக் கீழ்த்தாடையோடு பொருத்தப் பயனுடையதாகிறது. பட்டறை எலும்பு என்ற அமைப்பில், அகச்செவிக்கு ஒலி அலைகளை கடத்தும் மூன்று நடுச்செவி எலும்புகளில் ஒன்றாகச் செயல்படு கிறது. இவ்வெலும்பிற்கு அடுத்தபடியான நிலையில் எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும் காணப்படும் எலும்பு எபிடெரிகாய்டு (epipterygoid) எலும்பு என்பதாம். இது பாலூட்டிகளில் அலிஸ் பினாய்டு (alisphenoid) என அழைக்கப்படும். இவ்வெலும்பு மூளைப் பெட்டகத்தில் பக்க ஸ்பினாய்டு எலும்பின் இடத்திலமைந்து அதன் பக்கச் சுவராகிறது. எலும்பு மீன்களில் மட்டுமே ஆட்டோடெரி காய்டு (autoterygoid), சுப்ரா டெரிகாய்டு (Suprapterygoid), மெட்டாடெரிகாய்டு (metapterygoid) என்பன காணப்படு கின்றன.

மெக்கலின் குருத்தெலும்பினின்றும் தோன்றியவை (Derivatives of Meckel's Cartilage)

ஒரு சில வாழ்விகளைத் தவிர்த்து ஏனைய முதுகெலும்பிகளில் காணப்படும். ஆர்ட்டிகுலர் (articular) எலும்பு மெக்கலின்

குருத்தெலும்பினின்றும் உருவாகியதே. இதன் வரலாறு குவாட்ரேட்டின் வரலாற்றினைப் போன்றதே. இதுவும் கீழ்த்தாடையில் அமைந்து மண்டையோடு, கீழ்த்தாடையுடன் பொருந்தத் துணை புரிகிறது. வியத்தகு விதத்தில் மாற்றமேதுமின்றிப் பாலூட்டிகளில்லாத எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும் இது காணப்படுகிறது. பாலூட்டிகளில், முன் ஆர்ட்டிக்குலர் (prearticular) என்ற மற்றுமொரு அடித்தோல் எலும்புடன் இது இணைந்து நடுச்செவி எலும்புகளில் ஒன்றாகிய சுத்தி எலும்பு (mallens) என்கிறது. மெக்கலின் குருத்தெலும்பினின்றும் உருவாகும், மற்ற எலும்புகள் முக்கியமானவைகளன்று. முக்கியமற்றவைகளாக உருவாகக்கூடிய இவைகள் ரெட்ரோ ஆர்ட்டிகுலர் (retroarticular) என்ற எலும்பு பின் முனையிலும், முன்முனையில் மென்டோ மெக்கலியன் (mentomeckelian) என்பதும், கோரனோ மெக்கிலியல் (coronomeckelian), மிடியோ மெக்கிலியன் (mediomeckelian) என்று அழைக்கப்படும். இவையனைத்திலும் மென்டோ மெக்கிலியன் என்பதே இருவாழ்விகளில் நிலைத்துள்ளது.

ஹயாய்டு வளைவினின்றும் தோன்றி மண்டையோட்டுடன் இணைந்தவை (Cranial contributions of the Hyoid Arch)

செவுள் செயலினையுடைய ஹயாய்டு வளைவு பிளாக்கோடெர்ம்களைத் தவிர்த்து (placoderms) ஏனைய தாடை சூழ் வாயுடையவைகளில் ஸ்ப்ளாங்னோகிரேனிய உருவாக்கத்தில் பங்கு கொள்கிறது. மண்டையோட்டோடு ஒட்டினாற்போன்று அமைந்துள்ள முதுகுபுற முனை தாடை மண்டையோட்டுடன் பொருந்துவதற்குத் துணை புரிகிறது. இப் பகுதி இரண்டு பகுதிகளாக எலும்பாக்கம் அடைகிறது. இவை முறையே சிம்பிளக்டிக்(symplectic)ஹையோ மாண்டிபுலர் என்பனவாம். இவற்றில் முன்னது எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும் ஒழுங்காக அமைவதில்லை. ஆனால் பின்னது எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும் காணப்படும். மீன்களில் இவையிரண்டுமே காணப்படுகின்றன. தோற்றமைப்பில் ஹையோ மாண்டிபுலர் குருத்தெலும்பு தாடையினைத் தொங்குவிக்க (jaw suspension) தேவையற்றதாகவே தோன்றுகிறது. ஏனெனில் பல வகையான தாடை தொங்குவிக்கும் முறைகள் மீன்களில் உள்ளன. நாற்கால் விலங்குகளில் ஹயோமாண்டிபுலர், தன் முதனிலைப் பணியாகிய தாடையைத் தொங்குவித்தலினின்றும் முற்றும் மாறி இரண்டாம் நிலையில் அது ஏற்ற ஒலி அலைகளைக் கடத்தல் என்பதையே சிறப்பாகக் கொண்டுள்ளது. இவ்வாறு வேறான செயலினைச் செய்யும் நிலையில் ஹயோ மாண்டிபுலர், காலுமெல்லா (columella) என

அழைக்கப் பெறும். பாலூட்டிகளில் இக்காலுமெல்லா, அங்கவடி எலும்பு (stapes) எனப்பெயர் பெறும். இவ்வெலும்பு, நடுச் செவியின் நீள்வட்டப் புழையில் (fenestra ovalis) பொருந்தி யமைகிறது.

ஹயாய்டு வளைவினின்றும் தோன்றும் மற்றுமொரு ஸ்ப்ளாங் கினோ கிரேனியப் பகுதி தூணமை நீட்சி (Styloid process) எனலாம் இது பாலூட்டிகளில் டெம்ஃபோரல் எலும்பினின்றும் (Temporal bones) நீண்டுள்ளது. நாக்குச் சட்டகத்தின் முன்பகுதி நீட்சிகள் இணைந்து மண்டையோட்டோடு இணைவதால், தூணமை நீட்சிகள் உருவாகின்றன. நீட்சிகளின் (corsua) எஞ்சிய பகுதிகள் உருவத் தால் சிறுத்து பேசிஹயல் என்பதோடு இணைந்து ஹயாய்டு எலும்பு என அழைக்கப் பெறுகிறது. இவ்வெலும்பு ஸ்பிளாங்க்னோ கிரேனியத்தின் பகுதியன்று.

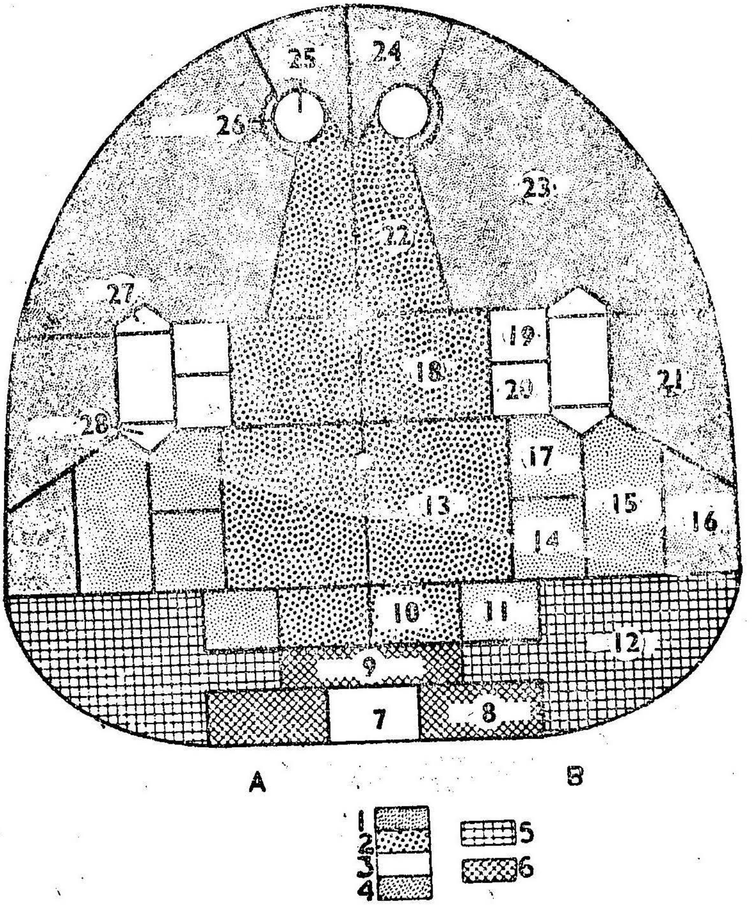
அடித்தோல் மூளைப்பெட்டகம் (The Dermocranium)

சிறப்படையா முதுகெலும்பிகளில் உள்ள மண்டையோட் டினைச் சார்ந்த அடித்தோல் எலும்புகள் பெருமளவில் மாறு வெப்பமுடைய முதுகெலும்பிகளின் மண்டையோட்டில் குறைந் துள்ளன. அடித்தோலினின்றும் உருவாகும் எலும்புகள் முதனிலை அகச்சட்டக எலும்புகளின் மீது அமைகின்றன. ஆகவே அவைகளை முதனிலைச் சட்டகத்தின் எவ்வெலும்போடு தொடர்பு கொள்ளு கின்றனவோ அவ் அடிப்படையில் அவைகளை இரண்டு வகை களாகப் பிரிக்கலாம்: 1. மூளைப்பெட்டகத்தோடு தொடர்புடை யவை. 2. ஸ்பிளாங்னோ கிரேனியத்தோடு தொடர்புடையவை என்பனவாம்.

மூளைப்பெட்டகத்தோடு கூடும் அடித்தோல் எலும்புகள் (Additions to the Neurocranium)

கூரைப்பகுதியில் அமையும் எலும்புகள், அடித்தளத்தில், அமையும் எலும்புகள் என்று இரண்டு பகுதிகளாக இவ்வெலும்பு களைப் பிரிக்கலாம்.

கூரைப் பகுதியிலமையும் எலும்புகளில் நான்கு வரிசைகள் உள்ளன. இவை முறையே மத்திய வரிசை (median series), விழிக் குழி (orbital series), பக்க வரிசை (lateral series), செவுள் மூடி வரிசை (opercular series) என்பனவாம். மத்திய வரிசை எலும்புகள் மூளைப்பெட்டகத்தின் முன்முனையினின்றும் பின்முனை வரை, நேசல் (nasal) ஃபிரான்டல் (frontal) பரைட்டல் (parietal)



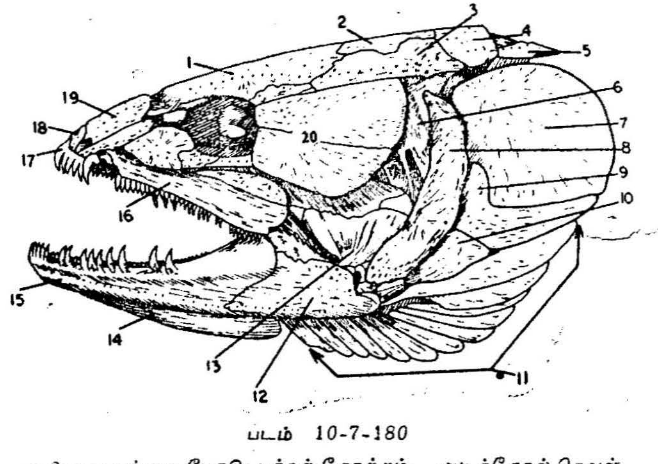
படம் *10-6-179*

சிறப்படையா நாற்கால் விலங்கின் மண்டையோட்டில் அடித்தோல் மண்டையோட்டு எலும்புகளும், அதனுடன் தொடர்புடைய எலும்புகளும் முதுகுபக்கத் தோற்றத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன.

A-அடித்தோல் மண்டையோட்டு எலும்புகள்;
B-மண்டையோட்டு அக எலும்புகள்.

1. ஸ்பிளாங்க்னோகிரேனியத்தினைச் சூழும் எலும்புகள்; 2. மத்திய வரிசை எலும்புகள்; 3. விழிக்குழி வரிசை எலும்புகள்; 4. பக்க வரிசை எலும்புகள்; 5. ஸ்பிளாங்க்னோகிரேனியம்; 6. நியூரோகிரேனியம்; 7. பெருந்துளை; 8. எக்ஸ் ஆக்சிபிட்டல்; 9. சுப்ரா ஆக்சிபிட்டல்; 10. பின் பரைட்டல்; 11. டாபுலேர்; 12. குவாட்ரேட்; 13. பரைட்டல்; 14. சுப்ராடெம்போரல்; 15. ஸ்கோயமோசல்; 16. குவாட்ரேட்டேஜுகல்; 17. இடைடெம்போரல்; 18. ஃபிரான்ட்டல்; 19. முன் ஃபிரான்ட்டல்; 20. பின் ஃபிரான்ட்டல்; 21. ஜுகல்; 22. நேசல்; 23. மாக்கில்லா; 24. பிரிமாக்கில்லா; 25. புறநாசித்துளை; 26. செப்டோமாக்கில்லா; 27. லாக்ரிமல்; 28. பின் ஆர்ப்பிட்டல்.

பின் பரைட்டல் (post parietal) என்பனவாம். இவ்வெலும்புகள் சிறப்படையா நிலையில் இணையானவைகள். இவை பெரும் பான்மையான முதுகெலும்பிகளிலும், எல்லாப் பாலூட்டிகளிலும் காணப்படுவன. பின்பரைட்டல் (post parietal) என்ற எலும்பு பாலூட்டியில் இணையான நிலையையிழந்து ஒன்று மற்றதுடன் ஒன்றி, ஓர் எலும்பாக உள்ளது. இதனைப் பரைட்டல் இடை எலும்பு (Inter parietal) என்பர். இவ்வெலும்பு ஆக்சிப்பிட்டல் எலும்புடன் இணைவுற்றிருக்கும். விழிக்குழி வரிசையில், விழிக் குழியின் முன்விளிம்பில் லாக்ரிமல் (lacrymal) எலும்பும், பின் விளிம்பில் பின்விழிக்குழி எலும்பும் (post orbital bone) மத்திய முன்ஃபிரான்டல் (pre frontal) பின்ஃபிரான்டல் (post frontal) எலும்புகளும் காணப்படும். இவையன்றி ஒரு சில முதுகெலும்பி களில் மட்டுமே காணப்படும் விழி இமை எலும்பும் (pelpebral bone) உண்டு. விழிஇமை எலும்பு முதலைகளின் மேல் இமையில் உள்ளது. விழிக்குழியின் பக்க விளிம்பு பொதுவாக ஜுகல் (jugal மற்றும் மாக்சில்லரி (Maxillary bones) எலும்புகளால் ஆனதாகும். பாலூட்டிகளில் லாக்ரிமல் எலும்பினைத் தவிர்த்து ஏனைய அனைத்



படம் 10-7-180

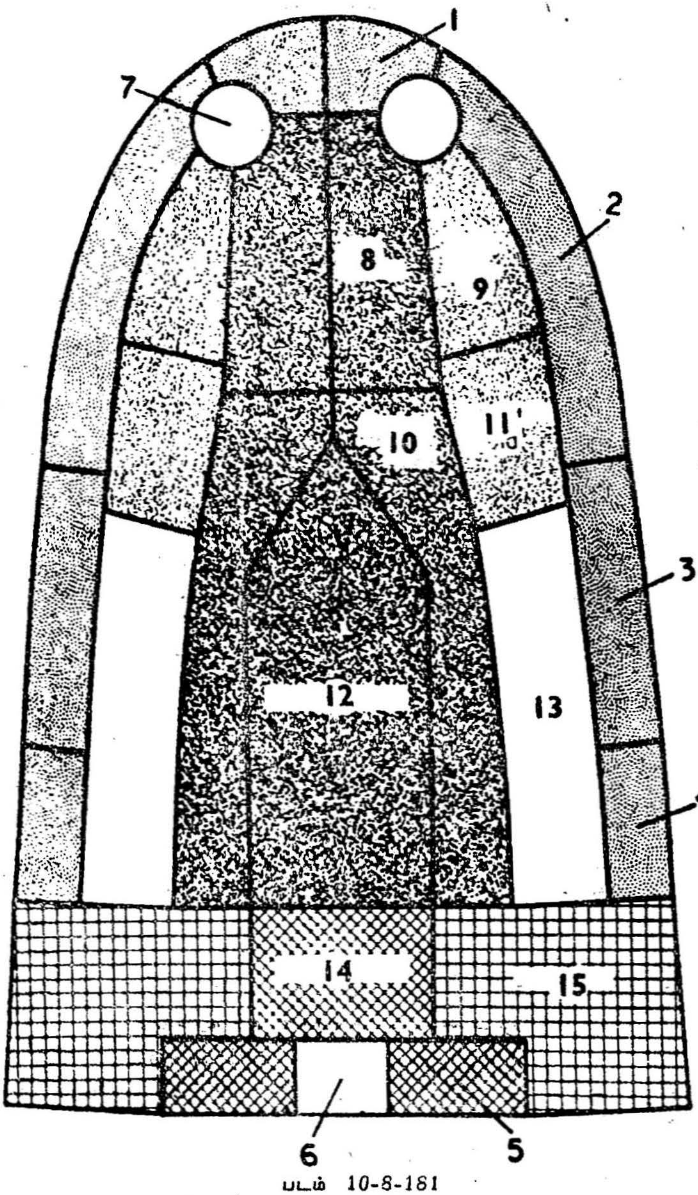
அமியா—மண்டையோடு: பக்கத் தோற்றம். அடித்தோல் செவுள் எலும்புகளின் அமைப்பினைக் காட்டும் படம்

1. ஃபிரான்ட்டல்; 2. பரைட்டல்; 3. ஸ்கோயமோசல்; 4. டாபுலேர்; 5. பின்டெம்பொரல்; 6. ஹையோமாண்டிபுலர்; 7. செவுள் மூடி எலும்பு; 8. செவுள் மூடி முன் எலும்பு; 9. செவுள் மூடி கீழ் எலும்பு; 10. செவுள் மூடி இடை எலும்பு; 11. செவுள் மூடி முன் நீட்சிகள்; 12. கூட்டு எலும்பு; 13. குவோட்ரேட்; 14 குலார் எலும்பு; 15. டென்ட்டரி; 16. மாக்சில்லா; 17. முன் மாக்சில்லா; 18. எத்மாய்டு; 19. நேசல்; 20. விழிக்குழி பின் எலும்பு.

தும் மறைந்துவிட்டன. பக்க வரிசை எலும்புகளாவன, டெம்ஃபொரல் இடை எலும்பு (inter temporal), டெம்ஃபொரல் மேல் எலும்பு, (supra temporal) ஸ்கோயமோசல் (squamosal), டாபுலர் (tabular) என்பனவாம். பாலூட்டிகளில் ஸ்கோயமோசல் (squamosal) எலும்பினைத் தவிர்த்து மற்றனைத்தும் மறைந்தொழிந்துள்ளன. இவ்வெலும்பும் கூட்டு எலும்பாகிய (composite bones) டெம்போரல் எலும்புடன் (temporal bone) இணைக்கப்பட்டுள்ளது. மார்பு வளையத்துடன் தொடர்புடைய அடித்தோல் எலும்புகள் பக்க வரிசை எலும்புகளுடன், மீன்களில் மட்டுமே தொடர்பு கொள்ளுகின்றன.

செவுள்வரிசை எலும்புகள் மீன்களில் மட்டுமே உள்ளன. இவ்வரிசையில் உருவாகும் நான்கு எலும்புகளில் ஒன்றாகிய செவுள் மூடிமுன் எலும்பு (preoperculum) வாழ்வழிந்த இருவாழ்விகளில் காணப்படுகின்றன. இவ்வரிசையில் உருவாகும் எலும்புகளாவன ; செவுள்மூடி எலும்பு (opercular bone), செவுள்மூடிக் கீழ் எலும்பு (subopercular bone), செவுள்மூடி இடை எலும்பு (interopercular bone), செவுள்மூடிமுன் எலும்பு (preopercular bone) என்பனவாம். இவ்வெலும்புகள் அனைத்தும் மீன்களில் மண்டையோட்டின் பக்க மூலையிலமைந்து செவுளினை மூடிப் பாதுகாப்பனவாகவுள்ளன.

முதனிலை அண்ணத்தினை (primary palate) உருவாக்கும் அடித்தள எலும்புகளை (flooring bones) இரு வரிசைகளாக எளிமையாக அறிந்து கொள்வதற்காகப் பிரிக்கலாம். அவை மத்திய வரிசை (mediam series), பக்க வரிசை (lateral series) என்பனவாம் மண்டையோட்டின் முன்முனையினின்றும், பின்முனைவரை அமைந்துள்ள மத்திய வரிசை எலும்புகளாவன: முன்வோமர் (prevomer), டெரிகாய்டு (pterygoid),பாராஸ்பினாய்டு (paras phenoid). பாராஸ்பினாய்டினைத் தவிர்த்து ஏனையவை இணையானவைகள். பக்க வரிசையில் முன் பகுதியில் பாலடைன்கள் (palatines) பின்பகுதியில் எக்டோ டெரிகாய்டுகள் (ectopterygoids) என்ற எலும்புகள் உள்ளன. பாலூட்டிகளில் முன் மாக்சில்லரி (premaxillary) எலும்பின் பாலடைன் நீட்சியே (palatine 'process) முன்வோமர் (prevomer) எலும்பினைக் குறிப்பதாகக் கூறுவர்: யூஸ்டேசியன் குழையின் (Eustachian tube) தொண்டைப் புழையில் (phrayngeal openings) அமைந்து கொக்கி உருவமுடைய ஹாமுலஸ் (hamulus) டெரிகாய்டு (pterygoid) எலும்பினைக் குறிப்பதாகவும், பாராஸ்பினாய்டு எலும்பு வோமர் எலும்பினைக் குறிப்பதாகவும் கூறுவர். பாலடைன்கள் தனித்த எலும்புகளாக உள்ளன. பாலூட்டிகளில் எக்டோடெரிகாய்டுகள் (ectopterygoid) எனப்படும். ஹாமுலஸ்



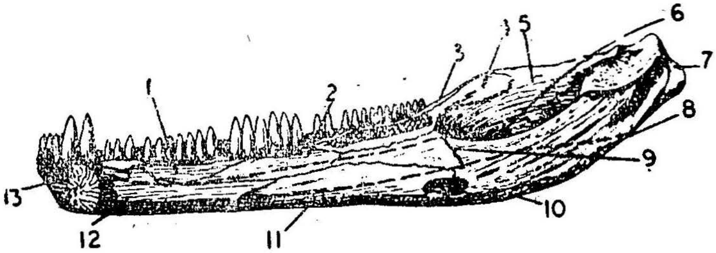
படம் 10-8-181

சிறப்படையா நாற்கால் விலங்கின் மண்டையோட்டில், அடித்தோல் மண்டையோட்டு எலும்புகளும், அதனுடன் தொடர்புடைய:

பகுதியின் எஞ்சிய பாகமே பல முதுகெலும்பிகளின் அண்ண எலும்புகளில் (palatal bones) பற்களாக அமைந்துள்ளன. வாழும் இருவாழ்விகளில் பாராஸ்பினொய்டு எலும்பில் முன்வோமரின் பற்களும், வாழும் ஊர்வனவற்றில் பாலடைன் டெரிகாய்டு எலும்புகளில் பற்களும் உள்ளன. பறவைகளிலும், பாலூட்டிகளிலும் இவ்வகைப் பற்கள் அறவே இல்லை.

மாண்டிபுலர் வளைவுடன் இணையும் அடித்தோல் எலும்புகள் (Additions to the Mandibular arch)

அடித்தோலினின்றும் எலும்பாக்கமடைந்து தாடையோடு இணையும் எலும்புகள் முன்னிருந்து பின்முனை வரையிலுள்ளன.



படம் 10-9-182

சிறப்படையா நாற்கால் விலங்கில், மெக்கலின் குருத்தெலும்பினைச் சூழும் அடித்தோல் எலும்புகள் (மத்தியத் தோற்றம்).

1. கோரனொய்டு முன் எலும்பு; 2. கோரனொய்டு இடையெலும்பு; 3. டென்ட்டரி; 4. கோரனொய்டு; 5. சர் ஆங்குலர்; 6. மெக்கலா பள்ளம்; 7. ஆர்ட்டிகுலர்; 8. ஆர்ட்டிகுலர் முன் எலும்பு; 9. வாழும் போது மெக்கலின் குருத்தெலும்பு அமையும் நிலை; 10. ஆங்குலர்; 11. பின்ஸ்பிளினியல்; 12. ஸ்பிளினியல்; 13. டென்ட்டரி.

பிரிமாக்சில்லா (pre maxilla) மாக்சில்லா (maxilla) ஜுகல் (jugal) குவாட்ரேட்டோஜுகல் ((Quadratojugal) என்பனவாம் இவற்றில் முதலிரண்டு மட்டுமே பற்களையுடையன. பாலூட்டி

எலும்புகளும்—வயிற்றுப்பக்கத் தோற்றத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன. படம் 10-6-179ல் காட்டப்பட்டுள்ள அமைப்பிலேயே எலும்புகள் வரையப்பட்டுள்ளன.

1. பிரிமாக்சில்லா; 2. மாக்சில்லா; 3. ஜுகல்; 4. குவாட்ரேட் ஜுகல்; 5. எக்ஸ் ஆக்சிபிட்டல்; 6. பெருந்துளை; 7. அகநாசிப்புழைகள்; 8. முன் வோமர்; 9. பாலடைன்; 10. டெரிகாய்டு; 11. எக்டோடெரிகாய்டு; 12. பாராஸ்பினொய்டு; 13. டெரிகாய்டு குழி; 14. பேசி ஆச்சிப்பிட்டல்; 15. குவாட்ரேட்.

களில் குவாட்ரேட்டோ ஜுகல் எலும்பு இல்லை. மேலும், மாக்சில்லரியும் பிரிமாக்சில்லாவும் இணைந்த நிலையிலேயே காணப் படும். ஏனைய முதுகெலும்பிகளில் மேல்தாடையில் எலும்புகளின் அமைப்பு வேறுபாடுடையது. சிலவற்றில் மாக்சில்லா மட்டும் மற்றும் சிலவற்றில் பிரிமாக்சில்லா மட்டும் காணப்படும்.

கீழ்த்தாடையில் காணப்படும் அடித்தோல் எலும்புகளாவன : டென்ட்டரி (dentary) ஸ்பிளினியல் (splenial) பின் ஸ்பிளினியல் (post splenial)கோரனுய்டு (coronoid)ஆங்குலர் (angular) சர் ஆங்

படம் 10-10-183

சிறப்படையா நாற்கால் விலங்கில், மெக்கலின் குருத்தெலும்பிணைச் சூழும் அடித்தோல் எலும்புகள் (பக்கத் தோற்றம்).

1. ஆர்ட்டிகுலர்; 2. சர் ஆங்குலர்; 3. ஆங்குலர்; 4. பின்ஸ்பிளினியஸ்; 5. டென்ட்டரி; 6. ஸ்பிளினியல்.

குலர் (Serangular) முன் ஆர்ட்டிகுலர் (prearticular) என்பனவாம். மேற்கூறிய வரிசை கீழ்த்தாடையின் முன்முனையினின்றும் பின்முனை வரையிலுள்ள வரிசையான அமைப்பினை உணர்த்துவதாம். ஒரு சில இருவாழ்விகளில் ஸ்பிளினியல். கோரேனுய்டு எலும்புகளும், மற்றைய முதுகெலும்பிகளில் டென்ட்டரி எலும்பும் பற்களை யுடையன. பாலூட்டிகளில் கீழ்த்தாடை டென்ட்டரி எலும்பினுல் மட்டுமே ஆனது. ஏனைய முதுகெலும்பிகளில், ஆங்குலர், முன் ஆர்ட்டிகுலர் என்பன எச்ச எலும்புகளாக உள்ளன. சர் ஆங்குலர் ஆங்குலர் என்பன புறடிம்பானிக் எலும்பாக்கப்பட்டுள்ளன. (ectotympanic bone) முன் ஆர்ட்டிகுலர் எலும்பும் ஆர்ட்டிக்குலர் எலும்பும் இணைந்து நடுச்செவிச் சுத்தி எலும்பாகின்றன (mallens).

மண்டையோட்டின் ஆக்கத்திலுள்ள பரிணுமப் போக்குகள் (Evolutionary Trends in the vertebrate Cranium))

முதுகெலும்பிகளின் மண்டையோடு பல நிலைகளில் இன்றுள்ள சிக்கல் நிறைந்த அமைப்பினை அடைந்தது எனவாம். இந் நிலைகள்

ஒவ்வொன்றும் ஓர் அடிப்படைப் பரிணமப்போக்கினாலேயே நிகழ்ந்தன என்றும் கூறலாம். இப் பரிணமப் போக்குகள் ஒவ் வொன்றும் தனித்தனியே கீழே விளக்கப்படுகின்றன.

1. மண்டையோட்டின் பகுதிகள் படிப்படியாக உருவாதல்

இதனைப்பற்றி முன்பே தெளிவாக்கப்பட்டுள்ளது. மூளைப் பெட்டகமே மண்டையோட்டின் அடிப்படை அமைப்பு. இதனுடன் உணர்ச்சிப் பெட்டகங்கள், பின்பு அடித்தோல் மண்டையோட்டு எலும்புகள், அதன் பின்பு உள்ளுறுப்புச் சட்ட கத்தினின்றும் உருவாகிய ஸ்பிளாங்க்னோகிரேனியம் என்பன படிப் படியாக இணைந்து மண்டையோடு உருவாகியது என்பது தெளிவு. இவ் வமைப்பிற்கு மேலும் சிக்கல் தருவதாக, முதுகெலும்பின் முதலிரண்டு முள்ளெலும்புகளும் மண்டையோட்டுடன் செய லிணைப்புப் பெற்றுள்ளன எனலாம். இவை இணைந்ததை உறுதிப் படுத்தும் வகையில் எவ்வித எலும்பும் இல்லையென்றாலும் கருச்சவ் வற்றவைகளை விடக்கருச்சவ்விகளில் இரண்டுஇணை கூடுதலான மூளை நரம்புகள் (cranial nerves) 12 இணை மூளை நரம்புகள்) இருப்பதே, இவ்வாறான நிகழ்ச்சி நிகழ்ந்திருக்க வாய்ப்புண்டு எனக் கருதலாம்.

2. குருத்தெலும்புப் பகுதிகள் அதிகமாதல்

மேற்கூறப்பட்ட முறையில் முதனிலை மண்டையோட்டின் அடிப்படைப் பகுதிகள் (primary compònent) அதிகமாக, அதிக மாக இவற்றினை உருவாக்கும் குருத்தெலும்புகளின் அடிப்படை எண்ணிக்கையும் அதிகமாகும் என்பது தெரிந்ததே. சிறப்புற்ற முதுகெலும்பிகளில் (எலும்பு மீன்கள், பாலூட்டிகள்) நிறைந்த எண்ணிக்கையில் எலும்பாக்கமடையக் கூடிய குருத்தெலும்புகள் உள்ளன எனலாம்.

3. வில்லிஸ்டனின் விதி (Willistons'law)

முதுகெலும்பிகளில் பொதுவாக அடித்தோலினின்றும் உரு வாகும் எலும்புகளின் எண்ணிக்கை குறையும் போக்குள்ளது. சிறப்படையா மீன்களில் இவ்வெலும்புகளின் எண்ணிக்கை மிக அதிகம். வரிசை வரிசையாக எலும்புகள் குறையத் தொடங்கு கின்றன. இவ்வமைப்பினையுடைய வரிசைகள், செவுள்மூடி எலும்பு களின் வரிசை (opercular series) தாடை எலும்புகள் (Jaw bones) கூரையிலுள்ள பக்க வரிசை (lateral roofing series) விழிக்குழி வரிசை (orbital series) என்பன. வாழும் இருவாழ்விகளிலும் (amphibians) பாலூட்டிகளிலும், இப்போக்கு மிகத்தெளிவாக

வுள்ளது. எவ்வாறெனில் இவற்றில் சிறப்புடையா முதுகெலும்பி களிலுள்ளதை விட அடித்தோலெம்புகளின் எண்ணிக்கை மிகக் குறைவே.

4. ஒலி கடத்தும் வழியின் பரிணாமம்

முன் தகவமைப்பு (pre adaptation) பெற்ற ஓர் உறுப்பினை யொட்டி சிறப்படைதல் என்பதினை முதுகெலும்பிகளின் வரலாற்றில் காணலாம். இவ்வுண்மைக்குக்காட்டாகச் செவிப்பெட் டகத்தோடு இணைந்துள்ள ஸ்பிளாங்க்னோகிரேனியப் பகுதி அடையும் மாற்றங்களைக் கூறலாம். மாண்டிபுலர் ஹயாய்டு வளை வுகள் செவிப் பெட்டகத்துடன் தொடர்புடையனவாகையால், அப் பகுதிகட்கு வேறு எவ்வித பணியிருந்த போதும், ஒலியினைக் கடத்துதல் என்ற செயல் அவைகளின் மீது திணிக்கப்பட்டது என்றே கூறலாம். ஆகவே தொடர்புடையனவாக இருந்த ஒரே காரணத்திற்காக அவற்றிற்குச் செவிப் பெட்டகத்தின் ஒரு பகுதி பணி அளிக்கப்பட்டுச் செவிப் பெட்டகம் மேலும் சிறப்படைந்தது. முதன்முதலில் தோன்றிய முதுகெலும்பிகளில், இப் பகுதி ஒலியினை உணருவதாக அமையாதபோதும் பின் தோன்றிய சிறப்புற்ற முதுகெலும்பிகளில் இப் பகுதி ஒலியினை உணருவதற்கேற்ற முன் னமைப்புகளையும், முன் தகவமைப்பினையும்(pre adaptation) பெற்ற தாகிறது. அடிப்படை அமைப்பில் செவி உறுப்பு (otic organ) நீர் நிறைந்த ஓர் பையே. இப் பையின் பல்வேறு பகுதிகளில் மயிரிழை போன்ற நீட்சிகள் அமைந்தன. இவையே நீரில் நிகழும் அதிர்வு மாற்றங்களை உணர்ந்து உணர்ச்சி வாங்கிகளாக (Sensory receptors) செயல்பட்டன. இவ்வாறுள்ள அமைப்பில் நீரில் நிகழும் அதிர்வு மாற்றங்களை உணர்வன, ஒலி அதிர்வால் நிகழும் மாற்றங் களையும் உணர்வனவாக மாற்றமுற்றன என்ற அடிப்படையில் தான் அவைகள் செவிப் பெட்டகமாகச் செயல்பட 'முன் தக வமைப்பினை'யுடையவை என்று கூறப்பட்டது.

பல மீன்கள் செவிட்டுத் தன்மையன என்று கருதப்பட்டன. இது உண்மையென்றும் கூறப்பட்டது. ஏனெனில் அவைகளில் ஒலி உணரக்கூடிய உறுப்புகள் ஏதும் இல்லாத காரணத்தினால் காற்றுப்பைக்கும் (air bladder) அகச் செவிக்கும் இடையில் அமைந்துள்ள உடலின் முதற்பகுதியிலுள்ள முள்ளெலும்புகளின் ஹீமல் முட்கள் (baemal spines) மாற்றமுற்று வேபேரியனின் துண்டெலும்புகளாகச் (Weberian ossicles) சிறப்புற்றுள்ளன. செவியுறுப்பு (otic organ) ஒலி உணர்திறனடையும் போது அகச் செவி (inner ear) எனப் பெயர் பெறும். இவ் வகையான அமைப்

பினையுடைய மீன்கள் கேட்கும் திறன் மிகுதியாக உடையன என்று தெரியவருகிறது. பலமீன்கள் கேட்கும் துணை உறுப்புகளை அற்ற நிலையிலுள்ளன. தனித்த கேட்கும் உறுப்புகளற்ற மீன்களும், அவைகளின் உடலில் எப்பகுதியும் ஒலியினைக் கடத்தும் தன்மையைப் பெற்றிருப்பதால், ஓரளவு ஒலியினைக் கேட்கும் திறனுடையன என்று கருதப்படுகிறது. மேலும் ஒலியினை அறிவதற்குத் தேவையான சிறப்பமைப்பு அகச் செவியில் இருக்க வேண்டுமென்பதில்லை. இந் நிலைதான் நன்கு கேட்கும் திறனுடைய மீன்கள், இருவாழ்விகளில் காணப்படுகிறது. ஒலி அலைகளை மிகுதியாக்குவதற்குரிய அமைப்பு இருப்பின் பொதுப்படையான சிறப்பு அமைப்பு இருந்தாலே ஒலி உணர்திறன் உடையனவாக உயிரி அமையும் என்பதாம். இதே பணியினைத்தான் அதிரும் அமைப்பினையுடைய காற்றுப் பை (air bladder) செய்கின்றது. காற்றுப்பை மிகுதியாக்கும் ஒலி அலைகளை அகச் செவிக்குக் கடத்துவனவாகத் தான் வேபேரியனின் துண்டெலும்புகள் (Weberian ossicles) செயல்புரிகின்றன.

நாற்கால் விலங்குகள் ஒலி அலைகளை நிலத்திலிருந்தோ, காற்றிலிருந்தோ உணரும் தன்மையன. காற்றில் நிகழும் ஒலி அலைவுகளை உணருவதற்குச் சிறப்பமைப்பு புதிதாக உருவாக்கப்படல் வேண்டும். இவ் வமைப்பு மீன்களில் இல்லாத ஒன்றாகும். காற்றில் நிகழும் அதிர்வு உடலின்மீது மோதுவதால் உள்ளுறுப்புகளில் எவ்வித உணர்வினையும் தூண்டுதல் முடியாது. ஏனெனில் அவ் வதிர்வுகளின் செறிவு மிகவும் குறைவானதே. இந்த அடிப்படைத் தடங்கலினால், நாற்கால் விலங்குகளில் காற்றலைகளைக் கடத்தும் வழி நான்கு நிலைகளில் பரிணமித்து முழுத்துவம் பெற்றது எனலாம். 1. மீன்களின் உடல் முழுவதும் நீரின் வழியாகக் கடத்தப்படும் ஒலியினைப்பெறும் தன்மையதான நிலை. 2. இரண்டாவது நிலை சலமாண்டர்களில் (Salamanders) காணப்படுகிறது. இதில் நிலம் கடத்தும் ஒலி அலைகள் (அதிர்வுகள்) அகச் செவிக்கு சிறப்பு வழியான மாண்டிபுலர் தொங்குவிப்பான் (Mandibular suspensorium) வழி கடத்தப்படுகிறது. 3. மூன்றாவது நிலை பாலூட்டிகளைத் தவிர்த்து மற்ற நாற்கால் விலங்குகளில் காணப்படுகிறது. பெருமளவு காற்றின் வழியாக வரும் ஒலி அலைகளும். ஓரளவு நிலம் கடத்தும் ஒலி அலைகளும் மாண்டிபுலர் தொங்குவிப்பான் (mandibular suspensorium) வழி அகச் செவிக்கு (inner ear) கடத்தப்படுகிறது. 4. நான்காவது நிலை மாறு வெப்பக் குருதியுடையவைகளில் காணப்படுகிறது. இவ் வுயிரிகள், காற்றினால் கடத்தப்படும் ஒலியினையே உணர்வனவாகச் சிறப்புப் பெற்றுள்ளன. கேட்கும் திறனுடைய எல்லா முதுகெலும்புகளிலும் தாடைகள் இயக்க

படும்போது பெருத்த ஒலியினை உணரும் என்று அனுமானிக்கப் படுகிறது. ஒரு சில சலமாண்டர்களில் (salamander) ஒலியினைக் கடத்தும் திறன் மிக்க நாரிழைத் திசுக்களும், தசைகளும், மார்பு வளையத்திற்கும், காலுமெல்லாவிற்கும் இடையே உள்ளமையால் முன் இணைப்புறுப்புகள் அசைவுறும்போது பெருத்த ஒலி (roar) உண்டாகும் என்று கருதப்படுகிறது.

5. மாண்டிபுலர் தொங்குவிப்பானின் செயல் பரிணாமம் (Functional evolution of Mandibular Suspensorium)

உடற்பகுதி முழுவதும் ஒலியினைப் பெற்றுக் கடத்தும் தன்மை யினின்றும், காற்றில் வரும் ஒலி அலைகளைப் பெறுவதற்கேற்ற தகவமைப்புகள் திடீரென ஒரே நிகழ்ச்சியாக நிகழவில்லை என்றே கூறலாம். கடத்தும் அமைப்பு இரு வேறுபட்ட பணிகளையுடைய தாகவும் படிப்படியான நிலைகளிலேயே மாற்றமும் நிகழ்ந்திருக்க கூடும் என்று கூறுவர். மாண்டிபுலர் வளைவு இரு பணிகளுடைய தாக அமைந்து ஒருபுறம் ஒலி கடத்துவதாகவும் மற்ற அமைப்பில் தாடையினைத் தொங்குவிப்பதாகவும் செயல்பட்டு பரிணமித்த மையால் அதன் பரிணாம வரலாறு படிப்படியானதே. ஆகவே மாண்டிபுலர் வளைவின் பரிணாமத்தை ஆய்வோமானால் நடுச் செவி எலும்புகளின் (middle ear ossicles) ஆக்கம் தெற்றென விளங்கும்.

மாண்டிபுலர் வளைவின் முதல் பரிணாமநிலை, தாடையற்ற வாயுடையவைகளில் (agnathans) காணப்படுகிறது. இவற்றில் மண்டையோட்டுடன் ஓர் உள்ளுறுப்பு வளைவுகூட இணைவு பெற வில்லை. இவ் வமைப்பு பண்டைத் தொங்குநிலை (paleostyly) எனப் படும்.

பிளாக்கோடெர்ம்களில் தன் தொங்குநிலை (autostyly) உள்ளது. இவ் வமைப்பில் ஹயாய்டு வளைவின் துணையின்றி மாண்டிபுலர் வளைவு மண்டையோட்டுடன் தனித்துத் தானே இணைந்துள்ளது.

மேற்கூறிய நிலைக்கு அடுத்த பரிணாமப்படியிலே மிக முக்கிய மான நிகழ்ச்சி நடைபெற்றது. அந் நிகழ்ச்சியில் ஹயாய்டு வளைவின் மேற்பகுதியான ஹயோமாண்டிபுலர் பகுதி, மாண்டி புலர் வளைவிற்கும் மண்டையோட்டிற்கும் இடையிலமைந்தது. இவ் வமைப்பு பிளாக்கோடெர்ம்களுக்குப் பின் தோன்றிய மீன்களில் காணப்படுகிறது. இதனை உண்மை இரு தொங்குநிலை (Euamphis-tylic) என்பர். ஏனெனில் மண்டையோட்டினின்றும் இரண்டு தொங்கு நிலைகள் உடையன. எவ்வாறெனில் மாண்டிபுலர் வளைவு

நேரடியாக மண்டையோட்டுடன் தானே தொடர்பு கொள்ளல்; மற்றது ஹயோ மாண்டிபுலர் பகுதியிடையீட்டுடன் மண்டையோட்டுடன் தொடர்பு கொள்ளல் என்ற இரண்டாவது தொடர்பு.

நான்காவது பரிணாம நிலை, ஹயோ தொங்கு நிலை (Hyostylic) எனப்படும். இந் நிலை சிறப்படைந்த மீன்களில் (குருத்தெலும்பு மீன்கள், எலும்பு மீன்கள்) காணப்படுகிறது. இந் நிலையில் ஹயோ மாண்டிபுலர் மட்டுமே மாண்டிபுலர் வளைவினை மண்டையோட்டி னின்றும் தொங்குவிக்கச் செயல்படுகிறது. இந் நிலையிலும், இதற்கு முன் விளக்கப்பட்ட நிலையிலும் ஹயோ மாண்டிபுலர் பகுதி, மண்டையோட்டின் செவிப் பெட்டகப் பகுதியுடன் தொடர்புடையது என்பது தெளிவு. இவ் வமைப்பில் அப் பகுதி தாடையினைத் தொங்குவித்தல், ஒலி கடத்தல் (sound Transsmision) என்ற இரண்டு பணிகளை உடையதாயிருந்தது என்பதும் தெளிவு.

ஐந்தாவது நிலை மூன்றாவது நிலையினின்றும் நேரடியாக உருவாகியது. இந் நிலையில் ஹயோ மாண்டிபுலர் பகுதி முற்றும் ஒலி கடத்தமட்டும் பயனுறுமாறு காலுமெல்லா (columella) என்ற பகுதியாக மாற்றமுற்றது. காலுமெல்லா என்ற ஒரே நடுச்செவி எலும்பு, பாலூட்டிகளல்லாத நாற்கால் விலங்குகளில் உள்ளது. ஹயோ மாண்டிபுலரின் துணையினைத் தொங்குவித்தலில் இழந்தவுடன் மாண்டிபுலர் வளைவுமீண்டும் தன் தொங்குநிலை (autostyly) யினைப் பெற்றது. இவ் வமைப்பு சிறப்படையா மீன்களில் (primitive fishes) உள்ளது. எந்தத் தேர்வுச் சக்தி ஹயோ மாண்டிபுலர் பகுதியினை இணைப்புச் செயலினின்றும் (articulation) விடுவித்து முற்றும் ஒலி கடத்தும் பகுதியாக மாற்றியது என்பதைத் தெளிவாகக் கூறுதல் கடினமேயாயினும், அதனை ஒருவாறு ஊகிக்கலாம். ஹயோ மாண்டிபுலர் பகுதி இணைப்புச்செயல் புரியும்போது உருவாகும் வாழும் தகுதியினைவிட (survivalvalue) ஒலி கடத்தும் பணியினை செய்விக்கும்போது உருவாகும் வாழும் தகுதி மிகுதியுடையதாக அமைந்திருக்கும். ஆகவே வாழ வேண்டிய அவசியத்தால் முந்திய பணியினைத் துறந்து புதிய பணியினை மேற்கொண்டது எனலாம். இம் மாற்றத்தின் போது செவிப் பெட்டகத்தின் பக்கத்திலும், ஹயோ மாண்டிபுலரின் முன் விளிம்பிற்கும் அண்மையில் குன்றிய வளர்ச்சியுற்ற முதல் செவுள் பிளவு அமைந்தது, முக்கியமான எதிர்பாரா நிகழ்ச்சியாம். இப் புழை காற்றினின்றும் ஒலி அலைகளைக் கடத்துவதற்குச் செவிப் பெட்டகத்தின் அளவு குன்றாமல் பெரிதும் பயன்படுத்தப்பட்டது. இப் புழையின் புற அமைப்பு மெல்லிய செவிப்பறையினால் மூடப்பட்டது. அதே

நேரத்தில் காலுமெல்லாவாக மாற்றமுற்ற ஹயோ மாண்டிபுலர் கீழிறங்கி இப் புழையினுள் அமைந்து ஒரு முனையில் செவிப்பறை யுடன் தொடர்புடையதாகவும், மறுமுனையில் அகச் செவியுடன் பொருந்துவதாகவும் அமைந்து ஒலியினைச் செவிப்பறையினின்றும் அகச் செவிக்குக் கடத்தியது. இந் நிலையில் அது நடுச் செவித் ண்டெலும்பாகியது. ஆகவே நடுச்செவி வெளி, முதல் செவுளின் குன்றிய வளர்ச்சியுடைய வெளியே.

கடைசிநிலை மண்டையோட்டு இரு தொங்கு நிலை (cranio amphistylic) எனப்படும். இந் நிலையில் நடுச்செவியிலுள்ள காலுமெல்லாவுடன் சுத்தியெலும்பும் (mallens)பட்டறை எலும்பும் (incus) சேர்ந்தமைகின்றன. இவ் விரு எலும்புகளின் உருவாக்கம் முன்பே உள்ளுறுப்பு வளைவுகளின் பரிணமத்தில் விளக்கப்பட் டுள்ளது. இவ்வாறான செயல் மாற்றம் முற்றும் நம்ப முடியாத தாக இருந்தபோதும், தொல்லுயிர் எச்சங்களினின்றும் பாலூட்டி களின் கருவளர்ச்சியினின்றும் சான்றுகள் மறுக்கப்படா நிலையில் விளக்கம் தருகின்றன. பாலூட்டிகளின் முன்னோர்களாகிய ஊர்வனவற்றில் கீழ்த்தாடை ஒலி கடத்தலில் செயல்பட்டது. எவ்வாறெனில், கீழ்த்தாடையின் ஆர்ட்டிக்குலர் எலும்பு, குவாட்ரேட்டுடன் தொடர்புடைய நிலையில் அதிர்வு வழி ஒலி கடத்தப்படுதல் எளிதாம். குவாட்ரேட்டினின்றும், காலு மெல்லாவுக்குப் பல சிறு குருத்தெலும்புகள் வழி ஒலி கடத்தப்பட் டிருக்கும் எனக் கொள்ளலாம். பாலூட்டிகளல்லாத எல்லா நாற்கால் விலங்குகளிலும் காலுமெல்லா மேற்கூறிய அமைப் பினையே உடையது. இவ் வமைப்பில் காற்று வழி வரும் ஒலி அலைகளையும் நிலம் வழி வரும் அதிர்வுகளையும் உணர்வதாகவே காலுமெல்லா செயல்பட்டது எனலாம்.

குவாட்ரேட், ஆர்ட்டிகுலர் என்ற இரு எலும்புகளையும் பொருந்தும் செயலினின்றும் (articular function) விடுவித்து ஒலி கடத்தும் செயலைப் பெறுவனவாக செயல்படுத்தியவை இரு காரணிகள் என்று கூறலாம். பாலூட்டிகள் முற்றும் நிலத்தில் ஊர்ந்து இடப்பெயர்ச்சியினை அடைவதை இழந்தமையால் தாடை ஒலி கடத்தும் செயலற்றதாகியது. இந் நிலையில் தாடைகளின் முனைகளில் அமைந்த குவாட்ரேட்டும், ஆர்ட்டிக்குலர் எலும்புகள் நிலத்தினின்றும் தாடை வழி ஒலி கடத்தும் செயலினை இழந்தும், முற்றும் காற்றலைகளைக் கடத்துவதற்கேற்ப நடுச்செவியுடன் இணை வுற்றது எனலாம். மேலும் தாடைகள் கொறிக்கும், மெல்லும் பணிகளை மேற்கொண்டமையால், அவைகள் திறம்படச் செயல்பட அவற்றின் நீளம் குறைய வேண்டிய தவசியமானது. ஆகவே

பொருந்தும் இடம் (articular place) தாடைகளில் முன்னோக்கி நகர்ந்தது. இவ் வழியில் நீளம் குறைக்கப்படும்போது தாடைகளின் பின் முனைகளில் அமைந்திருந்த செயலற்ற குவாட்ரேட்டும், ஆர்ட்டிக்குலர் எலும்பும் நடுச்செவித் துண்டெலும்புகளாக மாற்ற முற்றன எனலாம். எல்லாப் பாலூட்டிகளிலும் தாடையின் டென்ட்டரி எலும்பு மண்டையோட்டின் ஸ்கோயமோசல் எலும்புடன் பொருந்துவதாகவுள்ளது. பெரும்பான்மையான ஊர்வனவற்றில் ஆர்ட்டிகுலர் எலும்பும் குவாட்ரேட் எலும்பும் செவிப் பறைக்கு மிக அண்மையில் இருந்தமையால், இவ் விரண்டில் சேய்மை எலும்பாகிய ஆர்ட்டிக்குலர், செவிப்பறையுடன் இணைந்து ஒலியினை வாங்குவதாக உள்ளது. ஆர்ட்டிக்குலருக்கு அடுத்த நிலையினையுடைய குவாட்ரேட், பட்டறை எலும்பாக (incus) மாற்றமுற்று பின் அமைவதாகியது. இவ் விரு எலும்புகள் உருவாகி நடுச்செவியில் அமைந்தமையால் காலுமெல்லா எலும்பு தன் பழைய செவிப் பெட்டகத் தொடர்பினை மட்டும் உடையதாகிச் செவிப்பறையினின்றும் விடுபட்டுக் குவாட்ரேட் எலும்பின் அண்மை முனையுடன் தொடர்பு கொண்டது.

செவி உருவாக்கத்திற்கென சைப்பற்றப்பட்ட எலும்புகளில் மேலும் இரண்டு கீழ்த்தாடை எலும்புகள் சாரும். ஆர்ட்டிக்குலருடன் தொடர்புடையதாக அமைந்திருந்த முன் ஆர்ட்டிக்குலர் (pre articular) எலும்பு ஆர்ட்டிக்குலருடன், சுத்தி எலும்பு (mallens) அமைப்பில் பங்கு கொண்டது. இதுவன்றி ஆங்குலர் (angular) சர் ஆங்குலர் என்ற எலும்புகள் செவிக் கோளக் குமிழின் (tympanic bulla) எலும்புகளில் ஒன்றாகிய எக்டோ டிம்பானிக் எலும்பாகிறது.

பண்டைத் தொங்கு நிலை (paleostyly)
(தாடையற்றவை)

|

தன் தொங்குநிலை (autostyly)
(பிளாக்கோடெர்ம்கள்)

|

உண்மை இரு தொங்கு நிலை (Euamphistyly)
(சிறப்படையா மீன்கள்)

ஹயோ தொங்கு நிலை (Hyostylic) சிறப்புற்ற மீன்கள்	தன் தொங்கு நிலை (autostyly) பாலூட்டிகளல்லாத நாற்கால் விலங்குகள்

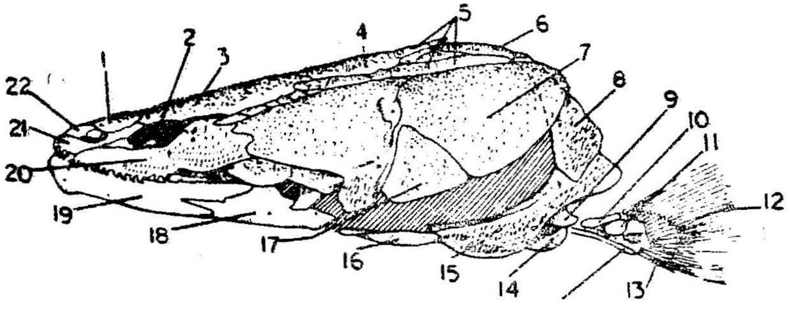
தன் தொங்கு நிலை

மண்டையோட்டு இரு தொங்கு நிலை
(cranio amphistylic)
பாலூட்டிகள்

தாடையினை தொங்குவிக்கும் வகைகளின் பரிணமம்

6. மண்டையோட்டினின்றும் மார்பு வளையம் தனித்தல்

அடித்தோல் மண்டையோட்டுடன் (dermocranium) மார்பு வளையம் தொடர்புடையதாயிருந்தது என்பது தெளிவு. பிளாக்கோடெர்ம்களில் மார்பு துடுப்பு மண்டையோட்டினின்றும் தோன்றுகிறது. இன்று வாழும் எலும்பு மீன்களில் மார்பு வளையம் மண்டையோட்டின் டெம்ஃபோரல் பகுதியுடன் தொடர்புடைய



படம் 10-11-184

ஒரு எலும்பு மீனில் மண்டையோட்டிற்கும், மார்பு வளையத்திற்கு மிடையே உள்ள தொடர்பினைப் படம் காட்டுகிறது.

1. நேசல்; 2. விழிக்குழி; 3. ஃபிரான்டல்; 4. பரைட்டல்; 5. செதில்கள்; 6. பின்டெம்ஃபோரல்; 7. செவுள்மூடி எலும்பு; 8. சுப்ரா கிளைத்ரம்; 9. ஸ்காப்புலா; 10. முன்டெரிஜீயம்; 11. இடைடெரிஜீயம்; 12. துடுப்பு அடித்தோல் ஆர இழைகள் 13. ஆர முட்கள்; 14. கோரகாய்டு; 15. கிளைத்ரம்; 16. கிளாவிக்கிள்; 17. செவுள்மூடி கீழ் எலும்பு; 18. ஆர்ட்டிகுலர்; 19. டென்ட்டரி; 20. மாக்சில்லா; 21. பிரிமாக்சில்லா; 22. எத்மாய்டு.

தாக உள்ளது. நாற்கால் விலங்குகளில் மண்டையோட்டிற்கும் மார்பு வளையத்திற்குமிடையே உள்ள தொடர்பும் முதுகுபுறமாக அமைந்த பல மார்பு வளைய அடித்தோல் எலும்புகளும் மறைந்துள்ளன.

7. விழியிடை வெளி குறைவுறல் (reduction of the inter orbital space)

பெரும்பான்மையான கருச்சவ்வற்றவைகளில் (anamniotes) அகன்ற விழியிடைவெளி காணப்படுகிறது, எலும்பு மீன்களிலும், கருச்சவ்விகளிலும், மண்டையோட்டின் உருவாக்கத்தின் போது டிராபக்குலே குறுக்கிணைப்பு அமைவதால், விழியிடைவெளி மிகக் குறுகியதாக அமைந்துள்ளது. மேலும் இப் பகுதியில் மிகவும் மெலிந்த விழியிடைத் துடுப்பே (inter orbital septum) உள்ளது.

8. எலும்புகள் ஒன்றுவதால் கூட்டெலும்புகள் உருவாதல்

மீன்களிலும் இரு வாழ்விகளிலும் கூட்டெலும்புகளின் உருவாக்கம் தெளிவாக இல்லை. ஊர்வன, பறவை, பாலூட்டிகள் ஆகியவற்றில் தனித்த பல எலும்புகள் இணைந்து கூட்டெலும்புகள் உருவாகின்றன.

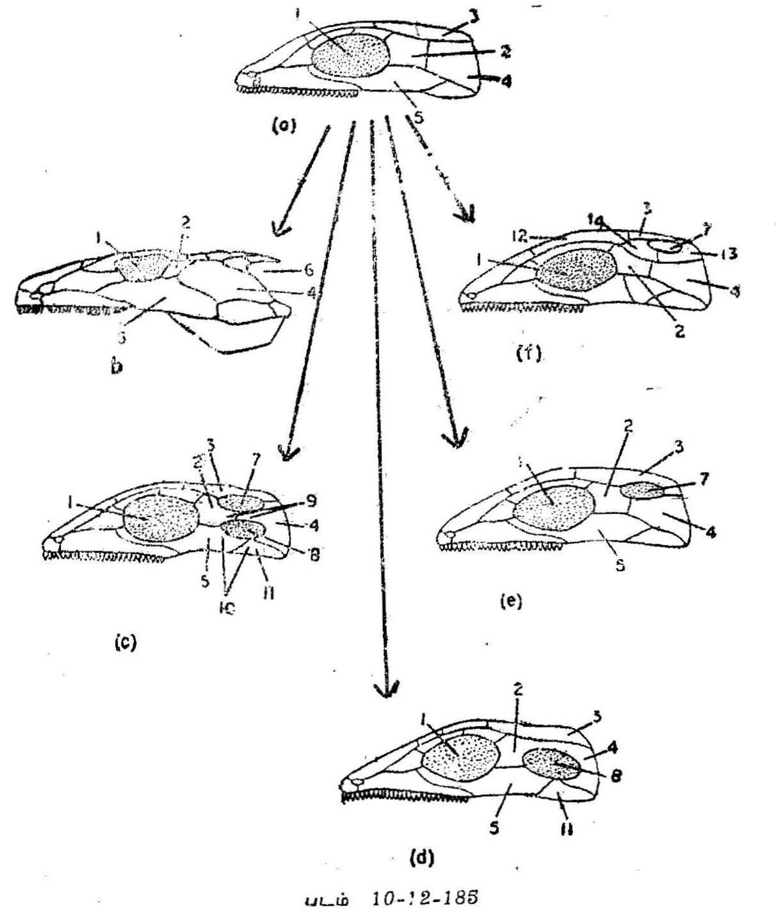
பாலூட்டிகளில், காட்டாக ஆக்சிப்பிட்டல் கூட்டெலும்பு (occipital complex) நான்கு முதல் ஏழு எலும்புகள் ஒன்றுவதால் உருவாகின்றது. இவ் வெலும்புகளாவன: பேசி ஆக்சிப்பிட்டல் இரண்டு எக்ஸ் ஆக்சிப்பிட்டல், சுப்ரா ஆக்சிப்பிட்டல் பரைட்டல் இடை எலும்பு என்பனவாம். எத்மாய்டு கூட்டெலும்பு அமைப்பில் பங்கு கொள்ளும் எலும்புகளாவன: மீசெத்மாய்டு வோமர், எக்டோ எத்மாய்டுகள், மாக்சில்லோ டர்பினல்கள், நேகோ டர்பினல்கள். டெம்போரல் பகுதியில் பங்கு கொள்ளும் எலும்புகளாவன, ஸ்கோயமோசல், பெட்ரஸ், மாஸ்டாய்டு, எக்டோ டிம்பானிக்.

பறவைகளில் இவ் வெலும்பிணைப்பு மிக அதிக அளவில் காணப் படுகிறது. ஒவ்வொரு எலும்பும், அருகிலுள்ள எலும்புடன் இணைந்து அதன் தனித்தன்மை, அளவு, இவற்றினை இழந்த நிலையிலுள்ளது.

9. டெம்போரல் குழிகளின் உருவாக்கம்

அடித்தோல் மண்டையோடு (dermocranium) தனக்கென உரிய தனித்த தசைகளையற்ற நிலையில் மூளைப்பெட்டகம், அதனோடு தொடர்புடைய பகுதிகளின் மீது சூழ்ந்த போது மூளைப்பெட்டகப் பகுதிகளை இயக்கும் தசைகளையும் சூழ்ந்தது என்றே கூறவேண்டும். இதனை உருவகித்துப் பார்ப்போமானால் மூளைப்பெட்டகம் 'U' வடிவினதாகவும், இதன் இருமருங்கிலும் தசைகள் பொருந்திச் செயல்படுவதாகவும் இதனைச் சூழ்ந்து அடித்தோல் மண்டை எலும்புகள் உருவாகுவதாகக் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் காணப்

பெறுவோம். இரண்டு மண்டையோட்டு உறைகளுக்கிடையே தசையமைந்த நிலையினது எனலாம்.



படம் 10-12-185

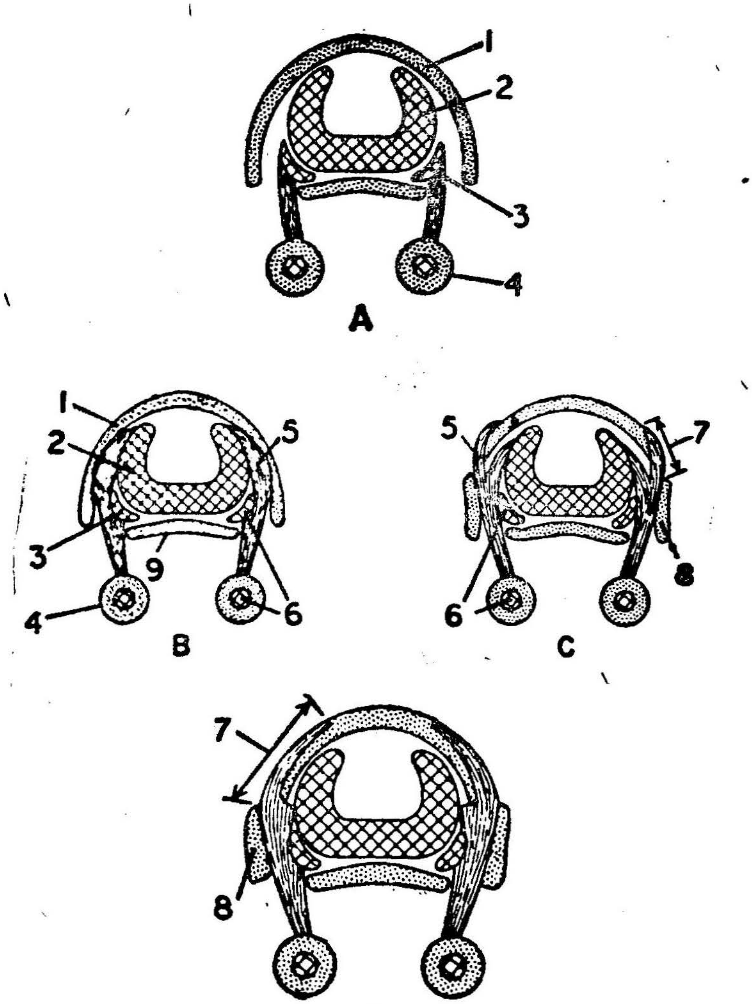
நாற்கால் விலங்குகளில் டெம்ஃபோரல் குழிகளின் பரிணாமம்.

a-அனாப்சிட் நிலை; **b**-டெம்ஃபோரல் பள்ளத்துடன் கூடிய அனாப்சிட் நிலை; **c**-டையாப்சிட் நிலை; **d**-சைனாப்சிட் நிலை; **e**-யூரியாப்சிட் நிலை; **f**-பராப்சிட் நிலை.

1. விழிக்குழி; 2. பின் ஆர்ப்பிட்டல்; 3 பரைட்டல்; 4. ஸ்கோயமோசல் 5. ஜுகல்; 6. டெம்போரல் பள்ளம்; 7. டெம்போரல் மேற்குழி; 8. டெம்போரல் கீழ்க்குழி; 9. டெம்போரல் மேல் வளைவு; 10. டெம்போரல் கீழ் வளைவு; 11. குவாட்ரேட்டோஜுகல்; 12. ஃபிரான்டல்; 13. சுப்ரா டெம்போரல்; 14. பின்ஃபிரான்டல்;

மீன்களில் அடித்தோல் மண்டையோடு முழுமையானதாகவே அமைந்துள்ளதால் அவைகளின் மண்டையோட்டில் குழிகள் ஏதுமில்லை. இந் நிலை அனுப்சிட் (anapsid) நிலை எனப்படும். சிறப்படையா இருவாழ்விகளில் (primitive amphibians) தசைகளின் செயலில் மூளைப்பெட்டகத்தின் மேலமைந்த அடித்தோல் மண்டையோடு, குறுக்கிட்டுத் தடைசெய்வதாக அமைந்ததால் தசைகளின் வயிற்றுப் பகுதி (belly of muscles) சுருக்க நிலையில் பெருக்கமடைய டெம்போரல் ஆழ்பள்ளங்கள் (temporal notch) உருவாகின. இப் பள்ளங்கள் இருவாழ்விகளின் தொல்லுயிர் எச்சங்களின் மண்டையோட்டின் பின்பகுதியில் இரு பக்கங்களிலு முள்ளன. இதே அமைப்பு இன்று வாழும் ஆமைகளிலும் காணப் படுகிறது.

முழுமையான அடித்தோல் மண்டையோடுடைய இருவாழ்விகளினின்றும் சிறப்படையா ஊர்வன பரிணமித்தன. இவற்றின் மண்டையோட்டில் டெம்போரல் இடைவெளி (temporal gap) இல்லை. விழிப் பின் ஆழ்பள்ளமும் (post orbital notch) டெம் போரல் ஆழ்பள்ளமும் தனித்தனியே ஆமைகளில் உருவாயின. ஏனைய ஊர்வனவற்றில் இரண்டு குழிகளே (fossae) உருப் பெற்றன. இவை டெம்போரல் மேல் குழி (Supra temporal fossa), டெம்போரல் கீழ்க்குழி (Infro temporal fossa) எனப்படும். இவ்விரு குழிகளும், மண்டையோட்டின் பின்பகுதியில் இரண்டு பக்கங்களிலும் தோன்றின. இவ்வமைப்பு டையாப்சிட் நிலை (Diapsid stage) எனப்படும். இந்த டையாப்சிட் நிலை இன்று வாழும் எல்லா ஊர்வனவற்றிலும், ஊர்வனவற்றினின்றும் தோன்றிய பறவைகளிலும் காணப்படுகிறது. வாழ்வழிந்த சில ஊர்வன டெம்போரல் கீழ்க்குழியினை இழந்தோ அல்லது உருவாக்கப்படாத நிலையிலோ, டெம்போரல் மேல்குழிமட்டும் உள்ள நிலை காணப்படுகிறது. இதனைப் பாராப்சிட் (parapsid) நிலை அல்லது யூரியாப்சிட் நிலை (Euryapsid stage) என்பர். டெம் போரல் மேல்குழியின் மேல்விளிம்பு பரைட்டல் (parietal)எலும்பி னுலும், டையாப்சிட்களிலுள்ளது போன்று பின்ஃபிராண்டல் (post frontal), மேல் டெம்போரல் எலும்புகளினுலும் சூழப் பட்டிருக்கும். ஆனுல் யூரியாப்சிட்டுகளில் மேல் விளிம்பு பரைட்டல் எலும்பினுலும் ஏனைய பகுதிகள் பின் ஆர்பிட்டல் (post orbital), ஸ்கோயமோசல் எலும்புகளினுலும் சூழப்பட்டிருக்கும். ஆகவே, யூரியாப்சிட் (Euryapsid) நிலையும் பாராப்சிட் நிலையும் தனித்தனி யேதான் பரிணமித்திருக்க வேண்டும். ஒன்று மற்றதனின்றும் தோன்றியிருக்க முடியாதென்பதும் தெளிவு. மற்றும் ஒரு

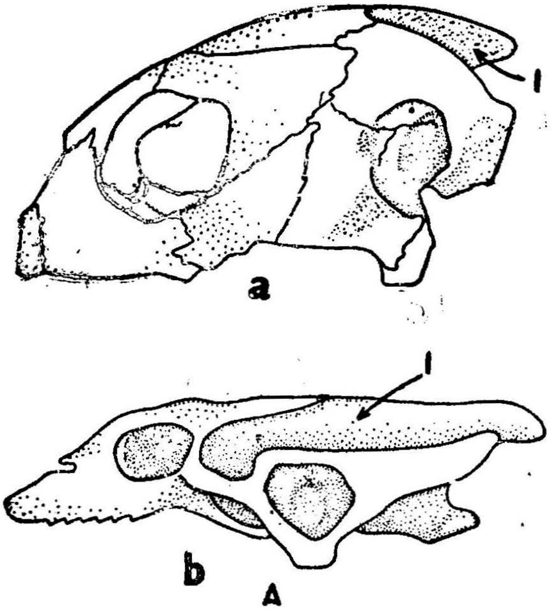


படம் 10-13-186

டெம்போரல் குழிகளின் உருவாக்கத்தால், டெம்போரல் தசைகள் பொருந்துமிடம் மாற்றமுறல். படம் இம் மாற்றத்தினை மண்டை யோட்டின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றத்தில் விளக்குகிறது.

A-சிறப்படையாத் தொன்மை நிலை. மாண்டிபுலர் வளைவுகளோடு தசை இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்வமைப்பு ஏனைய உள்ளுறுப்பு வளைவுகளில் தசைகளின் அமைப்பினையே ஒத்தது. **B**-தசைகள் பொருந்துமிடம். நியூரோகிரேனியத்தின் பக்கங்களுக்கு மாற்றமடைதல். இம் மாற்றத்தால் அடித்தோல் மண்டை

பரிணும வழியில் மேல் டெம்போரல் குழி (upper temporal fossa) மறைந்தோ அல்லது தோன்ருமலேயோ கீழ் டெம்போரல் குழி மட்டும் உள்ள நிலை பரிணமித்தது. இவ் வமைப்பினைச் சைனப்சிட் நிலை (Synapsid stage) என்பர். இப் பரிணும வழியில் உருவான டெம்போரல் கீழ்க் குழி மிகவும் பெரிதாக விரிவடைந்தது. இவ்வகைக் குழியுடைய ஊர்வனவற்றிலிருந்து தான் பாலூட்டிகள் பரிணமித்தன. ஆனல் டெம்போரல் கீழ்க் குழியினையுடைய ஊர்வன மறைந்தழிந்தன.



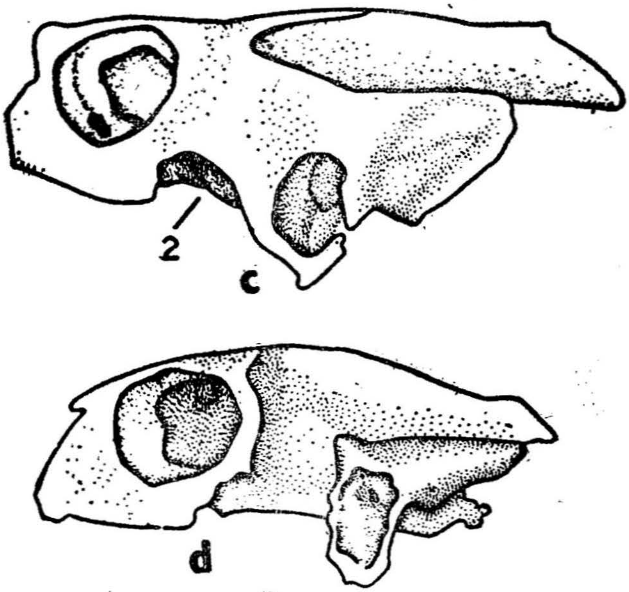
படம் 10-14**A**-186**a**

டெம்போரல் தசைகளின் வயிற்றுப் பகுதி (belly region) சுருக்க நிலையில் பெருக்கமுறவே, ஆமைகளில் காணப்படும் ஆழ் பள்ளங்களும் டெம்போரல் குழிகளும் தோன்றிய போதும், டெம்போரல் தசைகள் மூளைப்பெட்டகத்தோடு பொருந்துவதை

யோடு ஓரளவு மெலியத் தொடங்குகிறது. இதனல் தசைகள் சுருங்க ஏதுவாகிறது. **C**-தசை பொருந்து பரப்பு, அடித்தோல் மண்டையோட்டின் மீது பரவும்போது, குழி உருவாகிறது. **D**-அடித்தோல் மண்டையோட்டின் மீது மிகுதியாகத் தசை பொருந்து பரப்பு அமைவதோடு தசை சைகோமாட்டிக் வளைவின் உட்பரப்பின் மீது பொருந்துதல்.

1. அடித்தோல் மண்டையோடு; 2. நியூரோகிரேனியம்; 3. மேல் தாடை; 4. கீழ்த்தாடை; 5. டெம்போரல் தசை; 6. ஸ்பிளாங்க்னேகிரேனியம்; 7. டெம்போரல் குழி; 8. சைகோமாட்டிக் வளைவு; 9. அண்ணம்.

விடுத்து குழிகளின் விளிம்புகளில் பொருந்தத்தொடங்கின. இவ்விட மாற்றம், முதலைகளில் ஓரளவே உள்ளன. ஆனால் பல்லிகளிலும் பாம்புகளிலும் குழிகளின் விளிம்புகளை மட்டுமன்றி, அடித்தோல்



3

படங்கள் 10-14a & 14b — 186a & 187

டெம்போரல் சைகோமாட்டிக் பள்ளங்களின் மிகு வளர்ச்சியினைப் படம் காட்டுகின்றது.

a-கடல் ஆமை; b-மென்மையான ஓடுடைய ஆமை; c-ஸ்லைடர் என்னும் ஆமை; d-கடின ஓடுடைய ஆமை.

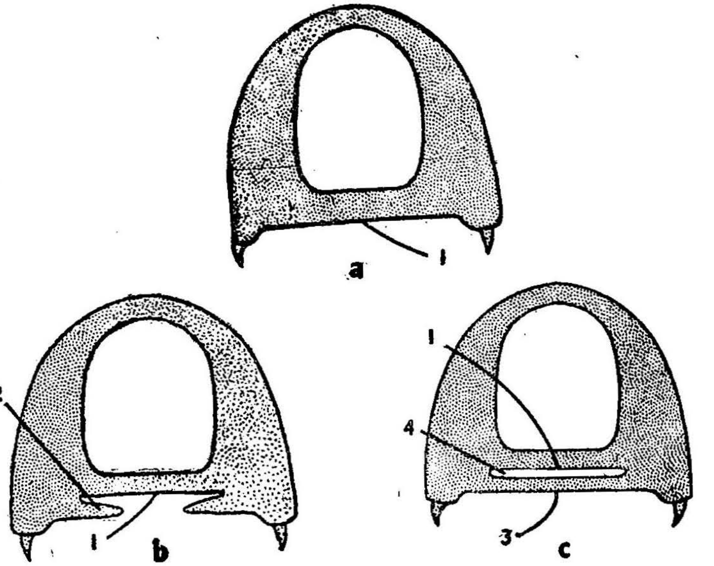
1. டெம்போரல் ஆழ்பள்ளம்; 2. சைகோமாட்டிக் ஆழ்பள்ளம்.

ப ்லடையோட்டின் முதுகுபக்க எலும்புகளையும் கொள்ளுவதாக இ —மாற்றம் அமைந்துள்ளது. பாலூட்டிகளில் இது முழுமையுற்ற நிலையிலுள்ளது எனலாம்.

இரண்டாம் நிலை அண்ணம் உருவாதல்

முதனிலை அண்ணத்தினை (primary palate) உருவாக்கும் எலும்புகளின் பெயர்கள் மேலே குறிக்கப்பட்டுள்ளன. இவ்வெலும்புகள் வாயில் முழுமையான கூரையினை உருவாக்குகின்றன. முன் முனையில் அகநாசித் துளைகளே (internal nares) காணப்படுகின்றன. அகநாசித் துளைகள் மீன்களில் இல்லை. மீன்களிலும்

இருவாழ்விகளிலும் எவ்வித மாற்றமுமின்றி முதனிலை அண்ணம் காணப்படுகிறது. ஆனால், நிலத்தில் வாழ விலங்குகள் முற்பட்டவுடன் இவ்வண்ணத்தின் அமைப்பிலுள்ள உள்ளார்ந்த குறைகள் தெளிவுறலாயின. சுவாசித்தலும், உணவு உண்ணலும் ஒன்றுக்கொன்று இடையூறாக அமைவதே அக் குறையாம்.



படம் 10-15-188

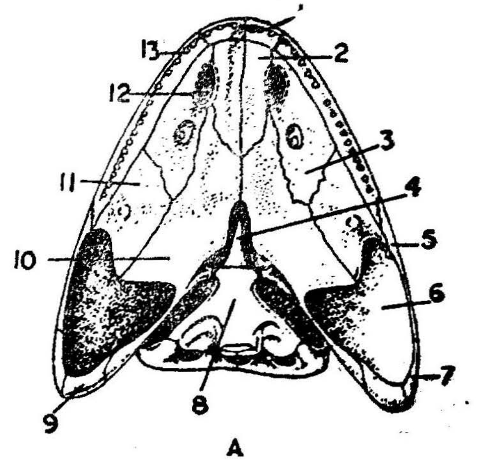
இரண்டாம் நிலை அண்ணத்தின் பரிணாமத்தினை, நாற்கால் விலங்குகளின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றங்கள் விளக்குகின்றன.

a-இருவாழ்வி; b-ஊர்வன; c-பாலூட்டி.

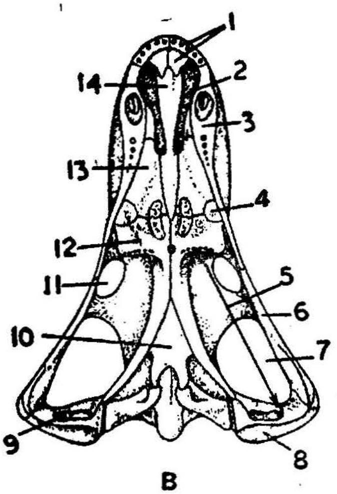
1. முதனிலை அண்ணம்; 2. இரண்டாம் நிலை அண்ணப் பக்க நீட்சிகள்; 3. இரண்டாம் நிலை அண்ணம்; 4 மூக்குத் தொண்டைப் பகுதி.

ஊர்வன இக் குறையினைப் பல வழிகளில் தவிர்க்க முயன்றுள்ளன. பாம்புகளில் மூச்சுக்குழல், வயிற்றுப்பக்கத்தின் முன்முனை வரை நீண்டுள்ளது. இவ் வமைப்பினால் உணவு உண்ணுதலும் சுவாசித்தலும் ஒன்று மற்றதில் இடையீடு இன்றிச் செயல்படும் நிலை உருவாகியுள்ளது. பல்லிகளிலும், ஆமைகளிலும் முதனிலை அண்ணத்தின் மீது மேலும் ஓர் எலும்பாலான தட்டமைப்பு (shelf) முன்முனையினின்றும் வளரத் தொடங்கியது. இத் தட்டமைப்பு மாக்சில்லா, பிரிமாக்சில்லா எலும்புகளையும் ஓரளவு பாலடைன் எலும்பினையும் உடையதாகியது. இவ்வாறு உருவாகியதே இரண்டாம் நிலை அண்ணம் என்பதாம். இது வாயின் புதிய கூரை

யினே உருவாக்கியது எனலாம். முதலேகளில் இரண்டாம் நிலே அண்ணம் முதனிலே அண்ணத்தினே முற்றும் மறைத்து முழுமையடைந்துள்ளது. முதலேகளிலுள்ள இரண்டாம் நிலே



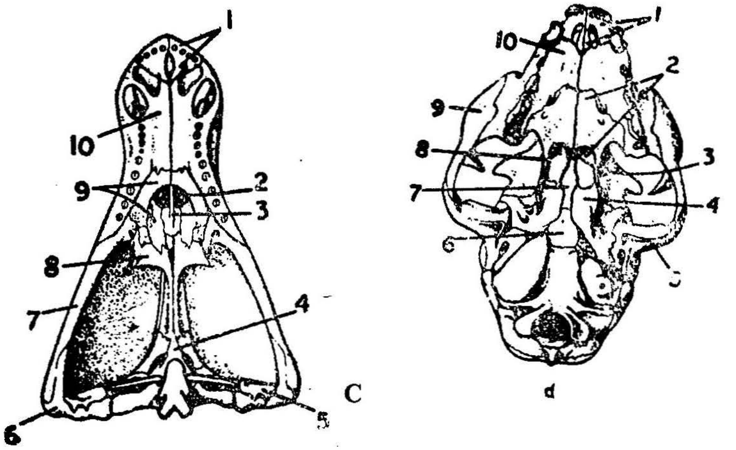
படம் 10-16(a)-189



படம் 10-16(b)-190

அண்ணம் முற்றும் எலும்பாலாகியமையால் பாலூட்டியின் அண்ணத்தினேவிட முழுமையானது. பாலூட்டிகளின் அண்ணத்தின் பின்பகுதி எலும்புகளற்ற தசைத் தடுக்கிளுலானது. ஆகவே,

அப்பகுதி மென்மை அண்ணம் (soft palate) எனப்படும். பாலூட்டிகளிலும் முதலைகளிலும் நாசி வழி (nasal passage) முற்றும் வாய்க்குழியினின்று தனித்துள்ளது என்பது தெளிவு. இவ் வமைப்பு உணவினை நீருக்கடியில் முதலைகள் உட்கொள்ள ஏதுவானதாகும். முதலைகள் நீண்ட நேரத்திற்கொருமுறைதான் சுவாசிக்கும் ஆகவே, இவ்வமைப்பு நீருக்கடி உணவு உட்கொள்வதற்காகவே உருவானது எனக் கருதலாம்.



படங்கள் 10-16a, b, c, d. 189, 190, 191 & 191(a)

நாற்கால் விலங்குகளின் மண்டையோட்டின் அண்ணத் தோற்றங்கள்-
பாலூட்டிகளின் இரண்டாம் நிலை அண்ணத்தின்
பரிணாமத்தினை விளக்கும் படம்

A-இருவாழ்வி.

1. முன்மாக்சில்லா; 2. முன் வோமர்; 3. பாலடைன்; 4. பாராஸ்பினாய்டு; 5. ஜுகல்; 6. டெரிகாய்டு ஆழ்பள்ளம்; 7. குவாட்ரேட்டோஜுகல்; 8. பேசிஸ்பினாய்டு; 9. குவாட்ரேட்; 10. டெரிகாய்டு; 11. எக்டோடெரிகாய்டு; 12. அகநாசிப் புழை; 13. மாக்சில்லா.

B, C & d-அடுத்தடுத்த நிலைகள் ஊர்வனவற்றில் காணப்படுவன.

1. பிரிமாக்சில்லாவும், முன்வோமரும்; 2. அகநாசிப் புழை; 3. மாக்சில்லா; 4. எக்டோடெரிகாய்டு; 5. டெரிகாய்டு ஆழ்பள்ளம்; 6. ஜுகல், 7. டெம்போரல் கீழ்க்குழி; 8. குவாட்ரேட்டோ ஜுகல்; 9. குவாட்ரேட்; 10. பேசிஸ்பினாய்டு; 11. விழிக்குழி; 12. டெரிகாய்டு; 13. பாலடைன்; 14. வோமர்.

C-பட விளக்கம்: 1. முன் மாக்சில்லாவும் முன் வோமரும்; 2. அகநாசிப் புழை; 3. வோமர்; 4. பேசிஸ்பினாய்டு: 5. குவாட்ரேட்; 6. ஸ்கோயமோசல்; 7. ஜுகல்; 8. டெரிகாய்டு; 9. பாலடைன்; 10. மாக்சில்லா.

d-ன் பட விளக்கம்: 1. பிரிமாக்சில்லாவும் முன் வோமரும்; 2. பாலடைன்; 3. வோமர்; 4. டெரிகாய்டு; 5. ஸ்கோயமோசல்; 6. பேசிஸ்பினாய்டு; 7. முன்ஸ்பினாய்டு; 8. அகநாசிப் புழை; 9. ஜுகல்; 10. மாக்சில்லா.

பாலூட்டிகளில் இரண்டாவது அண்ணம், உண்ணும்போதே சுவாசிக்கவும் ஏதுவானதாகவமைந்துள்ளது. மாறு, உயர்ந்த உடல் வெப்ப நிலை, வளர்சிதை மாற்றத்தின் மிகு அளவு, அதனுல் உருவான விரைவான சுவாச விகிதம் ஆகியவற்றிற்கெல்லாம் மேற்கூறிய நிலை இன்றியமையாததே.

பாலூட்டிகளில் உடல் வெப்ப நிலையினைக் கட்டுப்படுத்த இரண்டாம் நிலை அண்ணம் தேவையென்றால் பறவைகளிலும் அது தேவையானதொன்றே. பறவைகளிலும் இரண்டாம் நிலை அண்ணம் உண்டு. ஆனால், எடைக்குறைப்பின் காரணமாக அது முற்றும் மென்மையானதாக அமைந்துள்ளது. இம் மென்மை யமைப்பைத் தாங்குவதற்காக நீண்ட சட்டங்கள் மத்தியப் பகுதியின் இருபக்கத்திலுமுள்ளன.

11. தசை மண்டலம்
(Muscular System)

முதுகெலும்பிகளின் பெரும்பான்மையான உடற்பகுதிகளின் பரிணாம ஆய்வினைச் செய்தல் எளிது. இப் பகுதிகளின் உறுப்பொத்த தன்மை தெற்றென விளங்கும். உறுப்பொத்த தன்மையைப் பற்றிக் கருத்து வேறுபாடோ அல்லது தெளிவின்மையோ நிலவும் போது, மேலும் சில பொதுவான கருத்துகள் பரிணாமத் தன்மையைத் தெளிவாக்கும்.

தசை மண்டலத்தினைப் பொறுத்த மட்டில் மேற்கூறியவாறு பரிணாம வரலாற்றினை அறிதல் எளிதன்று. ஒரு வகையினைச் சார்ந்த சில தசைகளைப் பற்றிக்கூட உறுப்பொத்த நிலையைத் தொடர்ந்து அறிதல் முடியாததொன்றும். இரண்டு அல்லது மூன்று வகையினைச் சார்ந்த தசைகளைப் பற்றி மேற்போக்கான உறுப்பொத்த தன்மையைத்தான் அறிய முடிகிறது. இந்த நிலைக்குரிய காரணிகள், இவ் வத்தியாய முடிவில் விளக்கப்பட்டுள்ளன.

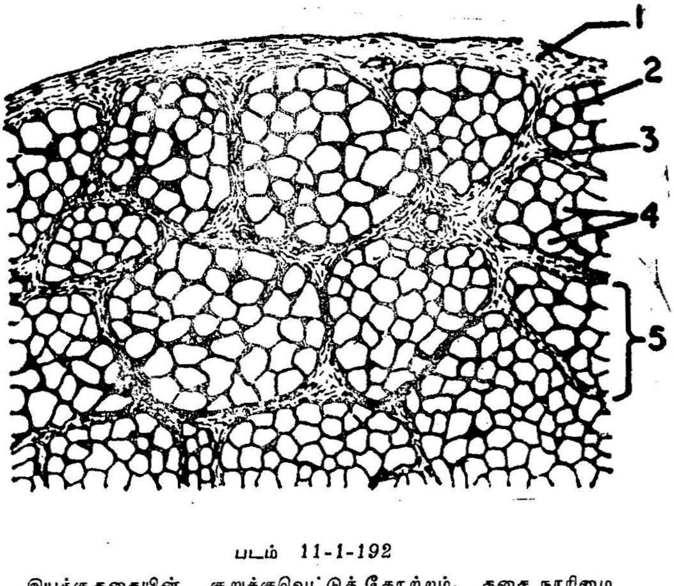
தனித்த தசைகளின் உறுப்பொத்த தன்மையை அறிய முடியாத சூழ்நிலையில் வகை வகையாகத்தான் தசைகளைப் பற்றி அறிய முற்படுதல் வேண்டும். பெரும்பாலும் ஒருவகைத் தசையினின்றுதான் மற்றொரு வகைத் தசை உருவாகிறது. தசைகளை வகைப்படுத்த அவைகளின் கருவியல் தோற்றம் பற்றிய அறிவு இன்றியமையாததாகும். ஆகவே, கருவியலின் அடிப்படையிலேயே தசைகளைப் பற்றி அறிய முற்படலாம். தசைகளை வகைப்படுத்துவதற்கு முன்பு தசைகளைப்பற்றித் தெளிவான அமைப்புத் தெரிந்திருத்தல் வேண்டும். அடிப்படையான விலங்கியல் நூல்களில் தசைகளின் அடிப்படை அமைப்பு விளக்கப்பட்டிருக்கும் தசைகளைப் பற்றி அறியக் கீழ்க்கண்டவை பற்றி அறிந்திருத்தல் அவசியம். 1. உடலின் செயலில் தசையின் பங்கு, 2. தசை நாரின் நுண்

ணமைப்பு (muscle fibre), 3 மூன்று முக்கியத் தசை வகைகள், 4. அவற்றிடையே அமைப்பு, செயல் ஆகியவற்றில் உள்ள ஒற்றுமைகள், வேற்றுமைகள்.

பெருமளவு இவ் வத்தியாயத்தில் சட்டகத் தசையினைப் (Skeletal muscle) பற்றிய கருத்துகள் விவாதிக்கப்படும். வரியற்ற தசையும் (Smooth muscle) இதயத் தசையும், தசைகளாக முதுகெலும்பிகளின் பரிணும வரலாற்றில் பங்கேற்பதில்லை. இவை உள்ள உறுப்புகள், பரிணமிக்கும் போது இவையும் சிறப்புறுகின்றன. ஆனல், சட்டகத் தசையோ தனி உறுப்பினைப் போன்று செயல்படுவது.

இயக்குதசையின் உள்ளமைப்பு (Internal Anatomy of voluntary muscle)

ஒவ்வொரு தசையும் பல தசை நாரிழைகளாலானது (muscle fibre). இத் தசை நாரிழைகளின் எண்ணிக்கை தசையின் அளவினைப்

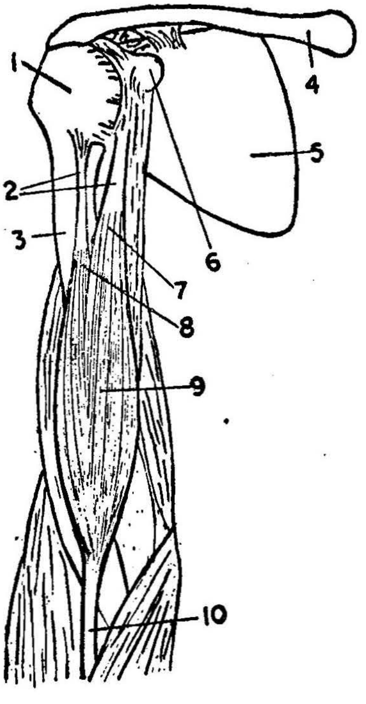


படம் 11-1-192

இயக்குதசையின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம். தசை நாரிழைகளின் அமைப்பும், அதனைச் சூழும் இணைப்புத் திசுக்களின் உறைகளும் தெளிவாகக் காட்டப்பட்டுள்ளன.

1. தசை சூழ் உறை (**epimysium**); 2. நாரிழைஉறை (**endomysium**); 3. நார் உறை (**perimysium**); 4. நாரிழைகள்; 5. தசைநார்க் கட்டு (**basciculus**).

பொறுத்து வேறுபடும். தசையின் அளவு எதுவாக இருந்தபோதும் 20 முதல் 30 தசை நாரிழைகள் ஒன்றாக இணைக்கப்பட்டு, தசை நார் என்ற கூட்டுகளான (fasciculi) அமைப்பு உருவாகும். இத் தசை நார்களின் சிறுகட்டுகளின் அளவு குண்டூசியின் அளவுப் பருமனுடையதாகும். பொதுவான தசை அறுவையில் அடுத்தடுத்துள்ள தசைகளை அறியத் தசைநார்ச் சிறுகட்டுகளின் போக்குப் பயனுடைத்தாகும். ஒவ்வொரு தசைநாரும் இணைப்புத் திசுவினாலான



படம் 11-2-193

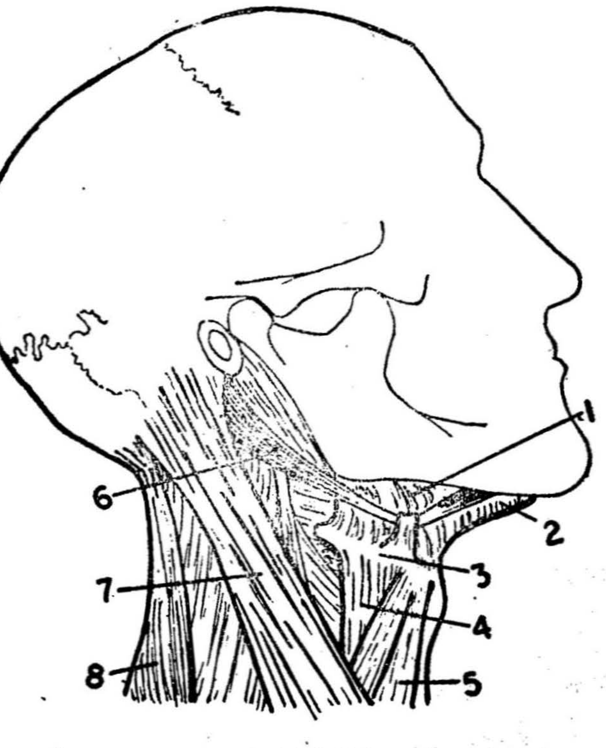
மனிதனுடைய கையில் செயல்படும் ஒருவயிற்றுத் தசை

1. ஹியூமனின் தலை; 2. தோற்ற நாண்கள்; 3. ஹியூமரஸ்; 4. கிளாவிக்கிள்; 5. ஸ்காப்புலா; 6. கோரக்காய்டு பின் நீட்சி; 7. பைசெப்ஸ் தசையின் குறுகிய தலை; 8. பைசெப்ஸ் தசையின் நீண்ட தலை; 9. பைசெப்ஸ் தசையின் வயிறு: 10. தசையின் செருகல் நாண்.

உறையினால் சூழப்பட்டிருக்கும். இதனை நார் உறை (perimysium) என்பர். ஒவ்வொரு நார்க் கூட்டினுள்ளும் உள்ள நாரிழைகள் ஒவ்வொன்றும் மேலும் இணைப்புத் திசுவினாலான உறையினால் சூழப்பெற்றிருக்கும். இவ் வுறையினை நாரிழையுறை (endomysium)

என்பர். முழுத் தசையினையோ அல்லது அதன் பகுதிகளையோ, இணைப்புத்திசு சூழ்ந்திருக்கும். இதனைத் தசை உறை (epimysium) என்பர்.

ஆகவே, தசைகளினின்றும், தசைத்திசு (muscle tissue) முற்றும் நீக்கப்பட்டாலும், இணைப்புத் திசுக்களின் அமைப்பினால், நாரிழைகளின் (fibres) எண்ணிக்கை, அளவு, நார்களின் அளவு,



படம் 11-3-194

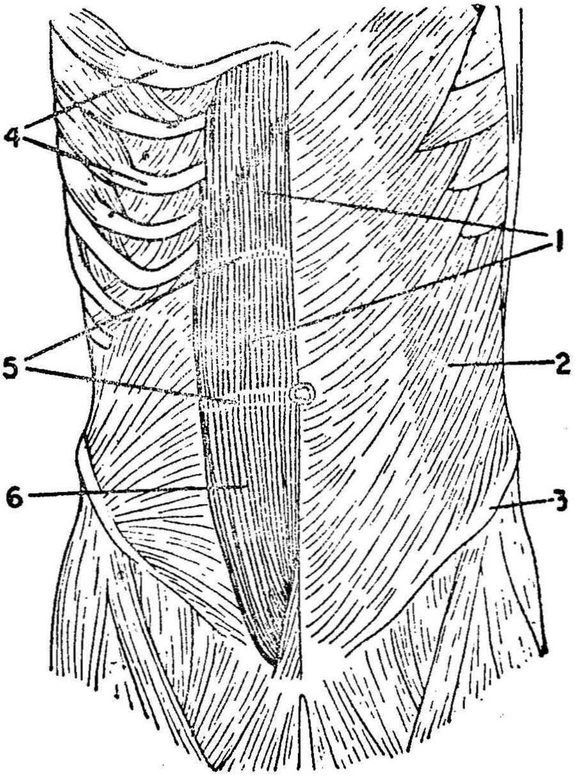
மனிதனுடைய தாடை இயக்கத்தில் செயல்படும் இருவயிற்றுத் தசை

1. ஹையோகிளாசஸ்; 2. மைலோஹயாய்டியஸ்; 4. ஹையாய்டு எலும்பு; 4. தைரோஹயாய்டியஸ்; 5. ஸ்டெர்னோஹயாய்டியஸ்; 6. டைகாஸ்டிரிக்கஸ் (digastricus) இருவயிற்றுத் தசை; 7. ஸ்டெர்னோமாஸ்டாய்டு; 8. டிரப்பிசியஸ்.

எண்ணிக்கை, மற்றும் தசைத் தோற்றம் ஆகியவற்றை எளிதாக அறியலாம். இணைப்புத்திசு புகாத உடலுறுப்புகளே இல்லையெனலாம். அவ்வாறிருக்கத் தசைகள் மட்டும் தவிர்க்கப்பட்டவையன்று.

இயக்குதசைகளின் புற அமைப்பு (External morphology of voluntary muscle)

பொதுவாகத் தசைகள், தசை நாரிழைகள் (muscle fibres) கொண்ட வயிறு (belly or gaster) என்ற பகுதியிலும் இதன்



படம் 11-4-195

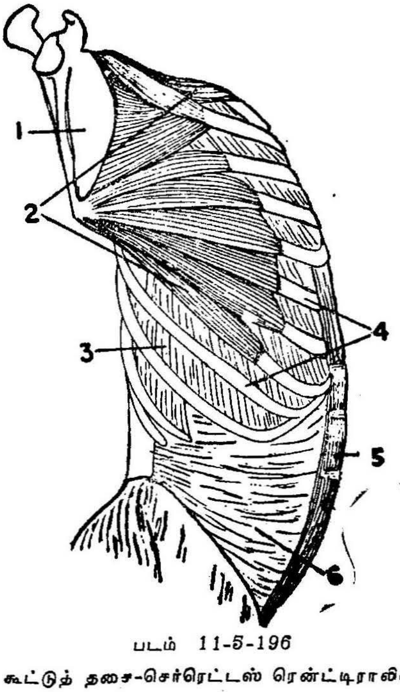
மனிதனில் செயல்படும் பல்வயிற்றுத் தசையும் (**polygastric muscle**) பானிக்குலேட் தசையும்

1. ரெக்டஸ் அப்டாமினிஸ் தசையின் வயிறுகள்; 2. புறச்சாய்வுத் தசை-பானிக்குலேட் தசை; 3. இலிய எலும்பின் உச்சி; 4. விலா எலும்புகள்; 5. தசை நாண் உள்ளீடுகள்; 6. ரெக்டஸ் அப்டாமினிஸ்-பல்வயிற்றுத் தசை.

முனைகளிலும், உறுதியான இணைப்புத் திசுவினுலான தசை நாண்களிலும் காணப்படும். தசை நாண்களின் உதவியால்தான் தசை ஏனைய உறுப்புகளோடு இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இணைக்கப்பட்ட

இரு முனைகளிலும், தசைச் சுருக்கத்தின்போது, சமமான இழுப்பு விசை அமையும்.

எல்லாத் தசைகளும், தசை நாண்களுடன் அமைந்து இணைவதில்லை. இவ் வமைப்பில் பல மாற்றங்கள் காணப்படும். ஒரு தசையின் நார்கள் நேரிடையாக மற்றொரு தசையின் தசை சூழ் உறையுடன் (epimysium) இணைவதாலோ, அல்லது எலும்பு சூழ் பரப்பின் இணைப்புத் திசுவுடன் இணைவதாலோ, தசை நாண் அற்ற நிலை உருவாகும். தசை நாண் என்ற இறப்பு இணைப்புத் திசு தசை இழுவிசையினைக் கடத்துவதற்காகவே உருவாக்கப்பட்டமையால், தேவையற்ற இடங்களில் அது காணப்படுவதில்லை. மற்றும் சில



படம் 11-5-196

கூட்டுத் தசை-செர்ரெட்டஸ் ரென்ட்டிராலிஸ்

1. ஸ்காப்புலா; 2. செர்ரேட்டஸ் மாக்னேஸ்; 3. விலா எலும்பிடைப் புறத் தசை; 4. விலா எலும்புகள்; 5. ரெக்டஸ் அப்டாமினிஸ்; 6. டிரான்ஸ் வர்சஸ்.

இடங்களில், தசை நாண் தனது கயிற்று (cord) உருவ நிலையினை இழந்து தட்டையான அமைப்பில் காணப்படும். தட்டையான படல அமைப்பிலுள்ள தசை நாண்கள், தட்டைத் தசை நாண்கள் (aponeuroses) எனப்படும். தசைகளின் வயிறுகளும் வேறு

பாட்டுடன் அமையும் தன்மையன. பெரும்பான்மையான தசைகளின் வயிறுகள் கதிர் (spindle) வடிவினதாக அமைவுற்று இருமுனைகளிலும் தசை நாண்களையுடையதாகிறது. சில தசைகளின் வயிறு பரந்த நிலையில் தட்டையமைப்பினைப் பெற்றும் ஒரு முனையில் தட்டைத் தசை நாணுடனும் இணைந்த நிலையில் அமைகிறது. இவ்வகைத் தசைகளைப் பானிக்குலேட் (paniculate) தசைகள் என்பர்.

வயிறுகளின் (gaster) எண்ணிக்கையை அடிப்படையாகக் கொண்டு தசைகளை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை ஒரு வயிற்றுத் தசை(monogastric); இதில் ஒரு வயிறுதான் காணப்படும். இருவயிற்றுத் தசையில் (digastric)இரண்டு வயிறுகள் காணப்படும். மற்றும் சில பல வயிறுகளை உடைமையால் பல்வயிற்றுத் தசை (polygastric) எனப்படும். ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வயிறுகள் இருக்குமானால், ஒரு வயிற்றுக்கும் அருகமைந்துள்ள அடுத்த வயிற்றுக்கும் இடையில் குறுகிய இணைப்புத் திசுவாலான தடுப்புக் (connective tissue partition) காணப்படும். இதனைத் தசைநாண் உள்ளீடு (tendinous inscription) என்பர். ஒரு தசையானது தனது போக்கில் அடுத்தடுத்துப் பல பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டு, ஒவ்வொன்றும் தனித்த தசைத் தலைகளை (muscle heads) உடையதாக இருக்குமேயானால், அது பல்வயிற்றுத் தசையாகாது. இவ்வமைப்புத் தசைப் பகுதிகளானதையே குறிக்கும். இவ்வகைத் தசையினைச் சிக்கலுடையன எனலாம். தசையின் நார்கள், அதன் நீள் போக்கில் தசை நாண் உள்ளீட்டினை ஒரே மட்டத்தில் உடையதாயிருக்குமானால் அவ்வகைத் தசையே பல்வயிற்றுத் தசை எனப்படும்.

தசைநாண் உள்ளீடுகள்

தசை இடையீட்டுத் தடுப்புகளின் மிகுவளர்ச்சியே இயக்கு தசைகள். சிறப்புடைய நிலையில் அவற்றின் தசை நாரிழைகள், உடற்பகுப்பமைப்பினை ஒத்தனவாயிருந்தன. இந் நிலையில் ஒரு பகுப்பில் உருவாகும் தசை நாரிழைகளின் நீளம், அப் பகுப்பின் அளவினையுடையதாக இருந்தது. ஆனால், நாற்கால் விலங்குகளில் பெரும்பான்மையான தசைகள், பல பகுப்புகளிலுள்ள தசைகளின் ஒன்றிய தன்மையாலும் தசையிடையீட்டுத் (myosepta) தடுப்புகளின் மறைவினாலும் உருவானவையே. ஆகவே,ஒரு தசையில் தசை நாண் உள்ளீடு அமையுமானால், அத்தனை சிறப்படையாத ஒன்று என்றே கருதலாம். பாலூட்டிகளின் உடலில் காணப்படும் எல்லாத்தசைகளிலும் ரெக்டஸ் அப்டாமினிஸ் (Rectus abdominis) என்ற தசையும், அச்சு மேல் தசைகளும்(epiaxial muscles)குறைந்த

அளவே மாற்றமுற்ற தசைகள் எனலாம். அவைகளைச் சிறப்படையாதன என்றாலும் தவறில்லை.

இயக்குதசைகளின் செயல்கள்
(Action of voluntary muscles)

ஒரு தசையின் இருமுனைகளிலும் உள்ள இணையும் பகுதிகள் தோற்றம் (origin), செருகல் (insertion) எனப்படும். தசையின் தோற்ற முனையினை நோக்கிய பகுதி தலை (head) எனப்படும். செருகல் (insertion) முனையினை நோக்கிய பகுதி பல உட்பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டு நழுவல்கள் (slips) என அழைக்கப்படும். தசையின் இருமுனைகளைக் குறிக்கும் இச்சொற்கள் ஒன்று மற்றதாக மாற்றி அழைக்கப்பெறும். தசை செயலுறும்போது தோற்றப் பகுதி நிலைத்த தன்மையும், செருகல்முனை அசையும் தன்மையும் பெறுவதே அவ்வாறு மாற்றியும் அழைக்கப்படக் காரணமாகின்றது. ஒரு தசை பல செயல்களையுடையது ஆதலின், ஒரு செயலில் செருகல்முனையாகப் பயன்படுவது மற்றொரு செயலில் தோற்ற முனையாகச் செயல்படும் தன்மையுடையதாக மாறவாய்ப்புள்ளமையால், இம் முனைகளின் பெயர்களும் மேற்கூறியவாறே மாற்றமுறலாம். ஒவ்வொரு தசைக்கும் ஒரு முதனிலைச் செயலும் (primary function) பல இரண்டாம் நிலைச் செயல்களும் உள்ளன. முதனிலைச் செயலினை அடிப்படையாகக் கொண்டுதான், தசையின் இருமுனைகளும் பெயரிடப்பெறும். இரண்டாம் நிலைச் செயலினை ஒரு தசை மற்றும் சிலதசைகளுடனோ அல்லது பலவகைத் தசைகளுடனோ சேர்ந்து நிகழ்த்தும். இந் நிலையில் செயலில் ஈடுபடும் தசைகள் கூட்டுச் செயலிகள் (Syneegist) எனப் பெயர் பெறுவனவாகும். முதனிலைச் செயல் அடிப்படையில் உருவான தோற்ற, செருகல் முனைகள், கூட்டுச் செயலிகளாகச் சேர்ந்து செயல்படும்போது, மாறிய நிலையில் செயல்படும். காட்டாக ஜீனியோஹயாய்டு (geniohyoid) என்ற தசை பாலூட்டிகளில் குரல்வளையினை (larynx) முன்னோக்கி நகர்த்தும் முதனிலைச் செயலுடையது. இச் செயலைச் செய்விக்கும்போது தசையின் தோற்றம் (origin) மாண்டிபுலர் ஒன்றியத்திலும் (mandibular symphysis) செருகல் ஹயாய்டு சட்டத்திலும் அமைகிறது. ஹயாய்டு சட்டம் குரல்வளையுடன் இணைந்துள்ளது. இதே தசை, கீழ்த்தாடையினைக் கீழ்நோக்கி இயக்க டைகாஸ்ட்ரிக் (Digastric) என்ற தசையுடன் சேர்ந்து கூட்டுச் செயலியாகச் செயல்படுகிறது. இச் செயலினை நிகழ்த்தும்போது ஹயாய்டில் தோற்ற (insertion) முனையினையும், மாண்டிபுலர் ஒன்றியத்தில் செருகல்முனையினையும் உடையதாகிறது.

ஆகவே ஒரே தசையின் தோற்ற, செருகல் முனைகள், செயலின் நிலையினைப் பொறுத்து மாற்றமடையலாம்.

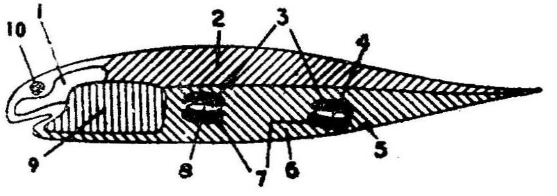
சுருக்கமடையும் போதே தசைகள் விசையினை உண்டு பண்ணும் தன்மையன. மேலும் அவை தாங்களாகவே, சுருங்கிய நிலையி னின்றும் நீட்சியடைவதில்லை. ஆகவே தசைகள் மாறுபட்ட முறையில் செயல்படும் வகைகளாகவே அமைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒன்று, ஒருதிசையில் சுருக்கமடையும்; மற்றது எதிர்த்திசையில் நீட்சியுறும். ஓர் உடற்பகுதியினை இயக்குபவை, இயக்கிகள் (agonists) எனப்படும். இவை செயல் இயக்கமற்ற (passive) தசைகளுக்கு (antagonists) எதிர்ப்பட்ட நிலையிலேயே அமைந் திருக்கும். செயலற்ற தசைகளை எதிர் இயக்கிகள் (antagonists) என்றும் கூறுவர். எதிர் இயக்கிகள் சுருக்கமடையும்போது, இயக்கிகள் நீட்சியுற்று அடுத்துச் சுருக்கமடைய ஏற்ற நிலையினதா யிருக்கும். பெரும்பான்மை நிலைகளில், எதிர் இயக்கிகள் ஒன்றுக்குமேல் இருக்குமானல்,இவை ஒவ்வொன்றும் ஒவ்வோர் அள வில் சுருக்க முற்றுச் செயல்படும், இந்நிலையில் இயக்கிகளும் வெவ் வேறு அளவில் நீட்சியடைய முற்பட்டு, ஒன்றிணைந்த ஒருசெயல் இயக்கத்தினை (co-ordinated movement) உருவாக்க முடியும். மிக அரிதாகவே எதிர் இயக்கிகள் எல்லாம் தங்களின் உச்சச் சுருக்க நிலையினை அடைகின்றன. இந்நிலையில்தான் எலும்புமுறிவு நிகழ் கிறது. இதனைப்பற்றி முன்பே அறிந்தோம்.

எதிரிடையான செயல்களையுடைய கீழ்க்கண்ட வகையான தசைகளை விலங்குகளில் காணலாம். புழைகளின் வாய்ப் பகுதியினைச் சுருக்குவதன் வழி அடைக்கப் பயன்படும் தசை சுருக்குதசை (sphinctors) எனப்படும். இதற்கு எதிர்ச் செயலினைச் செய்பவை விரிக்கும்தசை (dialators) எனப்படும். இத் தசை செயல்படும்போது புழை திறக்கப்பெறும். ஒருசில உறுப்பு களை உள்ளிழுக்கப் பயன்படுவன உள்ளிழுப்பான் (retractors) எனவும், புறத்தே தள்ளப்பயன்பெறும் தசை புறத்தள்ளுவான் (protractors) என்றும் அழைக்கப்பெறும். ஸ்டேர்னோஹயாய்டு (sternohyoid) என்ற தசை, நாக்கினை உள்ளிழுக்கவும், ஜீனியோ ஹயாய்டு (geniohyoid) என்பது நாக்கினை வெளியே நீட்டவும் பயன்படுவன. இவை இரண்டில் முன்னது உள்ளிழுக்கும் (retraction) வகையினையும் பின்னது புறந்தள்ளும் (protractor) வகையினையும் சார்ந்தது. மேலும் ஒருபகுதியினை உயரச்செய்வது உயர்த்துவான் (levators) என்றும், கீழிறங்கச் செய்வது இறக்கு வான் (depressors) என்றும் அழைக்கப்படும். கீழ்த் தாடையினை மேல்நோக்கித் தூக்கு தசைகளை மூடப் பயன் பெறும். மாசெட்

டார் (Masseter) டெம்போரல் தசைகள் (Temporel Muscles) உயர்த்துவான் வகையினையும், கீழ்த் தாடையினை மேல் தாடையினின்றும் தனித்துக் கீழிறங்கச் செய்யும் டைகாஸ்ட்ரிக் (digastric) தசை இயக்குவான் (Depressor) வகையினையும் சாரும். இணைப் புறுப்புகளின் முதுகுபக்கத் தசையினின்றும் உருவாகி இணைப்புறுப்பினை நீட்டுவதற்குப் பயன்படுவது நீட்டுவான் (extensors) என்றும், மடக்குவதற்குப் பயன்படும். தசை மடக்குவான் (flexors) என்றும் அழைக்கப்படும். ஓர் இணையுறுப்பின் சேய்மைப் பகுதியின் முதுகு பக்கத்தினைப் பின்நோக்கித் திரும்பப் பயன்படும் தசை பின் திருப்புவான் (supinators) என்றும் அதே பகுதியினை முன்நோக்கித் திருப்புவதற்குப் பயன்படும் தசை முன் திருப்புவான் (pronators) என்றும் அழைக்கப்படும்.

சிறப்படையாத் தாடைசூழ் வாயுடையவைகளில் தசையமைப்பு (The musculature of Primitive gnathostome)

இணையான இணைப்புறுப்புகளையுடைய சிறப்படையா முதுகெலும்பிகளில் தசைகள் மிகப்பெருமளவில் பொதுவான அமைப்பினையே உடையதாயிருந்தது. சிறப்புடையச் செயல்களை செய்யக்கூடிய சிறுதசைகளாக அவ்வமைப்பு வேறுபாடு அற்ற



படம் 11-6-197

சிறப்படையா முதுகெலும்பியின் இயக்கு தசைகளின் அமைப்பு.

1. மண்டையோடு; 2. அச்சு மேல் தசைகள்; 3. இணைப்புறுப்பு நீட்டுவான்கள்; 4. இடுப்பு இணைப்புறுப்பு; 5. மலப்புழை; 6. அச்சு கீழ்த் தசைகள்; 7. இணைப்புறுப்பு மடக்குவான்கள்; 8. மார்பு இணைப்புறுப்பு; 9. செவுள் பகுதித் தசைகள்; 10. விழிப்புறத் தசைகள்.

தாகவே அமைந்திருந்தது. இயக்கு தசைகளின் அமைப்பினைக் கீழ்க் கண்டவாறு சுருக்கமாக விளக்கலாம். (1) உடற் சுவரில் அமைந்த நடுவுடல் தசைப்பகுதி. இப் பகுதி இரண்டு பகுதிகளாக மட்டுமே பிரிவுற்றிருந்தது. அவை அச்சுமேற்பகுதித்தசை(epaxial) அச்சுகீழ்ப் பகுதித்தசை (hypo axial) என்பனவாகும். (2) மேலும் தசையின் நாரிழைகள் உடற்பகுப்பின் (body segment) குறுக்கு அளவினையே நீளமாகக் கொண்டவை. (3) ஒவ்வோர் இணைப்புறுப்பும், பொது

வான வேறுபாடுருத முதுகுபக்கத் தசை, வயிற்றுப்பக்கத் தசை என்ற இரண்டினை யுடையதாயிருந்தது. (4) தொண்டையினைச் சூழ்ந்த உள்ளுறுப்புச் சட்டகத்தோடு மட்டும் தொடர்புடைய செவுள் பகுதித்தசை (branchiomsic)யினை உடைய அமைப்பு காணப்பட்டது. (5) கண்சாராத தசைவகை (extrinsic muscles) யினையும் உடையனவாயிருந்தன. மேற்குறிப்பிட்ட ஐந்துவகைத் தசைகளும் இன்று வாழும், சிறப்புற்ற முதுகெலும்பிகளில் பல மாற்றங்களுடனும், சிக்கல் நிறைந்த உள்பகுதிகளுடனும் காணப் படுகின்றன.

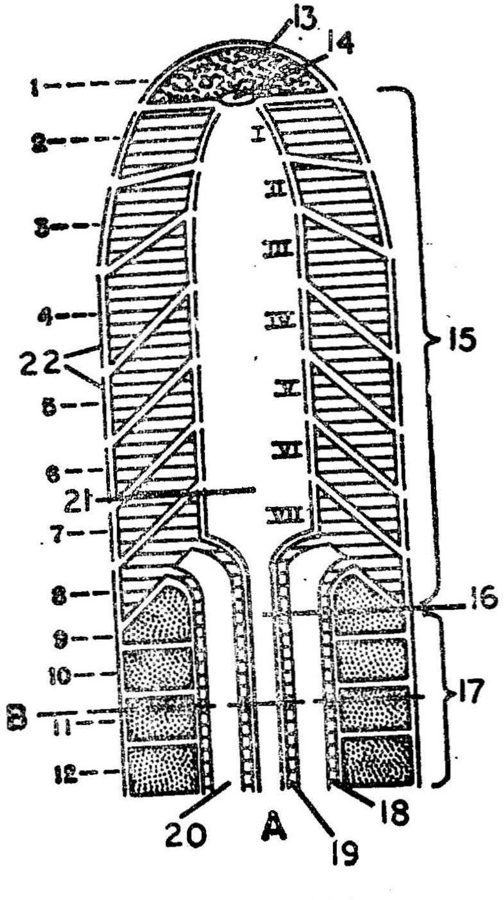
மாற்றங்கள் தோன்றிய முறைகள் (Methods of Modification)

உயர் நாற்கால் விலங்குகளில் (higher tetrapods) உடலில் காணப்படும் மிகச் சிறப்படைந்த தசைகள், பலவழிகளிலும் மாற்றமுற்றே சிறப்படைந்தன எனலாம். சிறப்படைவதற்கு ஏற்ற மாற்றங்களைக் கீழ்க்கண்ட படிநிலைகளாகக் கூறலாம். 1. ஒரு தசை பல உட்பகுப்புகளுக்கு நீள்வதற்கு ஏற்ற அமைப்பினை உருவாக்கப் பல தசைத் துண்டங்கள் (myotomes) ஒன்றிணைந்தன. 2. மேற்கூறியவாறு நீள்போக்கில் தசைத் துண்டங்கள் இணையும் நிலையிலேயே ஒன்றன்மேல் ஒன்ருக அமையும்படி அவை பிள வுற்றன. இவ் வமைப்பிற்குக் காட்டாக, பாலூட்டிகளின் மார்பு, வயிற்றுப் பகுதித் தசைகளைக் கூறலாம். 3. முதலமைப்பில் சிறிய பகுதியில் மட்டும் காணப்பட்ட தசை, பெருக்கமுற்றுப் பரந்து அமைதல். இந்த நிலைக்குக் காட்டாக மீன்களின் செவுள் உயர்த் துவான் (piscine gill lavators) என்ற தசையினின்றும் உருவாகி பாலூட்டிகளில் காணப்படும் டிரபிசியஸ் (trapezius) என்பதனைக் கூறலாம். 4. இடமாற்றமுற்ற சில தசைகள் மிகச் சிறப்புற்றன. கழுத்துப் பகுதிய அச்சு கீழ்த் தசைகளினின்று (hypo. axial) உரு வாகியதே உதரவிதானம் (diaphragm). 5. இணைப்புறுப்புத் தசைகள் விரல்களின் எண்ணிக்கை அடிப்படையில் மிகுந்த அளவு பலவாகப் பெருக்க முற்றன அல்லது அவற்றின் இணையும் பகுதிகள் ஒன்றின. 6. பலதசைகள் உட்பகுதிகளாகப் பிரிவுற்று ஒவ்வொரு பகுதியும் தனித்தனியான செயலும், தனித்தன்மையும் பெற்றன.

அச்சுத் தசையின் அடிப்படை அமைப்பு (Basic Conformation of axial musculature)

மண்டை - தொண்டைப் பகுதியின்(cranio pharyngeal region) தசை அமைப்பு, தொண்டைக்குப் பின்னுள்ள பகுதியின் தசை யமைப்பினின்றும் முற்றும் வேறுபட்டது. தொண்டைக்குப் பின்

பகுதியில் தசையமைப்பு எளியதாகவும், மிகுந்த அடிப்படையினை யுடையதாகவும் உள்ளது.



படம் 11-7-198

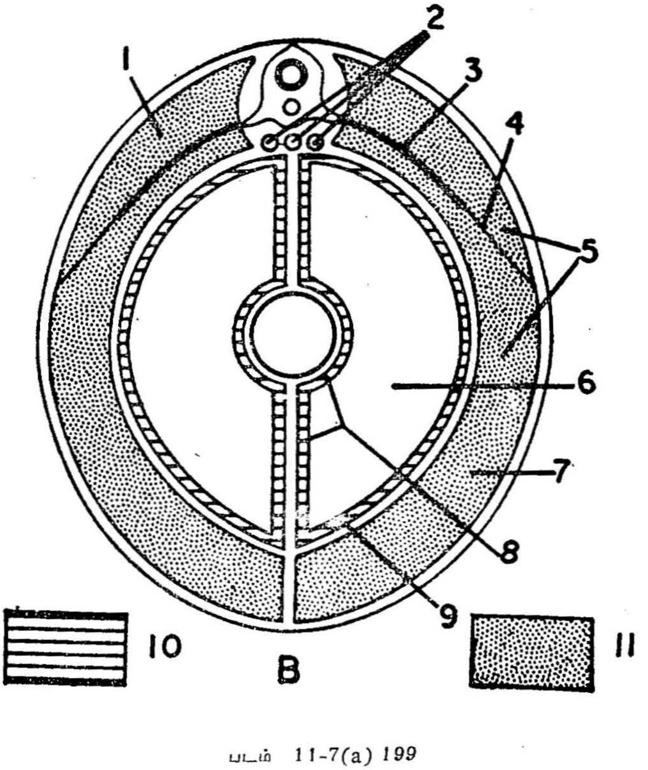
கருதுகோள் நிலையில் வளர்ச்சியுற்ற சிறப்படையா முதுகெலும்பியின் மத்திய முகப்பு வெட்டுத் தோற்றம் (**mid frontal section**) இயக்கு தசைகளின் அமைப்பினைக் காட்டுவதாம்.

1-12. உடற் பகுப்புகள்; 13. தசைத் தன்மையற்ற திசு; 14. வாய்; 15. செவுள் பகுதித் தசைகள் (I-VII); 16. உணவுக்குழல் - இரைப்பை; 17. தசைத் துண்டங்கள்; 18- பரைட்டல் ஸ்பிளாங்க்னோ படலம்; 19. உள்ளுறுப்பு ஸ்பிளாங்க்னோ படலம்; 20. உடற்குழி.

B-படம் 11-7(a)ல் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் அமையுமிடம்.

தொண்டைக்குப் பிற்பட்ட நடுவுடல் பகுதி

இந்தப் பகுதியில் மூன்று பரப்புகளினின்றும் தசைகள் உருவாகின்றன. தசைத் துண்டக் கீழ்ப்பிரிவின் (hypomere) ஸ்பிளாங்க்னிக் சுவரினின்றும், உணவு மண்டலத்தில் செயல்படும் வரியற்ற தசைகளும், ஒரு பெரிய குருதிக் குழாய்களில் காணப் படும் தசைகளும் உருவாகின்றன. இப் பரப்பினின்றும் உருவாகும் தசைகள் அனைத்தும் இயங்கு தசைகளே (involuntary muscle). தசைத் துண்டக் கீழ்ப் பிரிவின் பரைட்டல் சுவரினின்றும் தசை



படம் 11-7(a) 199

படம் 11-7ன் **B** நிலையில் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்.

1. தசைத்துண்டு அச்சுமேல் தசைகள்; 2. குருதிக் குழாய்கள்; 3. முதுகு பக்க விலா எலும்பு; 4. படுக்கைமட்டச் சட்டகத்தடுப்பு, 5. தசைத் துண்டங்கள்; 6. உடற்குழி; 7. தசைத்துண்ட அச்சுக் கீழ்த்தசைகள்; 8. உள்ளுறுப்பு ஸ்பிளாங்னே படலம்; 9. பரைட்டல் ஸ்பிளாங்னே படலம்; 10. தசைத் துண்டத்தின் கீழ்ப்பகுதியினின்றும் தோன்றியவை; 11. தசைத் துண்டத்தின் மேற்பகுதியினின்றும் தோன்றியவை. 10, 11 என்பன 11-7 & 11-7(a) என்ற இருபடங்களுக்கும் பொருந்துவதாம்.

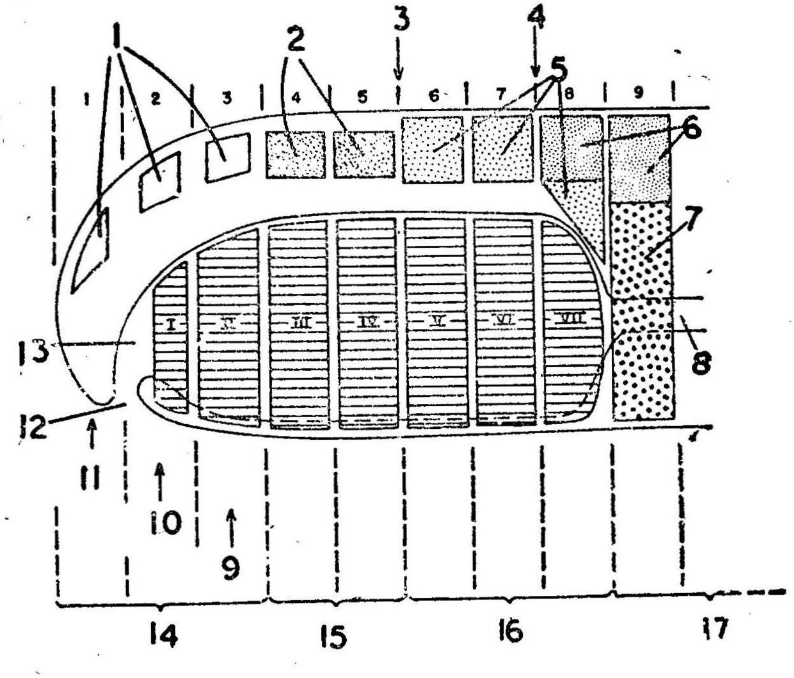
களே உருவாவதில்லை. உடற்சுவரின் பெரும்பான்மையான தசைகள் தசைத் துண்டங்களின்றும் (myotome) உருப்பெறு கின்றன. ஏனைய தசைகள் அடித்தோல் துண்டத்தினின்றும் (dermatome) உருப்பெறுகின்றன. சிறப்படையா நிலையிலும், கரு வளர்ச்சி நிலையிலும் தசைத் துண்டத்தினின்றும் தசைகள் பகுப் பமைப்பினையுடையவாகவும் தசைத் துண்டக் கீழ்ப்பகுதினின்றும் (hypomere) உருவாகும் தசைகள் பகுப்பற்ற நிலையினவாகவும் உள்ளன.

மண்டை தொண்டைப் பகுதி (Cranio Pharyngeal Region)

மண்டைப் பகுதியினையும், தொண்டைப் பகுதியினையும் உரு வாக்கும் உடற்பகுப்புகளின் எண்ணிக்கை முதுகெலும்பிகளில் வேறுபடுகின்றது. இப் பகுதியினை உருவாக்கும் பகுப்புகள் கரு வளர்ச்சியிலும், முதிர்ந்த நிலையிலும் மிகுதியான மாற்றங்களை யுடையனவாயிருத்தலால் அவற்றின் எண்ணிக்கையைத் திட்டமாக வரையறுத்துக் கூறுதல் கடினமே. தாடைசூழ் வாயுடையவை களின் (gnathostoms) மண்டை - தொண்டைப்பகுதியின் உருவாக் கத்தில் எட்டுப் பகுப்புகள் பங்கு கொள்ளுகின்றன எனக் கருதப் படுகிறது. எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும், செவிமுன் மூன்று பகுப்புகளினின்றும் (antotic) உருவாகும் உறுப்புகள் தெளிவாக அறியக்கூடியனவாகவும், அவைகள் உறுப்பொத்தவை என்றும் தெளிவாகிறது. அதேபோன்று நான்காவது ஐந்தாவது பகுப்புகள் செவிப் பகுப்புகள் (otic segments) என்றும் அவற்றினின்றும் தோன்றுவன தெளிவாகவும், உறுப்பொத்தனவாகவும் கருதப்படு கின்றன. செவிப் பின் (metotic) பகுப்புகளின் எண்ணிக்கையில் வேறுபாடு மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது. மண்டை தொண்டைப் பகுதியில், செவிப் பின் பகுப்புகளே இல்லாத நிலையினின்றும், பத்துப் பகுப்புகள் வரை இணைக்கப்படும் நிலை வேறுபாடு பல முதுகெலும்பிகளிலும் உள்ளது. ஆனால் அடிப்படையாக 6, 7, 8 ஆவது செவிப் பின் பகுப்புகள் இப் பகுதியின்(மண்டை தொண்டை பகுதி) உருவாக்கலில் பங்கு கொள்கின்றன எனக் கொள்ளலாம். கருச் சவ்வற்றவைகளில் (anamniotes) ஐந்து பகுப்புகளையும், கருச் சவ்விகளில், ஏழு பகுப்புகளையும் உடையது மண்டை முன் னமைப்பில் தொண்டைப் பகுதி ஒரே பகுப்பினாலும் உருவாகின்றது என்பது தெளிவாம். இந்தக் கருதுகோளின் அடிப்படையில்தான் தசையின் மாற்றங்கள் அடிப்படை அமைப்பு முதலியவை பற்றிய கொள்கைகள் உருவாகியுள்ளன என்று கருதப்படுகிறது.

மண்டை - தொண்டைப்பகுதியில் உடற்சுவர்த் தசைகள், தசைத்துண்டங்களின்றும் (myotome) உருவாகாமல், தசைத்

துண்டக் கீழ்ப்பகுதியினின்றும் தோன்றுகின்றன. இதுவேமண்டை-தொண்டைப் பகுதிக்கும், தொண்டைப் பின் பகுதிக்கும் உள்ள அடிப்படையான வேறுபாடு. மேலும் தொண்டைப் பகுதியில், உடற்குழி அமைவதில்லை. உடற்குழி இன்மையால், தசைத்துண்டக் கீழ்பகுதி வெளியற்றுத் திடமானதாக(solid)உள்ளது. இப் பகுதியே

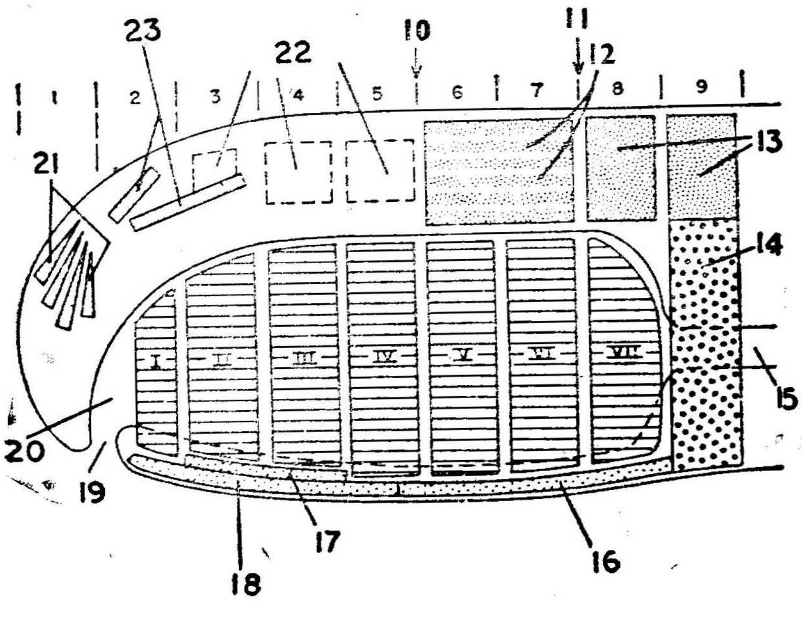


படம் 11-8-200

கருவளர்ச்சி நிலையில் மண்டை-தொண்டைப் பகுப்புகளில் தசையாக்கும் பகுதிகளிடையே உள்ள தொடர்பிணைப் பக்கத் தோற்றத்தில் படம் விளக்குகிறது. சிறிய எழுத்துகளிலுள்ள 1-9 பகுப்புகளைக் குறிப்பனவாம். எஞ்சியவை:

1. கண் புறத் தசைகளின் முன்னமைப்பு; 2. செவித் தசைகளின் முன்னமைப்பு; 3. கருச்சவ்வற்றவைகளில் மண்டையின் பின்முனையின் எல்லை; 4. கருச்சவ்வுடையவைகளின் மண்டையின் பின் முனையின் எல்லை; 5. செவுள் கீழ்த் தசைகளின் முன்னமைப்பு; 6. நடுவுடல் அச்சு மேல் தசைகள்; 7. நடுவுடல் அச்சுக் கீழ்த்தசைகள்; 8. உணவுக்குழல், இரைப்பை; 9. ஹயாய்டு பகுப்பு; 10. மாண்டிபுலர் பகுப்பு; 11. மாண்டிபுலர் முன்பகுப்பு; 12. வாய்; 13. தொண்டை I-VII செவுள்கள்; 14. செவி முன் பகுப்புகள்; 15. செவிப் பகுப்புகள்; 16. செவிப்பின் பகுப்புகள்; 17. நடுவுடல் பகுப்புகள்.

மிகவும் தடித்துச் செவுள்பகுதித் (branchiomeric) தசைகளாக உருவாகின்றன. இத் தசைகள், சட்டகத் தசையினின்றும்

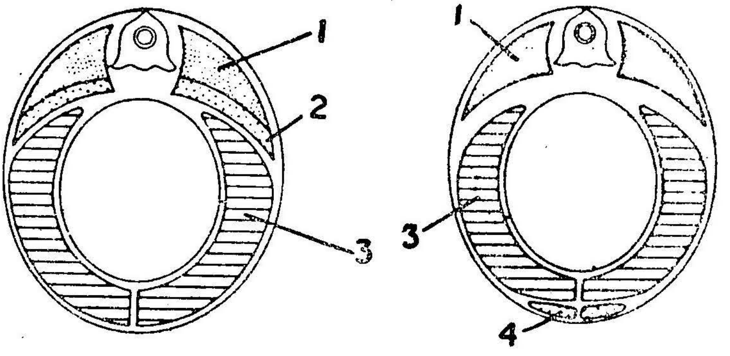


படம் 11-9-201

வளர்ச்சியுற்ற நிலையில் மண்டை-தொண்டைப் பகுப்புகளின் தசையாக்கும் பகுதிகளிடையே உள்ள தொடர்பினைப் பக்கத்தோற்றத்தில் படம் விளக்குகிறது. படம் 11-8 னின்றும் இப் படத்தில் விளக்கப் பட்டுள்ள மாற்றங்களாவன.

1. செவுள் கீழ்த்தசைகளின் இடமாற்றம்; 2. 4வது 5வது பகுப்புகளினின்று தசைத்துண்டத் திசுக்கள் முற்றும் மறைதல், மற்றும் 3வது பகுப்பின் தசைத் துண்டத்தின் முதுகுபக்கத் தசைப் பகுதி மறைதல்; 3. கண் தசைகள் பிரிவுறுதல்; 4. நடுவுடல் அச்சு மேல் தசைகள் மண்டையோட்டின் பின் முனைக்கு முன்னோக்கி நகர்ந்து அமைதல். சிறிய எழுத்துகளில் உள்ள 1-9, பகுப்புகள்; 10. கருச்சவ்வற்றவைகளில் மண்டையோட்டின் பின்முனை எல்லை; 11. கருச்சவ்வுடையவைகளின் மண்டையோட்டின் பின்முனை எல்லை; 12. கருச்சவ்வற்றவைகளில், தொண்டை மேல் பகுதியிலமையும் அச்சு மேல் தசைகள் (இத் தசைகள் மண்டைக்குப் பின்னுள்ள தசைத் துண்டங்களின் முன்னோக்கு நகர்வால் அவற்றினின்றும் தோன்றியவை); 13. நடுவுடல் அச்சு மேல் தசைகள்; 14. நடுவுடல் அச்சுக் கீழ்த் தசைகள்; 15. உணவுக் குழல், இரைப்பை; 16. ரெக்டஸ் செர்விசிஸ் தசைகள். (8ஆவது பகுப்பின் அச்சுக் கீழ்த் தசைகள்) 17. நாக்குத்தசைகள் 7ஆவது பகுப்பினின்றும் தோன்றியவை) 18.6ஆவது வகுப்பினின்றும் தோன்றிய ஜீனியோஹயாய்டு தசைகள்; 19. வாய்; 20. தொண்டை; 21. கண்புறத் தசைகள்; 22.3, 4, 5ஆவது பகுப்புகளின் கேடுற்ற தசைத்துண்டங்கள், 23. கண்புறத் தசைகள் **I-VII**-செவுள்கள்.

எளிதாக வேறுபடுத்தி அறியமுடியாததோன்றும். இத் தசைகள், சட்டகத்தசையினின்றும்(skeletal muscle)கருவளர்ச்சித் தோற்றம், நரம்போட்டம் இவைகளினுல் மட்டும் வேறுபாடுடையதாம். தசைத்துண்டக் கீழ்ப்பகுதியின் அகச் சுவரினின்றும் உருவாகும் தசைகள், இயங்கு தசையமைப்பினை உடையனவாகவும், தொண்டையின் சுவரில் (pharyngeal wall) அமைவதாகவும் உள்ளது. ஆனுல் தசைத்துண்டத்தின் ஏனைய பகுதிகளினின்றும் உருவாகும் தசைகள் செவுள் பகுதித் தசைகளாம் (branchiomeric muscles).



படம் 11-10-202

படங்கள்; 11-8 & 11-9 இவற்றின் 8ஆவது பகுப்பின் வழி குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்.

1. நடுவுடல் அச்சு மேல் தசைகள், 2. செவுள் கீழ்த்தசைகளின் முன்னமைப்பு; \3.7ஆவது துண்டச் செவுள் பகுதித் தசைகள்.

B-வளர்ச்சியுற்ற நிலையில் 8ஆவது பகுப்பின் வழிவெட்டுத் தோற்றம்.

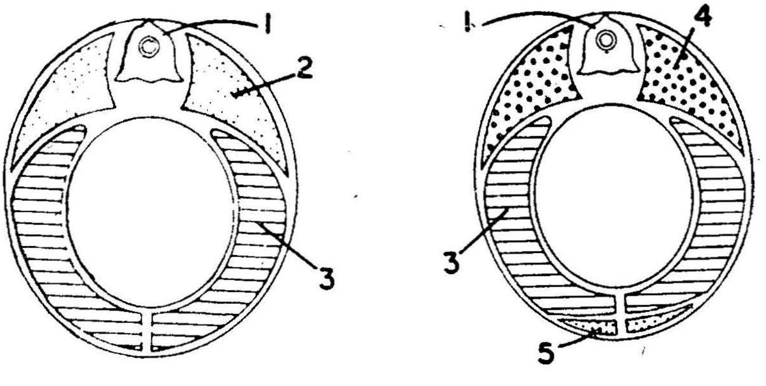
1. நடுவுடல் அச்சு மேல் தசைகள்; 3. 7ஆவது துண்டச் செவுள் பகுதித் தசைகள்; 4. செவுள் கீழ்த் தசைகள்.

செவுள் பகுதித் தசைகள் (branchiomeric muscles) தொண்டையினை முற்றும் சூழ்ந்து வயிற்றுப் பக்கத்தில் ஒன்ருெடொன்ரு கவும் இணைகின்றன. ஆனுல் முதுகுபக்கத்தில், மண்டை அல்லது அச்சுத் தசையமைப்பு (axial musculature) உள்ளமையால், அவை தடை செய்யப்படுகின்றன. முதல் பகுப்புக்குச் செவுள் பகுதி தசையில்லை (branchiomeric muscle). ஆகவே முதல் செவுள்பகுதித் தசை (first branchiomeric muscle) இரண்டாவது உடற்பகுப்பிலுள்ளது என்பதனைக் கருத்தில் கொள்ளுதல் வேண்டும்.

தொண்டையின் பக்கத்திலுள்ள தசைகள், செவுள் பகுதித் தசையினின்றும் உருவான போதும், தசைத் துண்டங்களினின்று

கூடத் தசைகள் மண்டை தொண்டைப் பகுதியில் தோன்று கின்றன. முதல் மூன்று தசைத்துண்டங்களினின்றும் (myotome) கண் தசைகளாக (eye muscles) உருவாகின்றன. நான்காவது, ஐந்தாவது பகுப்புகளின் தசைத் துண்டங்களின்றும், தசைகள் உருவாவதில்லை அல்லது இணைப்புத் திசுக்கள் தோன்றுகின்றன.

ஆறுவது, ஏழாவது பகுப்புகளின் தசைத்துண்டங்கள் செவுள் கீழ்த்தசைகளே (hypobranchial muscle). இவை கருவளர்ச்சியின் போது முதுகுபக்கத்தில் தோன்றி முதிர்ந்த நிலையில் வயிற்றுப் பக்கத்திற்கு இடம்பெயருகின்றன. எட்டாவது பகுப்பின், தசைத்



படம் 11-11-203

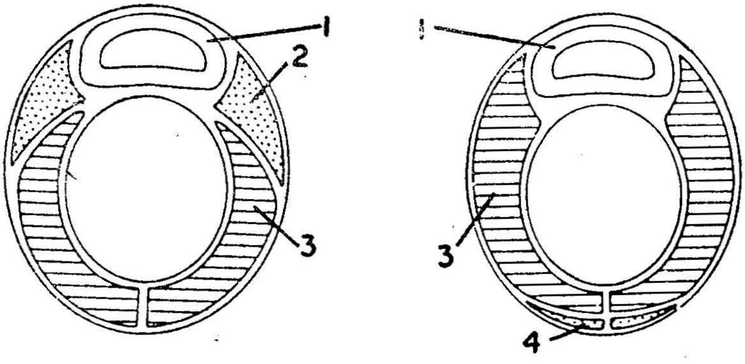
படங்கள் 11-8 & 11-9 இவற்றின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றங்கள்.
A-கருச்சவ்வற்ற கருவின் 6-7 பகுப்புகளிடையே வெட்டுத் தோற்றம்.

1. முதுகெலும்பு; 2. செவுள் கீழ்த் தசைகளின் முன்னமைப்பு; 3. V-VIஆவது பகுப்புகளின் செவுள் பகுதித் தசைகள்.

B-கருச்சவ்வற்ற வளர்ச்சியுற்ற உயிரியின் 6-7ஆவது பகுப்பிகளிடையே குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்.

1. முதுகெலும்பு, 3.V-VIஆவது பகுப்புகளின் செவுள் பகுதித் தசைகள்; 4. நடுவுடல் அச்சு மேல் தசைகள் (நடுவுடல் பகுப்புகள் முன்னோக்கி நகர்ந்தவை களினின்றும் தோன்றியவை); 5. செவுள் கீழ்த் தசைகள்.

துண்டத்தின் வயிற்றுப் பகுதி, செவுள் கீழ்த்தசையினை உருவாக்கு கிறது. ஆனால் முதுகு பகுதி (dorsal part) நடுவுடலிலுள்ளது போன்றே அச்சுத் தசைகளை (axial muscles) உருவாக்குகின்றது. படங்கள் மேற்கூறியவைகளைத் தெளிவாக்குகின்றன.



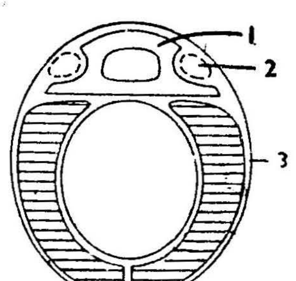
படம் 11-12-204

படங்கள் 11-8 & 11-9 இவற்றின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்.
A-கருச் சவ்வுடைய கருவின் 6-7வது பகுப்புகளிடையே வெட்டுத் தோற்றம்.

1. மண்டையோடு; 2. செவுள் கீழ்த் தசைகளின் முன்னமைப்பு; 3-**V-VI** பகுப்புகளின் செவுள் பகுதித் தசைகள்.

B-கருச்சவ்வுடைய வளர்ச்சியுற்ற உயிரியின் 6-7ஆவது பகுப்புகளிடையே குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்.

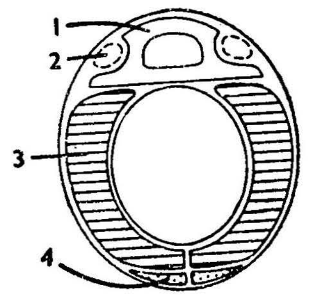
1. மண்டையோடு; 3-**V-VI** பகுப்புகளின் செவுள் பகுதித் தசைகள்; 4. செவுள் கீழ்த் தசைகள்.



படம் 11-13-205

படம் 11-8ன் 4-5ஆவது பகுப்புகளின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்.

1. மண்டையோடு; 2. சேடுற்ற செவிப் பகுப்புத் தசைகள்; 3. **III-IV** பகுப்புகளின் செவுள் பகுதித் தசைகள்.



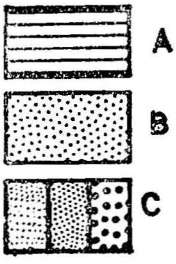
படம் 11-14-206

படம் 11-9ன் 4-5ஆவது பகுப்புகளில் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்.

1. மண்டையோடு; 2. கேடுற்ற செவிப் பகுப்புத் தசைகள்; 3. **III-IV** பகுப்புகளின் செவுள் பகுதித் தசைகள்; 4. செவுள் கீழ்த்தசைகள் (6-8ஆவது பகுப்புகளினின்றும் முன்னோக்கி நகர்வதால் உருவானவை).

தசைகளின் வகைபாடு (Classification of muscles)

முதிர்ந்த விலங்குகளில் தசை தோன்றும் அமைப்பினை அடிப்படையாகக் கொண்டு கீழ்க்கண்ட வகைபாடு செய்யப்படுகிறது. தசையின் கருவளர்ச்சி பெருமளவு இவ்வகைபாட்டிற்குப் பயனுடையது. ஏறக்குறையப் பத்துவகையான தசைகள் உள்ளன. அவை



படம் 11-14(a)-207

படங்கள் 11-11லிருந்து 11-14 வரையிலுள்ள வற்றிற்கான பொது விளக்கம்

A - செவுள் பகுதித் தசைகள்; B-செவுள் கீழ்த் தசைகள்; C-அச்சு மேல்தசைகள்.

இப் படங்களை ஒப்புமை செய்து நோக்குவோமானால், கரு நிலை, வளர்ந்த நிலை, கருச்சவ்வற்றவை, கருச்சவ்வுடையவை இவைகளிடையே உள்ள ஒற்றுமைகள் வேறுபாடுகள் விளங்கும்.

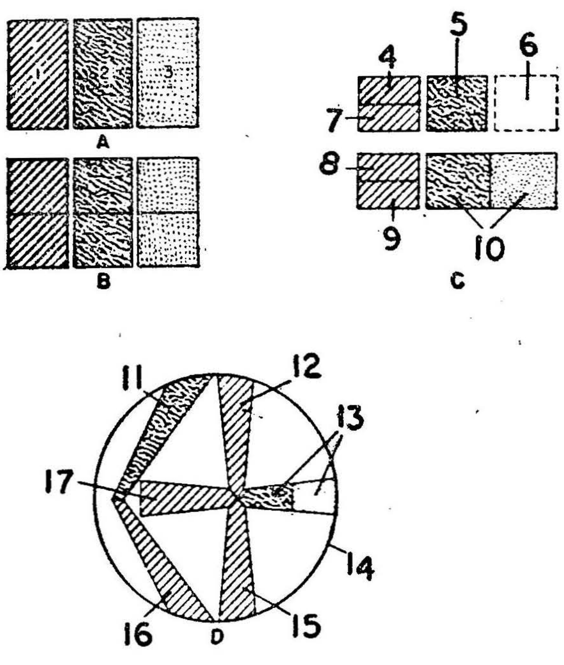
களாவன : 1. கண் அகத் தசைகள் (intrinsic muscles), 2. கண் புறத் தசைகள் (extrinsic muscles), 3. செவுள்கீழ்த் தசைகள் (hypo branchial muscles), 4. செவுள் அச்சுத் தசைகள் (axial branchiomeric muscles), 5. அச்சு மேல் தசைகள் (epaxial muscles), 6. அச்சு கீழ்த் தசைகள் (Hypaxial muscles), 7. இணைப் புறுப்புத் தசைகள் (appendicular muscles), 8. புறவுறைத் தசைகள் Integumentary muscles), 9. உள்ளுறுப்புத் தசைகள் (Visceral muscles), 10. மின் உறுப்புகள் (Electric organs).

கண் அகத் தசைகள் (Intrinsic eye muscles)

இவற்றில் இரண்டு வகைகள் உள்ளன. அவைகளாவன : 1. வண்ணப் படலத் தசைகள் (Iris muscles). 2. இமையுறுப்புத் தசைகள். வண்ணப் படலத்தசை, வண்ணப்படலத்துள் அமைந்து விரிக்கும், சுருக்கும் தசை நாரிழைகளுடன் கூடியது. இத் தசை கண்ணின் பாவை (pupil)யின் விட்ட அளவினை ஒழுங்கமைப்பதாம். இணையுறுப்புத் தசை லென்சுடன் இணைந்தது. இத் தசை லென்சின் அளவினையும், அதன் இடத்தினையும் ஒழுங்கமைத்து, லென்சினைக் குவியத்திலமைக்கப் பயன்படுகிறது. இவ்விரு தசைகளும் இயங்கு தசைகளே. வண்ணப்படலத் தசை மிகவும் சிறப்புத்தன்மையது எனலாம். ஏனெனில் இத் தசை ஒன்றுதான் புற அடுக்கினின்றும் (ectoderm) உருவாவது. ஏனைய அனைத்தும் நடு அடுக்கினின்றும் தோன்றுவன. இனம்புரியா இடைநுழை திசுவினின்றும் தோன்றுவது இணையுறுப்புத் தசையாம்.

கண் புறத் தசைகள் (Extrinsic eye muscles)

மண்டை தொண்டைப் பகுதியின் முதல் மூன்று தசைத்துண் டங்களினின்றும் கண்ணின் புறத்தசைகள் உருவாகின்றன. முதல் தசைத் துண்டத்தினின்றும் நான்கு கண் தசைகள் தோன்று கின்றன. அவை முறையே மேல் நேர்த்தசை (supeior rectus) அக நேர்த்தசை (Internal rectus) கீழ் நேர்த்தசை (Inferior rectus)



படம் 11-15-208

விழித்தசைகள் கருவளர்ச்சியில் தோன்றும் படிநிலைகள். ஒவ்வொரு தசைத் துண்டத்தினின்றும் தோன்றும் தசைகள் ஒரேவகையில் (புள்ளிகள், கோடுகள்) காட்டப்பட்டுள்ளன.

படம் **A**. 1-2-3-மூன்று விழித்துண்டங்கள். படம் **B**. ஒவ்வொரு துண்டமும் பிளவுறுதல். படம் **C**. 1ஆவது துண்டத்தின் இரண்டு பகுதிகளும் மீண்டு இரண்டிரண்டாகப் பகுப்படைகின்றன. 4. மேல் நேர்த்தசை; 5. மேல் சாய்வுத் தசை; 6. கேடுற்றது; 7. அகநேர்த்தசை; 8. கீழ் நேர்த்தசை; 9. கீழ் சாய்வுத்தசை; 10. புறநேர்த் தசைகள். **D**-வலது விழியும் அதனுடன் தொடர்புடைய தசைகளும். விழிக்குழியின்று அகற்றப்பட்டு, மத்தியத்தோற்றத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. 11. மேல் சாய்வுத் தசை; 12. மேல் நேர்த்தசை; 13. புறநேர்த் தசைகள்; 14. விழி; 15. கீழ் நேர்த் தசைகள்; 16. கீழ் சாய்வுத் தசை; 17. அக நேர்தசை.

கீழ் சாய்வுத் தசை (Inferior obligue) என்பனவாம். இத் தசைகள் மேல் கூறிய வரிசையில் முதல்துண்டத்தின் முதுகுபக்கத்திலிருந்து வயிற்றுப் பக்கம் வரை உருவாகின்றன. இரண்டாவது தசைத் துண்டத்தினின்றும் ஒன்றரைத் தசைகள் உருவாகின்றன எனச் சொல்லலாம். இத் துண்டத்தின் முதுகுபக்கத்திலிருந்து மேல் சாய்வுத் தசையும் (Supeior obligue) புற நேர்த்தசையின் பகுதி வயிற்று பக்கத்தினின்றும் தோன்றுகின்றன. மூன்றுவது தசைத் துண்டத்தினின்றும் எஞ்சிய புற நேர்த்தசையும் உருவாகின்றன. இத் துண்டத்தின் முதுகுபக்கம் கேடுற்று இணைப்புத்திசு உருவா கின்றது. பார்வை குன்றிய முதுகெலும்பிகளைத் தவிர்த்து எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும் ஒரே மாதிரியான அமைப்பினை யுடையது.

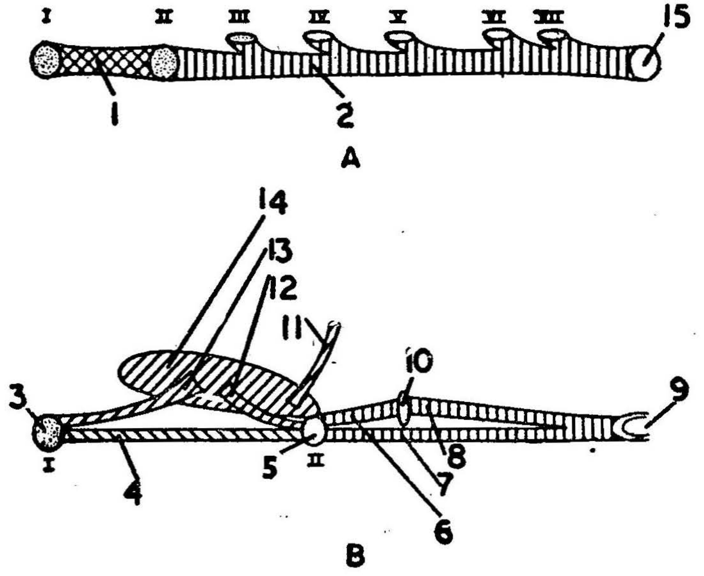
செவுள் கீழ்த்தசைகள் (Hypo branchial muscles)

இவ்வகைத் தசைகள் 6 ஆவது 7 ஆவது 8 ஆவது தசைத் துண்டத்தின் வயிற்றுப் பக்கத்தினின்றும் தோன்றுகின்றன. ஆறுவது தசைத் துண்டத்தினின்றும் ஜீனியோஹயாய்டுத் (geniohyoid) தசை உருவாகிறது. இத் தசை மாண்டிபுலர் ஒன்றியத்திலிருந்து பேசிஹயல் குருத்தெலும்புக்கு நீண்டுள்ளது. இத் தசை எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும் காணப்படுகிறது. ஏழாவது தசைத் துண்டத்தினின்றும் நாக்குத் தசைகள் (tongue musculature) நாற்கால் விலங்களில் உருவாகின்றன. ஜீனியோகிளாசஸ் (genio glossus) ஸ்டைலோகிளாசஸ் (stylo glossus) ஹயோகிளாசஸ் (Hyoglossus) என்ற தசைகள் நாக்குத் தசைகளின் பால் அடங்கும். இத் தசைகள் பெரும்பான்மையான நாற்கால் விலங்குகளில் உள்ளன. பாலூட்டிகளுக்கே உரிய சிறப்புத் தசை லிங்குவாலிஸ். தசை (lingualis muscle). இத்தசையே நாக்கின் பெரும்பகுதியாக உள்ளது. தொண்டையின் முன் முனையினின்றும், மார்பு வளையம் வரை நீளும் கோரக்கோ ஆர்க்குவல் தசை (Coracoarcuals) மீன்களின் எட்டாவது தசைத் துண்டத்தினின்றும் உருவாகின்றது. நாற்கால் விலங்குகளில் இத் தசை ரெக்டஸ் அப்டாமினிஸ் (rectus abdominis) என்ற தசையுடன் தொடர்புடையதால் இது ரெக்டஸ் செர்விசஸ் (rectus cervices) என அழைக்கப்படுகிறது. ரெக்டஸ் அப்டாமினிஸ் (Rectus abdominis) ரெக்டஸ் செர்விசஸ் (rectus cervices) ஜீனியோ ஹயாய்டு (genio hydroid) என்ற தசைகள் உடலின் வயிற்றுப் பக்கத்தில் பின் பகுதியினின்றும் முன்முனைவரை நீண்டு ஏறக்குறைய தொடர்ச்சியான நீள் தசையாக அமைந்துள்ளன. ரெக்டஸ் செர்விசஸ் (Rectus cervices) என்ற தசை வெவ்வேறு விதமாக வெவ்வேறு பாலூட்டிகளில் மாற்ற

முற்றுள்ளன. பாலூட்டிகளில் ஏறக்குறைய மூன்று தசைகளாகப் பகுக்கப்பட்டுள்ளன. இவை ஸ்டேர்னோ ஹயாய்டு (sterno hyoid), ஸ்டேர்னோதைராய்டு (sternothyroid), தைரோஹயாய்டு (thyrohyoid) என அழைக்கப்படும்.

செவுள் பகுதி அச்சுத் தசைகள் (Axial branchiomeric muscles)

தசைத் துண்டக்கீழ் பகுதியினின்றும்(hypomere)இரண்டு வகைத் தசைகள் தோன்றுகின்றன. இவை உள்ளுறுப்புத் தசைகள் (visceral muscles) செவுள் பகுதித் தசைகள் (bnanchiomeric



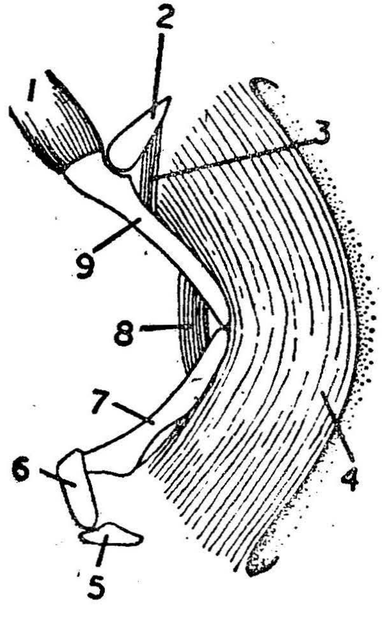
படம் 11-16·209

சிறப்படையா மீனிலும், பாலூட்டியிலும், செவுள் கீழ்த்தசைகளிடையே உள்ள தொடர்பினை வயிற்றுப்பக்க உடற்சுவரின் பக்கவெட்டுத் தோற்றத்தில் படம் விளக்குகிறது. **A**–சிறப்படையா மீன். **I-VII** சட்டக வளைவுகள்.

1. ஜீனியோ ஹயாய்டு; 2. கோரக்கோ ஆர்சுவல்ஸ்; 15. கோரக்காய்டு.

B-பாலூட்டி **I-II** சட்டக வளைவுகள். 3. கீழ்த்தாடை; 4. ஜீனியோ ஹயாய்டு: 5. பேசிஹயல்; 6. தைரோ ஹயாய்டு; 7. ஸ்டெர்னோஹயாய்டு; 8. ஸ்டெர்னோதைராய்டு: 9. ஸ்டெர்னம்; 10. குரல்வளையின் தைராய்டு குருத்தெலும்பு; 11. ஸ்டைலோகிளாசஸ்; 12. ஹையோ கிளாசஸ்; 13. ஜீனியோ கிளாசஸ்; 14. லிங்குவாலிஸ்; 6, 7, 8, என்பன 8 பகுப்பினின்றும் உருவாகும் ரெக்டஸ் செர்விசிஸ் என்ற தசையினையும் 11, 12, 13, 14 என்பன 7ஆவது பகுப்பினின்று உருவாகும் லிங்குவல் அல்லது நாக்குத் தசையினையும் சார்வன.

muscles) எனப்படும். துண்டக் கீழ்ப்பகுதியின் (hypomere) உள்ளுறுப்புச் சுவரினின்றும் (visceral wall) உள்ளுறுப்புத் தசைகள் உருவாகின்றன. செவுள் பகுதித் தசைகள் பரைட்டல் சுவரினின்று தோன்றுவதாகக் கருதப்படுகிறது. பரைட்டல் சுவரிலிருந்து செவுள் பகுதித் தசைகள் உருவாகின்றன என்பதற்கு ஏற்ற சான்றுகளே இல்லையெனலாம். செவுள் பகுதித் தசைகள் அனைத்தும் வரித் தசைகளே (striated muscle). முதன் முதலில் தோன்றிய முதுகெலும்பிகளிலோ அல்லது கடைசியாகத் தோன்றிய முதுகுதண்டுடையவைகளிலோ, மத்தியக் குழி (atrium) மறைந்தவுடன் முக்கியமாகச் சுவாசச் செயலுடன், செவுள் பகுதித்



படம் 11-17-210

சுருமீனில், ஒரு செவுள் வளைவின் தசையமைப்பு.

1. உயர்த்தி; 2. தொண்டை செவுள் வளைவுப் பகுதி; 3. வளை விடைத்தசை; 4. மேலமை சுருக்குத்தசை; 5. பேசி பிராங்ன்கியல்; 6. ஹைப்போபிரான்ங்கியல் 7. செரட்டோபிராங்கியல்; 8. நெருக்குத்தசை; 9. எபி பிரான்ங்கியல்.

தசைகள் முதன் முறையாகத் தோன்றியிருக்கக் கூடும் எனக் கருதப்படுகிறது. எல்லா மீன்களிலும், ஒருசில இரு வாழ்விகளிலும், எல்லா முதுகெலும்பிகளின் கரு நிலையிலும் இத் தசைகள் பகுப்பமைப்பினையுடையன. ஆகவே பகுப்பமைப்பு சிறப்படையா

(primitive) நிலையே. சிக்கல் மிகுந்த செவுள் உறுப்பினை இயக்க, சிறப்புடைய தசைகள் தேவை. மீன்களில் சிக்கல் மிகுந்த செவுள் இயக்கம், பல சிறப்புற்ற தசைகளினால் செயல்படுகிறது. ஒவ்வொரு செவுள் பகுதித் தசையும் பல உட்பிரிவுகளாக்கப்பட்டுள்ளது. ஒரு செவுள் பகுதித் தசையிலடங்குவன:

1. முதுகுபக்கச் சுருக்கிகள் (Dorsal constrictors): இவை செவுள் பிளவுக்கு முதுகு பக்கத்திலுள்ளன. 2. வயிற்றுப்பக்கச் சுருக்கிகள் (ventral constrictors): இவை செவுள் பிளவுக்கு வயிற்றுப் பக்கத்திலுள்ளவை. 3. செவுள் சட்டக வளைவுகளின் முதுகுபக்க முனைகளுடன் இணைந்துள்ள உயர்த்திகள் (elevators): இவை தொண்டையினை அழுத்தும் தசைகளுடன் சேர்ந்திணைந்து செயல்பட்டுச் செவுள்களை மேல்நோக்கி உயர்த்துகின்றன. 4. நெடுக்குத் தசைகள் (adductors): இவை ஒவ்வொரு செவுள் வளைவினையும், மத்தியப் பகுதியில் வளைவுறச் செய்து, முதுகுபக்க முனையினையும் வயிற்றுப் பக்க முனையினையும் அருகருகாக அமையச் செய்யும். இச் செயலில் இரண்டு முனைகளையும் முன்னோக்கி வளையச் செய்யும். 5. வளை விடைத் தசைகள் (Interarcuals): இவை மேற் கூறிய தசை போன்ற அமைப்பினையுடையவை. ஆனால் செவுள் வளைவு முனைகள் பின்னோக்கி வளைவுறும். மேற் கூறப்பட்ட தசைகளில் முதல் நான்கும் பெரும்பான்மையான மீன்களில் காணப்படும்.

கருச்சவ்விகளில் (amniotes) தொண்டை சுவாசச் செயலினை இழந்தமையால், அதன் சட்டகமும், தசைகளும், வேறுபணிகளுக்குப் பயன்படுத்தப் பட்டுள்ளன. மாண்டிபுலர் சட்டத்தோடு தொடர்புடைய செவுள் பகுதித் தசை அச்சட்டத்தை இயக்குவதற்கே பயன்படுகிறது. இத்தசையினின்றும் டெம்போரல் (temporal) மாசெட்டர் (masseter) டெரிகாய்டு (ptery goid) தசைகள் வேறுபாடுறுகின்றன. இவை நெருக்குத் தசைகள் (adductors). மேலும் மைலோஹயாய்டு (mylohyoid) டைகாஸ்ட்டிரிக் தசையின் முதல் வயிற்றுப்பகுதி என்ற இரு தசைகளும் மாண்டிபுலர் சட்டச் செவுள் பகுதித் தசையினின்றே தோன்றுகின்றன. இவையிரண்டும் சுருக்கு வரிசையினைச் சார்ந்தவை.

ஸ்டேபிடியஸ் (stapedius) என்ற தசையும் டைகாஸ்ட்ரிக் தசையின் பின் வயிற்றுப் பகுதியும் பாலூட்டிகளில் இரண்டாவது செவுள் சட்டம் அல்லது ஹயாய்டு செவுள் பகுதித் (hyoid branchiomere) தசையினின்றும் தோன்றுகின்றன. பாலூட்டிகளுக்கே சிறப்புடையது டைகாஸ்ட்ரிக் தசையாம் (digastric muscle). ஏனைய முதுகெலும்பிகளில் டைகாஸ்ட்ரிக் தசை இரண்டாக உள்ளது.

முன் வயிறு இண்டர் மாண்டிபுலாரிஸ் (inter mandibularis) எனவும் பின் வயிறு இண்டர் ஹயாய்டியஸ் (inter hyoideus) எனவும் அழைக்கப்பெறும்.

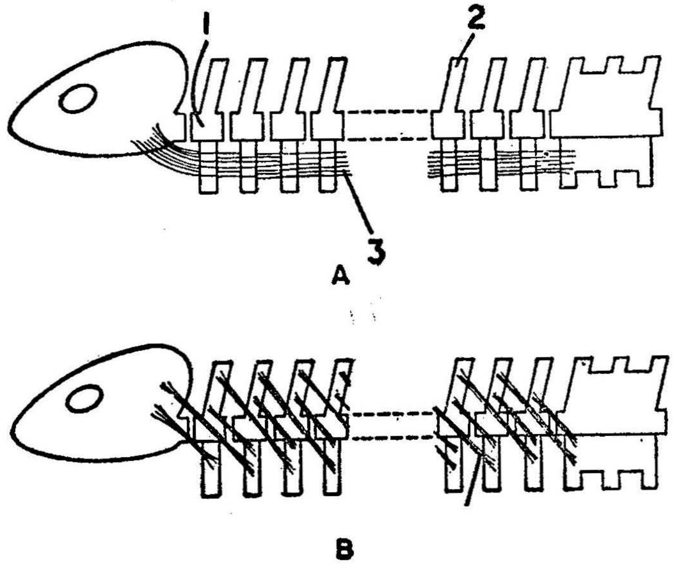
மூன்றுவது செவுள் பகுதியினின்றும் ஸ்டைலோக் ஃபாரஞ்சியஸ் (stylopharangeus) என்ற தசையும் நான்காவதினின்றும் கிரிக்கோ அரிட்டினுய்டு (cricoarytenoid) தைரோ அரிட்டினுய்டு (Thyroarytenoid) தசைகளும், ஐந்தாவது செவுள் பகுதியினின்றும் கிரிக்கோ தைராய்டு (crico theyroid) என்ற தசையும் தோன்றுகின்றன. ஆறுவது ஏழாவது செவுள் பகுதியினின்றும், நான்கு தசைகள் உருவாகின்றன. இவை உயர்த்தும் தசை வரிசையின. இவற்றில் ஸ்டேர்னோ மாஸ்டாய்டு (sternomastoid) என்பது அச்சுத் தசையாக (axial muscle) நிலேக்கிறது. மற்ற மூன்றும் இணைப்புறுப்புத் தசைகளாம். இவை டிரபிசியஸ் (trapezieus) ஸ்காப்புலே வென்ட்ராலிஸ் (scapulae ventralis) கிளேடோமாஸ்டாய்டு (cleidomustoid) எனப் பெயர் பெறும். பாலூட்டிகளில் காணப்படும் டிரபீசியஸ் என்ற தசை ஏனைய நாற்கால் விலங்குகளில் குக்குலாரிஸ் (cucularis) என்ற பெயரில் அழைக்கப்படுகிறது.

அச்சு மேல்தசைகள் (epaxial muscles)

இவ்வகைத் தசைகள் மண்டைக்குப் பின் அமைந்துள்ளவை. இவை, தள மட்டச் சட்டகத் தோற்றுத் தடுப்புக்கு (horizontal skletogenous septum) முதுகுபக்கத்தில் அமைந்திருக்கும்.

மண்டை தொண்டைப் பகுதியினைச் சார்ந்த எட்டாவது பகுப்பிலிருந்தே அச்சு மேல்தசைகள் உருவாவது தெரிந்ததே. ஆகவே அச்சு மேல்தசைகள் நடுவுடல் பகுப்புகளில் மட்டுமின்றி மண்டை தொண்டைப் பகுதியின் கடைசிப்பகுப்பாகிய எட்டாவதினின்றும் உருவாகின்றன. கருச்சவ்விகளின் (amniote) மண்டையோட்டின் பின்முனை, அச்சுமேல்தசைக்கு அருகே உள்ளது. ஆனல் கருச்சவ்வற்றவைகளில் (anamniotes) மண்டையோடு, ஐந்தாவது பகுப்பின் பின்முனையோடு முடிவுறுகிறது. எனவே எட்டாவது பகுப்பு, அதற்கு முந்தைய பகுப்பு இவைகளினின்றும் உருவாகும் தசைகள் முன்னேக்கி இடம் பெயர்ந்தே மண்டையோட்டுடன் தொடர்புடையனவாகின்றன. கருச்சவ்வற்றவைகளில் (anamniotes) அச்சு மேல்தசை எவ்வித வேறுபாடும் அடையவில்லே. ஒரே தசையமைப்பாக உள்ளது. இதனே நடுவுடல் முதுகுபக்கதசை அல்லது டார்சாலிஸ் டிரன்கய் (dorsalis turnci) என்பர். கருச்சவ்விகளில் (amniotes) இப்பகுதி ஐந்து வரிசைகளாக வேறுபாடடைகிறது. இவை தோற்றம் (origin), செருகல் (inser-

tion) என்ற அடிப்படையில் பெயரிடப்பட்டுள்ளன. இந்த ஐவகைத் தசைகளிலும், தோற்றமும், செருகலும் நிலைத்த தன்மையற்றதலால், பின் இணைப்பு (posterior attachment) தோற்றமுனை (origin) என்றும் முன்முனை செருகல்முனை (insertion) என்றும் கொள்ளப்பட்டு, இத்தசைகள் பெயரிடப்பட்டுள்ளன. பல முள்ளெலும்புகளின் குறுக்கு நீட்சிகள் நியூரல் முட்களினின்றும் தோன்றி, முன்னமைந்துள்ள முள்ளெலும்புகளின் குறுக்கு நீட்சிகள் அல்லது மண்டையோடு ஆகியவற்றுடன் செருகல் பெற்றுள்ள தசை ஸ்பைனோ டிரான்ஸ்வர்சாா்லிஸ் (spinotransversalis) எனப்படும். பாலூட்டிகளில் காணப்படும் ஸ்பிளினியஸ் (splenius) என்ற தசையும் இதே வகையினைச் சாரும். இரண்டாவது

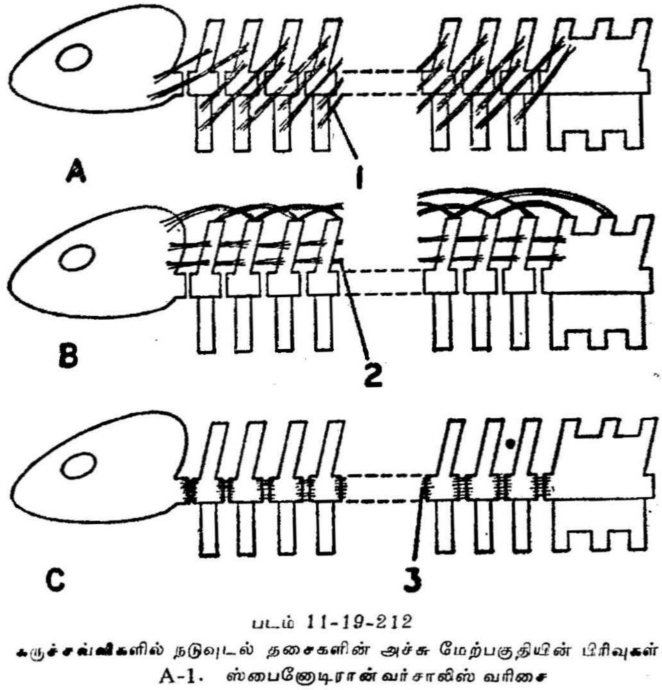


படம் 11-18-211

கருச்சவ்விகளில் நடுவுடல் தசைகளின் அச்சு மேற்பகுதியின் பிரிவுகள்-I
A-டிரான்ஸ்வர்சோ டிரான்ஸ்வர்சாலிஸ் வரிசை;
1. மத்தியப் பகுதி; 2. நியூசல்முள்; 3. குறிப்பிடப்பட்டுள்ள தசை
B-டிரான்ஸ்வர்சோ ஸ்பைனலிஸ் வரிசை.

வரிசைத் தசைகள் ஸ்பைனோஸ்பைனலிஸ் (spinospinalis) என அழைக்கப்படும். இத்தசை நியூரல் முட்களில் தோன்றி, நியூரல் முட்களிலேயே செருகப் பெற்றிருக்கும். இவ்வகைத் தசை பாலூட்டிகளில் இல்லை. டிரான்ஸ்வர்சோ டிரான்ஸ்வர்

சாலிஸ் (transverso—trensversalis) : இத்தசை முள்ளெலும்புகளின் குறுக்கு நீட்சிகளில் தோன்றி, குறுக்கு நீட்சிகளிலேயே செருகப் பெற்றிருக்கும். இது பாலூட்டிகளில் உள்ளது. இவ்வரிசைத் தசையே, இலியோகாஸ்டாலிஸ் (Iliocostalis) லாங்கிஸ்சைமஸ் (longissimus) மற்றும், சேக்கோஸ்பைனலிஸ் (saccospinalis) என்ற தசையின் பக்கப்பகுதிகள் என்பனவாகக் காணப்படுகிறது. நான்காவது வரிசைத்தசை டிரான்ஸ்வர்சோ ஸ்பைனலிஸ்



படம் 11-19-212

கருச்சவ்விகளில் நடுவுடல் தசைகளின் அச்சு மேற்பகுதியின் பிரிவுகள்-II

A-1. ஸ்பைனோடிரான்வர்சாலிஸ் வரிசை

B-2. ஸ்பைனோஸ்பைனலிஸ் வரிசை

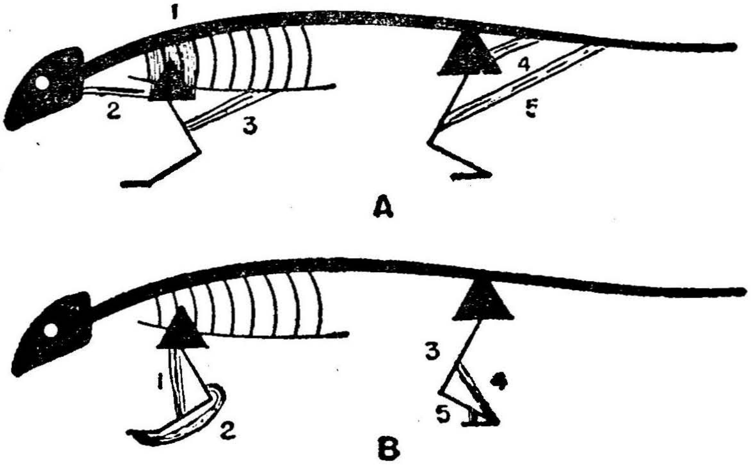
C-3. இன்ட்டர் வர்ட்டபிராலிஸ் வரிசை

(transversospinalis) எனப்படும். இத்தசை பின்னுள்ள குறுக்கு நீட்சிகளில் தோற்றமுற்று முன்னுள்ள நியூரல் முட்களுடன் செருகப் பட்டிருக்கும். செமிஸ்பைனலிஸ் (semispinalis) மல்டிபிடிஸ் (multifidis) என்பன இவ்வகையினைச் சாரும். இவை இரண்டும் பாலூட்டிகளில் காணப்படும். அடுத்தடுத்துள்ள இரண்டு முள்ளெலும்புகளின் சென்ட்ரங்களுக்கு இடையே இன்ட்டர்வர்ட்டிபிரல்ஸ் (intervertebrals) என்ற தசை உள்ளது.

அச்சுக்கீழ்த்தசைகள் (Hypaxial muscles)

நடுவுடலின் தசைத்துண்டங்களினின்றும் (myotomes) படுக்கை பட்ட சட்டகத்தோற்றுத் தடுப்பிற்குக் கீழமைந்துள்ள திசுவி னின்றும், அச்சுக் கீழ்த்தசைகள் உருப்பெறுகின்றன. இவை ஒன்பதாவது பகுப்பு அதன் பின்னமைந்துள்ள உடற் பகுப்புக் களினின்றும் தோன்றுகின்றன. பாலூட்டிகளில் காணப்படும் உதரவிதானத்தின் (diaphargm) தசைகள், கழுத்துப் பகுதியிலேச் சார்ந்த ஒருசில தசைத் துண்டங்களினின்றும் உருவாகியவையாம்.

புறசாய்வுத் தசைகள் (external obligue), அகசாய்வுத் தசைகள் (internal obligue), குறுக்குத்தசைகள் (transverse) என்ற வரிசைத் தசைகள், பக்கத் தசை (flank muscles) என்பதின்பால் அடங்கும். இதே பெயருடன் இத்தசைகள் பெரும்பான்மையான முதுகெலும்பிகளிலும் (பாலூட்டிகள் உட்பட) காணப்படு



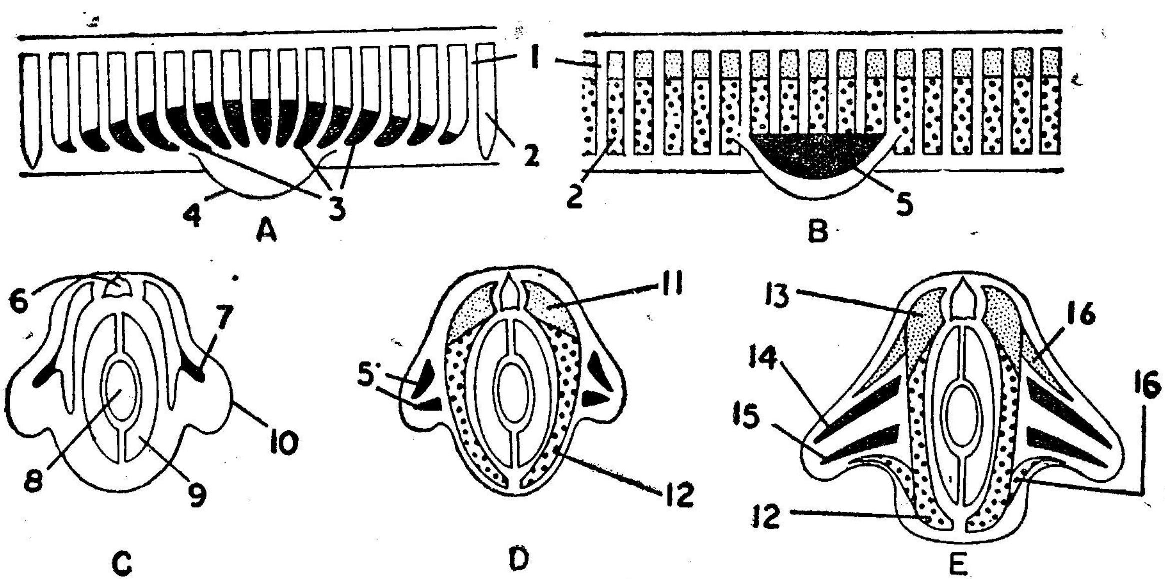
படம் 11-20-213

இணைப்புறுப்புகளில் செயல்படும் அகத்தசைகள்
புறத்தசைகளை விளக்கும் படம்

A-புறத்தசைகள் விளக்குவது. 1-ராம்ஃபாய்டியல்; 2. ராம்ஃபாய்டியல் கேபிடிஸ்; 3-பெக்டோராலிஸ்; 4. இஷியோகாடாலிஸ்; 5. காடோஃபிமோராலிஸ்

B-அகத்தசைகளை விளக்குவது 1. பைசெப்ஸ் பிரேக்கி; 2. ஃபிளக்ஸ்சார் கார்ப்பி அல்னுரிஸ்; 3. கிரேசிலிஸ்; 4. காஸ்ட்ரோனிமஸ், 5. பெர்ரோனியஸ்.

கின்றன. ஊர்வனவற்றில் இவை இரண்டு அடுக்குகளாக ஒன்றன் பின் ஒன்று அமைந்த நிலையில் பகுக்கப்பட்டுள்ளன. மார்பு பகுதியில் புறச்சாய்வுத்தசை (external oblique) ஸ்கேலேனிஸ்



படம் 11-21-214

இணைப்புறுப்புத் தசைகளின் தோற்றம்.

A-B சிறப்படையா முதுகெலும்பியின் கருவளர்ச்சி நிலைகள்—பக்கத் தோற்றங்களை விளக்குவன.

(scalanes) செர்ரேட்டஸ் டார்சாலிஸ் (serratus dorsalis) டிரான்ஸ் வர்சஸ் காஸ்டேரம் (transversus costarum) விலா எலும்பிடை புறத்தசை (external intercotsal) என்ற தசைகளாகப் பிரிக்கப் பட்டுள்ளன. அகசாய்வுத் தசையினது (internal obligue muscle) விலாஎலும்பிடை அகத்தசை (internal intercostals) குறுக்கு ஏடாக அமைந்துள்ள டிரான்வர்சஸ் தோராசிக்கஸ் (transversus thoracicus) உட்பிரிவுப்பட்டுள்ளது.

மூன்றுவது வரிசை அச்சுக் கீழ்த் தசையில் சப்வர்ட்டபிரல்ஸ் (subvertebrals) என்ற தசை அடங்கும். இத்தசை முள்ளெலும்பின் குறுக்கு நீட்சிகளின் வயிற்றுப் பக்கத்தில் அமையப் பெற்றிருக்கும். இவ்வகைக்குக் காட்டாக லாங்கஸ் கோலை (longus coli) என் பதனைக் கூறலாம்.

இணைப்புறுப்புத் தசைகள் (Appendicular muscles)

இணைப்புறுப்புத் தசைகள் இருவகைப்படும். ஒன்று அகத் தசைகள், மற்றது புறத்தசைகள். உடற் சுவரினின்றும் இணைப்புறுப்புக்கோ அல்லது வளையத்திற்கோ நீட்சிபெற்றிருக்கும் தசை புறத்தசையென்றும் இணைப்புறுப்புச் சட்டகத்தினுள்ளே ஒரு பகுதியினின்றும் மறுபகுதி செல்லும் தசை அகத்தசை என்றும் அழைக்கப்படும்.

கருவளர்ச்சி, குல வளர்ச்சி இவை இரண்டிலுமே வேறுபாடு டைய இரண்டுவகைத் தசைகள் இணைப்புறுப்புகளில் காணப்படு

A துவக்க நிலையில் தசைத் துண்டங்களினின்றும் தசை முகிழ்ப்புகள் கீழ் நோக்கி வளர்ச்சியுறுவதைக் காட்டுகிறது. 1. தசைத் துண்டத்தின் அச்சு மேல் தசைகள்; 2. தசைத் துண்டத்தின் அச்சு கீழ்த்தசைகள்; 3. தசை முகிழ்ப்புகள். 4. இணைப்புறுப்பு முகிழ்ப்பு.

B பின் அமையும் நிலை: தசைத் துண்டங்களினின்றும் தசைமுகிழ்ப்புகள் தனித்துப் பின்பு ஒன்றிணைந்து முதுகுபக்க முகிழ்ப்பு மட்டும் காட்டப்பட்டுள்ளது.

C-E சிறப்படையா முதுகெலும்பியின் கருவின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றங்கள்

C துவக்க நிலையில் தசை முகிழ்ப்பு தனித்த நிலையினைக் காட்டுகிறது.

D தசை முகிழ்ப்பு தசைத்துண்டங்களினின்றும் தனித்த பின்பு அதுவே முதுகுப்பக்க, வயிற்றுப்பக்க முகிப்புக்களாகப் பிரிதல்.

E-பின்தோன்றும் இந்நிலையில் முதல்நிலை, இரண்டாம் நிலைத் தசைகள் அமைந்துள்ளதைப் படம் காட்டுகிறது.

1. தசைத் துண்டத்தின் அச்சு மேல் தசைகள்; 2. தசைத்துண்டத்தின் அச்சுக் கீழ்த் தசைகள்; 3. தசை முகிழ்ப்புகள்; 4. இணைப்புறுப்பு முகிழ்ப்பு; 5. ஒன்றிணைந்த தசை முகிழ்ப்பு; 6. முள்ளெலும்பு; 7. தசை முகிழ்ப்பு; 8. குடல்; 9. ஸ்பிளாங்க்னோ உடற்குழி; 10. இணைப்புறுப்பு முகிழ்ப்பு; 11. அச்சு மேல் தசைகள்; 12. அச்சு கீழ்ந்தசைகள்; 13. அச்சு மேல் தசைகள்; 14, 15. இணைப் புறுப்பு முதனிலைத் தசைகள்; 16. இணைப்புறுப்பு இரண்டாம் நிலைத் தசைகள்.

கின்றன. இணைப்புறுப்பு முகிழ்ப்பில் (appendage blastema) அமையும் வேறுபாடடையாத முதுகுபக்க வயிற்றுப்பக்க இடை நுழைத்திசு கும்பலினின்றும் முதனிலை இணைப்புத் தசைகள் (primary appendicular muscles) தோன்றுகின்றன. சுருச்சவ்விகளில் (amniotes) இவ்விடை நுழைத்திசுவின் தோற்ற மூலத்தினை நிர்ண யிக்க முடிவதில்லை. ஆனால் கருச்சவ்வற்றவைகளில் (anamniotes) இவ்விடை நுழைத்திசுவானது நடுவுடல் தசைத் துண்டங்களின் வயிற்றுப்பக்க முனைகளினின்றும் தனித்து உருவாகின்றன. ஆகவே குலவளர்ச்சி, முதனிலை இணைப்புறுப்புத்தசை, தசைத் துண்டங்களி னின்றும் உருவானவை எனலாம். உருவாகும் தசைகளில் பெரும் பான்மையானவை அகத்தசைகளே; ஒரு சில புறத்தசைகளும் உள.

கருவளர்ச்சியின் பிந்தைய நிலைகளிலேதான் இரண்டாம்நிலை இணைப்புறுப்புத்தசைகள் உருவாகின்றன. இணைப்புறுப்புக்களுக்கு அருகே அமையும் நடுவுடல் தசைகளினின்றும் தோன்றுகின்றன. ஆகவே இத் தசைகள், அச்சுமேல், அச்சு கீழ்த்தசைத் துண்டங்களி னின்றும் உருப்பெறுகின்றன எனலாம். பெரும்பான்மையானவை புறத்தசைகளாகவே உள்ளன. ஒரு சில அகத்தசைகளும் காணப் படுகின்றன.

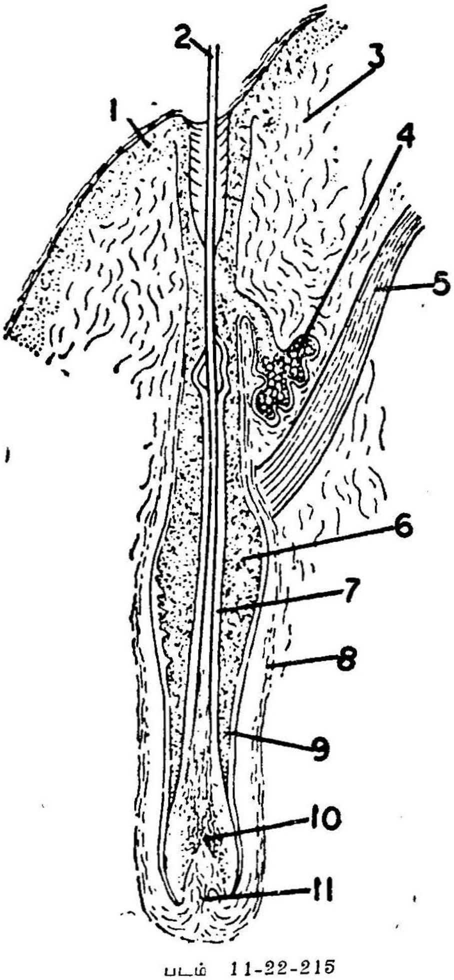
புறவுறைத் தசைகள் (integument muscles)

தோலில், தோற்றமோ, செருகலோ அல்லது இரண்டு இணைப் பினையோ உடையதசை புறவுறைத் தசைகள் எனப்படும். இதிலும் இருவகைகள் உள எனலாம். அவை அகத்தசைகள் (intrinic) புறத்தசைகள் (extrinsic) என்பனவாம். அடித்தோலில் தோற்றமும் செருகலும் உடைய தசைகள் அகத்தசைகள் எனப்படும். இவை வரியற்ற இயங்கு தசைகளாம். இவை அடித் தோல் தசைத் துண்டத்தினின்றும் (dermatome) உருவானவைகள்.

மேற்கூறிய அகத்தசைகளின் அமைப்புக்கு மாறுகப் புறவுறைப் புறத்தசைகள் (integumentary extrinsic muscles) தோற்ற அல்லது செருகல் இணைப்பினை மட்டும், அடித்தோலில் உடையது. மற்றமுனை அடுத்துள்ள அச்சு அல்லது இணைப்புறுப்புச் சட்டகத்தில் அமைந்திருக்கும். இவை வரியுடைய இயக்குதசைகளாம். இவை தசைத் துண்டங்களினின்றே (myotome) அல்லது செவுள்பகுதித் தசைத் துண்டங்களினின்றே உருவானவைகள்.

மாறுக் குருதியுடைய முதுகெலும்பிகளில் மட்டுமே புறவுறை அகத்தசைகள் (integumentary intrinsic muscles) காணப்படு

கின்றன. பாலூட்டிகளில் மயிரினை அசைக்கும் இத்தசைகள் அரெக்டோரஸ் பில்லோரம் (Arrectores pillorum) என்றும்,



படம் 11-22-215

மயிரினை நிமிர்த்தும் அரெக்டோர் பில்லை

1. புறத்தோல்; 2. மயிர்; 3. அடித்தோல்; 4. கொழுப்பெண்ணெய்ச் சுரப்பி; 5. அரெக்டோர் பில்லைத் தசை; 6. வேரின் புறச் சூழ் உறை; 7. வேரின் அகச் சூழ் உறை; 8. இணைப்புத்திசு உறை; 9. விட்ரியஸ் படலம்; 10. மயிர்க் குமிழ்; 11. மயிர் முகிழ்ப்பு.

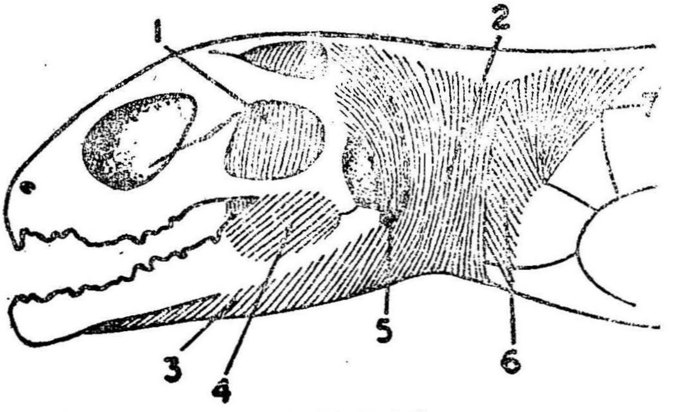
பறவைகளின் இறகினை அசைக்கும் தசைகள் (Arrectores plumoram) எனவும் அழைக்கப்படும். இயல்பாக, இத்தசைகள்

நீட்சியுற்ற நிலையில் இறகோ, மயிரோ உடற்புறப்பரப்புடன் ஒட்டி ஞற்போன்று தட்டையாக அமைவுற்றிருக்கும். இத்தசைகள் செயல்பட்டுச் சுருக்கமடையும்போது மயிரோ, அல்லது இறகோ, நிமிர்த்தப்பட்டு குச்சி போன்று நிற்கும் நிலையினை அடையும். இது முதன்முதலில், தோலிலுள்ள மயிர்களுக்கிடையே உள்ள காற்று வெளியினை (air space) அதிகரிக்கவே பயன்பட்டிருக்கும். காற்று வெளியின் அளவு அதிகரித்தால், அது ஓரளவு உடல் வெப்பத்தினைப் பாதுகாக்கும் என்பதாம். மனிதனில், இத் தசைகள், அதன் முதனிலைச் செயலினை இழந்து விட்டது என்றே கூறவேண்டும்.

அரெக்டோரஸ் தசையின் குலவளர்ச்சி (Phylogeny) தெளிவாகத் தெரியவில்லை. பெரும்பாலும் அவை ஊர்வனவற்றில் புறத்தோல் செதில்களுடன் தோன்றியிருக்க வேண்டும். ஏனெனில் ஊர்வனவற்றினின்றும் தோன்றிய பாலூட்டிகளிலும், பறவைகளில் மட்டுமே இத்தசைகள் காணப்படுகின்றன. வேறெந்த முதுகெலும்பிகளிலும் இல்லை.

ஏனைய தசைகள் புறத்தசைகளே (extrinsic). இதில் மூன்று வகைகளைக் காணலாம். இவை முறையே ஸ்பின்க்டர் கோலை (Sphinctercoli) பானிக்குலஸ் கார்னோசஸ் (Paniculus carnosus) மற்றும் ஏனையவை (miscellary) இவை மூன்றிலும் முதன் முதலில் உருவாகியது ஸ்பின்க்டர்கோலை என்பதே. இத்தசை ஊர்வனவற்றின் புறவுறைத்தசையாகக் காணப்படுகிறது. இத்தசை இரண்டாவது செவுள்பகுப்பு துண்டப் பகுதியினின்றும் (Second branchiomsic) உருவாகியது. ஹயாய்டிஸ் இடைத்தசையினின்றும் (interhyoideus) உருவாகியது என்று இன்றும் தெளிவாகக் கூறலாம். தலை, கழுத்துப் பகுதியில் தோலுரிக்கத் துணை செய்வதே இதன் முதன்மையான பணியாக அமைந்திருக்கக்கூடும். இத்தசையானது இன்று வாழும் ஊர்வனவற்றில் கழுத்துப் பகுதியில் மட்டும் உள்ளது. ஆனால் பாலூட்டிகளில் இது பரவித் தலையின்பெரும்பான்மையான பகுதியினைச் சூழ்வதாய் உள்ளது. பாலூட்டிகளில் தோலினை அசைக்கும் தசையாகச் செயல்படுகிறது. இத்தசை பாலூட்டிகளின் தலைப்பகுதியில் பரவி அமைந்துள்ளமையால் முகபாவங்கள், உருவாக்கப் பெரிதும் துணை புரிகின்றது. இத்தசையினை பிளாட்டிஸ்மா (Platysma) என்பர். இத்தசை மற்றெந்த முதுகெலும்பிகளிலும் இன்மையால் முகபாவத்தினைப் பாலூட்டிகளைத் தவிர்த்து மற்றவைகளில் நாம் காண முடிவதில்லை. முகபாவத்தினைக் குறைந்த அளவிலேயே வெளிப்படுத்தக்கூடிய பூனை போன்ற பாலூட்டிகளில் இத்தசையானது

10, 15 உட்பிரிவுகளாக்கப்பட்டுள்ளன. உச்ச நிலையில் முகபாவத்தினைக் காட்டக்கூடிய மனிதனில், ஏறக்குறைய 26 தசைகள் பெய



படம் 11-23-216

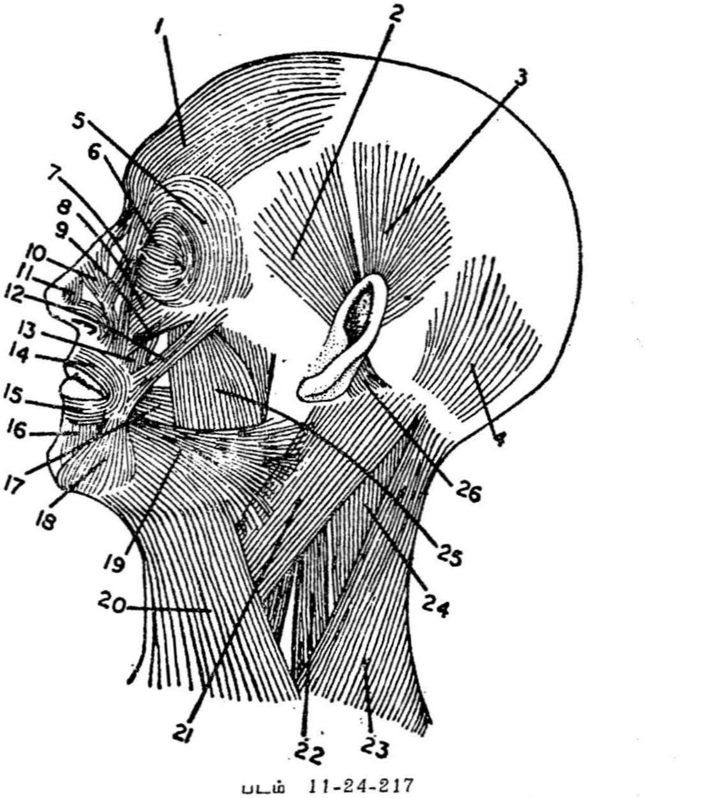
சிறப்படையா ஊர்வனவாகிய ஸ்பினோடானில் ஸ்பிங்ட்டர் கோலை தசையின் அமைப்பு.

1. டெம்பேராலிஸ் தசை; 2. ஸ்பிட்டர் கோலை; 3. மைலோஹயாய்டு; 4. டெம்போராலிஸ்-மேலனந்த பகுதி; 5. டெம்பிரஸ்சார் மாண்டி புலாரிஸ்; 6. ஸ்டெர்னோ கிளைடோமாஸ்டாய்டு; 7. டிரபிசியஸ்.

ரிடப்பட்டுள்ளன. இவையன்றிப் பிளாட்டிஸ்மா என்ற தசையும் உச்ச அமைப்பில் உள்ளது.

பானிக்குலஸ் கார்னோசஸ் (Paniculus carnosus) என்ற தசை பாலூட்டிகளுக்கே சிறப்பானது எனலாம். பாலூட்டிகளிலேயே மிகவும் சிறப்படையா மானோட்ரிம்களில் இத்தசை வெகு சிறப்பாக வளர்ச்சி பெற்றுள்ளது. இவற்றில் இவை மிகுதியான அளவு பரந்து, ஏடான (sheet) அமைப்பினையுடையது. யூத்திரிய பாலூட்டிகளில் இத்தசை மானோட்ரிம்களிலுள்ளது போன்று பெருத்த பரப்பில் காணப்படவில்லை. இது ஓரளவு பரந்து கியூடேனியஸ் மாக்சிமஸ் (cutaneous maximus) என்ற பெயருடன் உள்ளது. இத்தசை மார்பு, இடுப்புப் பகுதிகளில் அமைந்திருப்பதாலும், மேலும், பெக்டோராலிஸ் மைனர் (Pectoralis minor) என்ற தசையினின்றும் தோன்றுவதாலும் ஸ்பின்க்டர் கோலை (Sphincter coli) மற்றும் அதனின்றும் தோன்றும் தசைகளினின்றும் மாறுபட்டது என்பது தெளிவாம். இத்தசை செவுள்பகுதி தசைத் துண்டத்தினின்றும் தோன்றுமல், மாறாக தசைத் துண்டத்தினின்றே (myotome) உருவாக்கம் பெறுகின்றது. தோலினை

அசைக்கும் செயலில் இது ஸ்பின்க்டர் கோலே (Sphineter coli) என்பதனை ஒத்துள்ளது எனலாம். பாலூட்டிகளில் 'க்யூடேனியஸ்' மாக்சிமஸ் (cutaneous maximus) என்ற தசை வளர்ச்சி குன்றிய



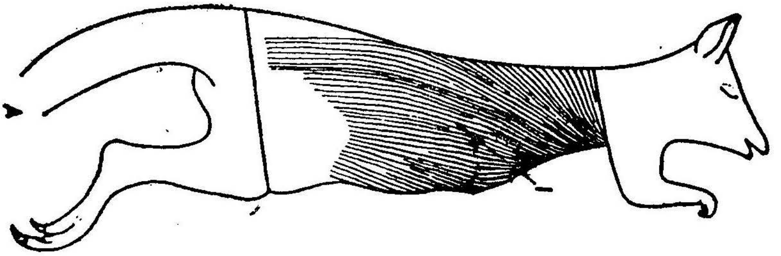
படம் 11-24-217

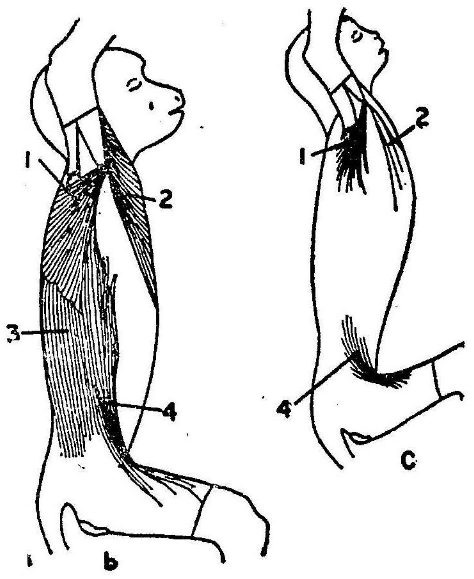
ஸ்பிங்ட்டர் கோலேயினின்றும் தோன்றும் பிளாட்டிஸ்மா, மற்றும் ஏனைய தசைகள்: மனிதன்.

1. ஃபிரான்ட்டாலிஸ்; 2. முன் ஆரிக்குலாரிஸ்; 3. பின் ஆர்க்குலாரிஸ்; 4. ஆக்சிமிட்டாலிஸ்; 5. ஆர்பிட்டாலிஸ்; 6. பால்பெப்ராலிஸ்; 7. கேப்பிட்டிஸ் ஆங்குலாரிஸ்; 8. கேப்பிட்டிஸ் இன்ஃபிரா ஆர்ப்பிட்டாலிஸ்; 9. கேப்பிட்டிஸ் சைகோ மாட்டிகஸ்; 10. நேசாலிஸ்; 11. டிலார்நேரிஸ்; 12. சைகோ மாட்ட்டிக்கஸ்; 3. கனைனஸ்; 14. ஆர்பிக்குலாரிஸ் ஓரிஸ்; 15. ஆர்பிக்குலாரிஸ்; 16. குவாட்ரேட்டாஸ் லேபிய் இன்ஃபிரியாரிஸ்; 17. பக்சினேட்டர்; 18. டிரை ஆங்குலாரிஸ்; 19. ரிசோரியஸ்; 20. பிளாட்டிஸ்மா; 21. ஸ்டெர்னோமாஸ்டாய்டு; 22. லேவேட்டார் ஸ்காப்புலே; 23. டிரப்சியஸ்; 24. ஸ்பினியஸ் கேப்டிஸ்; 25. மாசெட்டார்; 26-பின் ஆரிக்குலாரிஸ்.

தாகமைந்து ஸ்பின்க்டர் கோலே (Sphincter coli)யினின்றும் பிரை மேட்டுகளில் (primates) மாறுபட்டுக் காண்கிறது. ஏடான

அமைப்பில், புறநிலை அச்சத்தசைகளாக அக்கிள் (axilla) பிட்டி தொடை சேருமிடமாகிய கவுட்டி (groin) மார்பின் வயிற்றுப்பக்கம்





படம் 11-25 & 11-26 218-219

பானிக்குலஸ் கார்னோசஸ் தசையின் பரிணமத்தினை விக்குகின்றன.

A-பையுடைய பாலூட்டி (marsupial); B-பறக்கும் குரங்கு (fiying lemur) C-குரங்கு.

A-1-பானிக்குலஸ் கார்னோசஸ்.

B-1. அக்குள் வளைவுத்தசை; 2. ஸ்டெர்னலிஸ்; 3. கியூடேனியஸ் மாக்சிமஸ்; 4-கவுட்டி வளைவுத் தசை;

C-1. அக்குள் வளைவுத் தசை; 2. ஸ்டெர்னலிஸ்; 4. கவுட்டி வளைவுத் தசை.

ஆகிய விடங்களில் முறையே அக்சில்லா வளைவுத் தசை (axillary arch) இன்கைனல் வளைவுத்தசை (inguinal arch) ஸ்டேர்னலிஸ்

(sternalis) என்ற பெயர்களுடன் அமைந்துள்ளது, கியூடேனியஸ் மாக்சிமஸ் (cutaneous maximus) என்ற தசை.

பாலூட்டிகளல்லாத ஏனைய முதுகெலும்பிகளில் மற்றப் புறவுறை புறத்தசைகள் (irtegumentary extrinsic muscles) காணப்படுகின்றன. ஒரு சில பாம்புகளில், விலா எலும்புகளின் (ribs) வயிற்றுப் பக்கத்தினின்றும் வயிற்றுப் பெருஞ்செதில்களுக்கு நீண்டுள்ள இத்தசைகள், செதில்களை முன்னும் பின்னும் நகர்த்தி, உடலினை முன்னோக்கி இயங்கச் செய்கின்றது.

மின் உறுப்புகள் (Electric organs)

முதுகெலும்பிகளிலேயே மிகவும் வலுவுடைய உறுப்புகளாகத் தோன்றியவை மீன்களில் காணப்படும் மின் உறுப்புகள் (electric organs) எனலாம். ஏனைய முதுகெலும்பிகளில் இவ்வகையான உறுப்புகள் பரிணமிக்கவே இல்லை. நன்னீர், கடல் என்ற இரு சூழல்களிலும் காணப்படும். மீன்களில் இவ்வுறுப்புகள் காணப்படுகின்றன. ஸ்கேட்டுகள் (skates) ரேக்கள் (rays) சில தென் அமெரிக்க விலாங்கு மீன்கள் ஆகியவற்றில் காணப்படுகின்றன. மின் உறுப்புகள், தசை நாரிழைகளின்றுதான் தோன்றின என்று தெளிவாக்கப்பட்டுள்ளது. ஒரு சிலவற்றில் தசையிலுள்ள இயக்க நரம்புகளின் முடிவு தகடுகளினின்று (motornerve end Plates) தோன்றுகிறது. இந்நிலையில் தசைகள் முற்றும் மறைந்து விட்டன. மாலாப்பிடிரஸ் (Malapterus) என்ற மீனில் ஒருவகையான சுரப்பி மாற்றமுற்று மின் உறுப்பாக உருவம் பெறுகிறது. இம்மீனில் இயக்க உறுப்பாக (motor organ) செயல்படுகிறது. ஆகவே இவ்வுறுப்புக்குச் செல்லும் நரம்பு மின் உறுப்பின் சிறப்பமைப்புக்குப் பெரிதும் துணை புரிகிறது.

எல்லா மின் உறுப்புகளும் தட்டமைப்பான மின் தகடுகளால் (electroplates) உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வோர் இனத்திலும் (species) இவற்றின் அமைப்பு ஒரு ஒழுங்கு முறையினை உடையது. எல்லாத் தகடுகளும் ஒரே முனையினை நோக்கியமைந்து, கூடுதல் தன்மையினை உருவாகும் மின்சக்திக்கு அளிக்கிறது. ஒவ்வொரு மின் தகடும், கோழைத் திண்மத்தினால் (gelly) சூழப்பட்டு இணைப்புத்திசுவாகிய அறையினுள் வைக்கப்பட்டுள்ளது. கோழைத் திண்மம் செல்லின் புறப்பகுதியாகும். நரம்பு, குருதிக் குழாய்களும், ஒவ்வொரு அறையினுள்ளும் செல்கின்றன. நரம்புகள், மின் தகடுகளில் ஒரு பக்கத்தில் இணைகின்றன. குருதிக் குழாய்கள் தந்துகி வலைப்பின்னலமைப்பில் (capillary network)

கோழைத் திண்ம உறையினைச் சூழ்ந்துள்ளது. ஒரே செல்லினு லானது ஒரு முன் தகடு. தசை நாரிழைகள் (muscle fibrs) போன்றே இவையும் பல உட்கருக்களை உடையன. உட்கருக்கள் பொதுவாக இரண்டு பரப்புகளுக்கு அடியில் அமையப் பெற்றிருக்கின்றன.

பின் தகடுகளின் சைட்டோபிளாசம் ஒளி ஊடுருவத்தக்க நிலையில், மின் உறுப்பு மீன்களில் கோழைத் திண்ம அமைப்புடன், சூழ்ந்துள்ள தசையினின்றும் வேறுபட்டுக் காணப்படுகிறது.

இயக்க உறுப்புகள் (motor organs) மின் உறுப்புகளாக (clectric organs) மாற்றமுற்றுப் பரிணமித்தவரலாறு பெரும்பான் மையும் புரியாத தொன்றே. மின் தன்மையுள்ள தூண் டல்களை முதுகெலும்பிகளின் எல்லாத் தசைகளும் பெறுகின்றன. இத்தூண்டல் தசைச் சுருக்கத்தினை விளைவிக் கின்றது. இயக்கு தசைகளின் நாரிழைகள் அனைத்தும் இணைப்புத் திசுவாலான காப்புறையினை (insulating matetial) உடையவை. ஆகவே எல்லாஇயக்குத்தசைகளும் மேற்கூறிய அமைப்பினையுடைய நிலையில் மின் சக்தியினைத் தேக்கி, மின் தேக்கங்களாக (electric storage batteries) செயல்பட முன் தகவமைப்பினை (pre - adaptation) உடையன எனலாம். மின் சக்தியினை உருவாக்கும் உறுப்பு களைப் பரிணமத்தில் அடைந்த விலங்குகளில் மின் காப்பு உறுப்புகள் உருவாகாதது விந்தைக்குரியதே.

பலவகையான இயக்கு தசைகள் மின் உறுப்புகளின் உருவாக் கத்தில் ஈடுபட்டுள்ளன. ஒரு வகையான 'ரே' (Ray) மீன்களில் முதல் செவுள் பகுதித் தசைத் துண்டமும் (I branchiomere) மற்றொரு வகை 'ரே'யில் (Ray) கண்ணின் புறத்தசைகளும் (extrinsic eye muscles) மற்றுமொரு வகையில் வால் தசைகளும், மின் உறுப்பாக்கம் அடைந்துள்ளன. விலாங்கு (cel) மீனில் நடுவுடல் அச்சு மேல் தசைகள் (tuenk epaxial muscles) மின் உறுப் பாக மாற்றமுற்றுள்ளன. இவ்வுறுப்பு எல்லா மீன்களிலும் நன்கு வளர்ச்சியுற்றுள்ளது என்று கூறுவதற்கில்லை. ஏனெனில் ஒரு சில மீன்களில் மிகச் சிறியனவாகவும் 1 அல்லது 2 வோல்ட் மின்சக்தி யினையே தோற்றுவிக்கக் கூடியதாகவும் உள்ளன. மின் விலாங்கு மீனில் (electric eel) 600 வோல்ட் மின்சக்தி தோற்றுவிக்கப்படு கிறது. பல ஆம்பியரில், 250 வோல்ட் மின் சக்தியினை உருவாக்கக் கூடியது 'ரே' மீன்.

மூன்று வழிகளில் மின் உறுப்பு வாழும் தகுதி (survival value) யினை மீன்களுக்கு அளிக்கிறது. அவை முறையே உணவினைப் பெறுதல், தற்காப்பு, எதிரிகளைத் துரத்தல் என்பனவாகும். வழி

யறியவும், இது நன்னீர் மீன்களில் பயன்படுவதாகக் கூறப்படு கிறது. இவ்வுறுப்பு பல்வேறு மீன்களில் பல செயல்களுடன் தனித் தனியாகப் பரிணமித்துள்ளது. மின் உறுப்புகளையுடைய மீன்கள்; மின் சக்தியினைக் கடத்தும் பொருள்களையும் கடத்தாப் பொருள் களையும் வேறுபாடு செய்வதோடன்றி, அவையுள்ள இடத்தினையும் அறியும் தன்மையன. இச் செயலில் ஈடுபட்டுள்ள உணர் உறுப்பு எது என்று தெளிவாகக் கூற முடியாது.

உள்ளுறுப்புத் தசைகள் (Visceral muscles)

தசைத் துண்டக் கீழ்ப்பகுதியின் (Rypomere) உள்ளுறுப்புச் சுவரினின்றும் தோன்றுவதே உள்ளுறுப்புத் தசைகளாம். எல்லாத் தசைகளும் இயங்கு தசைகளாம். இத்தசைகளில் இதயத்தசை யினைத் தவிர்த்து ஏனையவை அனைத்தும் வரித்தசைகளாம்.

தசையியலின் விதிகள் (laws of myology)

வெவ்வேறு உறுப்புகள், உள் வகுப்புகள் வரிசைகள், உள் வரிசைகள், இவை ஒவ்வொன்றிலும் உள்ள விலங்குகளிடையே தசையின் உறுப்பொத்த தன்மையை நிர்ணயிப்பது கடினம்; ஏனெனில், இணைப்புகளின், பொருந்துமிடமோ அவற்றின் அளவோ ஒரு வகையினைச் (group) சார்ந்த எல்லா விலங்குகளிலும் ஒரே மாதிரியாக அமைவதில்லை. ஒரு வகையில் இணைப்புறுப்பு 45 முதல் 48 நடுவுடல் பகுப்பு வரை காணப்படும். ஆனால் இதனுடன் உறவு டைய அதே வகையினைச் சார்ந்த மற்றொரு விலங்கில் இணைப்புறுப்பு 38 முதல் 40ஆவது நடுவுடல் பகுப்பு வரை காணப்படும். மேலும், இணைப்புறுப்புகளை உருவாக்கும் பகுப்புகளின் எண்ணிக்கையும் வேறுபடும். இதே நிலை அச்சுத் தசைகளிலும் (axial muscles) காணப்படும். இந்த அமைப்பில் தசைகளின் உறுப்பொத்த தன்மையைக் கண்டறிவது கடினமே.

இணைப்புறுப்புகளை உருவாக்கும் பகுப்புகளின் எண்ணிக்கை வேறுபடுவது மட்டுமன்றி, இணைப்புறுப்புகள் பொருந்திச் செயல் படும் இடங்களும், மாற்றமடையும் இணைப்புறுப்புகள் முன்னும் பின்னும் நடுவுடலில் நகர்ந்து இணைக்கப்பட்டிருக்கும். ஒருசில மீன்கள், இடுப்பு வளையம், மார்பு வளையத்திற்கு முன்பு அமையப் பெற்றிருக்கும். இவ்வாறான இடமாற்றம், அவ்வுறுப்புகளுடன் தொடர்புள்ள தசைகளின் கருத்தோற்றத்தினையும் பாதித்து, அவைகளும் வேறுபடுகின்றன. ஒரே பேரினத்தைச் (genus) சேர்ந்த இனங்களில், இணைப்புறுப்புகள் ஒத்த அளவினதாகயிருந்த போதும் தசைகளின் உருவாக்கத்தில் பங்கு கொள்ளும் பகுப்புகளின்

எண்ணிக்கை வேறுபடுகின்றது. இதனுல் தெளிவாவது என்ன வெனில், இணைப்புறுப்புகளின் தசைகளை எல்லா அச்சுப் பகுப்புத் தசைகளும் உருவாக்கும் என்பதே. இதனை ஒரே விதியாகவே கூறலாம். இணைப்புறுப்புகளின் தசைகளைச் சீராக உருவாக்கும் திறன் அச்சுத் தசைகள் அனைத்திற்கும் உண்டு என்பதே அவ்விதி.

இவ்வமைப்பினுல், நடுவுடல் தசைத் துன்டங்களின்றும் உருவான தசைகளின் உறுப்பொத்த தன்மையை விளக்குவது கடினமே. இந்த நிலையினைத் தசைகளின் வரையறுக்கப்பட்ட உறுப்பொத்த தன்மைவிதி (law of limited homology of muscle) எனலாம். குலவளர்ச்சி நிலையில் தசைகளின் உறுப் பொத்த தன்மையும் சர்ச்சைக்குரியதே. பெரும்பான்மை யான வளர்ச்சி குல உறுப்பொத்த தன்மை, (1) ஒத்த கருமூலத் தோற்றம், (2) ஒத்த நரம்பமைப்பு, 3. ஒத்த இருப்பிடம் மற்ற உறுப்புகளுடன் உள்ள ஒத்த உறவு. (4) ஒத்த செயல் என்ற அடிப்படையில்தான் உறுதியாக்கப்படுகின்றது. ஆகவே உறுப்பொத்த தன்மை பொதுவானதாகக் கருதப்படுமே யொழியச் சிறப்புத்தன்மையது அன்று. எளிதாக உறுப்பொத்த தன்மையை, மண்டை, செவுள் பகுதி, ஆகியவைகளின் தசைகளில் தான் ஓரளவு உறுப்பொத்த தன்மையை அறியலாம்.

தசைகளின் உறுப்பொத்த தன்மையை அறிய எளிதாகப் பயன்படக் கூடியது. தசை-நரம்பு உறவு விதி (law of nerve - muscle relation) என்பதாம். ஒரு பகுப்புக்குச் செல்லும் நரம்பு, அப்பகுப்பின் பெரும்பகுதி அல்லது அப்பகுப்பினின்று உருவாகும் தசைகள், அவற்றினின்றும் மாற்றமடைந்த பகுதிகள் எல்லாவற் றிற்கும் சென்று சேரும். காட்டாக, ஒருசில தனித்த நிலைகளைத் தவிர்த்து ஏனைய அனைத்திலும் தண்டு வட நரம்புகளின் (spinal nerves) வயிற்றுக் கிளை (ventral ramus) அச்சுக் கீழ்த்தசைத் துண்டங்கள், அச்சுமேல் தசைத்துண்டங்களுக்கும், அவற்றினின்றும் தோன்றி மாற்றமுற்ற தசைகளுக்கும் சென்று சேருகின்றன. ஆகவே இணைப்புறுப்புகளை உருவாக்க நடுவுடல் பகுப்புகள் இணைந்து ஒரே முகிழ்ப்பாக (blastema) மாறிய போதும், அம் முகிழ்ப்பு எவ்வெப்பகுப்புகளினின்றும் உருவாகியது என அவற்றின் நரம்பமைப்பினைக் கொண்டு தெளிவாக்கலாம்.

12. ஸ்பிளாங்க்னோ உடற்குழி

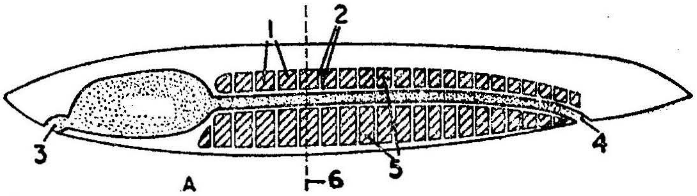
(Splanchnocoel)

முதுகுதண்டுடைய உயிரிகளுக்கு முற்பட்ட நிலையிலும் முதல் முதுகு தண்டுடைய வற்றிலும் உடற்குழியின் (Coelom) வரலாறு ஏனைய உறுப்பு மண்டலங்கள் போன்றே தெளிவற்றதாக உள்ளது. உடற்குழியின் பரிணும வரலாறு முதுகெலும்பிகளில் மிகத்தெளி வாக உள்ளது. பாலூட்டிகளில் காணப்படும் உடற்குழி நிலை ஏழு படிநிலைகளைக் கடந்த் ஓர் அமைப்பாம். உடற்குழியானது மற்ற உள்ளுறுப்புகளைப் போன்று மிகுந்த மாற்றங்களை அடையாமல் ஏறக்குறைய அது பெற்றிருந்த முன்னமைப்பினையே உடையதாக உள்ளது. உடற்குழியில் காணப்படும் ஒரு சில மாற்றங்கள் விலங்கின் சூழ்நிலையின் தேவையினைப் பூர்த்தி செய்வதாகவே உள்ளது. உடற்குழியின் பரிணுமத்தின் முக்கிய நோக்கு உள்ளுறுப்பு களை இணைப்புத் திசுவின் பிடிப்பிலிருந்து விடுபடச் செய்து அவை தனித்துச் செயல்புரியச் செய்வதேயாம். முதன் முதலில் உடற் குழி தோன்றியதிலிருந்து ஒவ்வொரு படி பரிணும நிலையிலும் உள்ளுறுப்புகள் இயக்க நிலையினைப் பெறக்கூடிய தன்மையை உருவாக்கக் கூடிய செயல்களே நிகழ்ந்தன எனக் கூறலாம். கழிவு நீக்க இனப்பெருக்க உறுப்புகளுடன் உடற்குழியும் சேர்ந்து செயல்படுவது பெருமளவு முதுகெலும்பிகளின் முன்னிலை வரைதான் காணப்படுகின்றது.

உடற்குழி வெளிகள் : முதுகுதண்டுடையவைகட்கு முற்பட்ட நிலையில் உடற்குழியின் கருதுகோளமைப்பு

முதுகு தண்டுடையவைகளுக்கு முற்பட்ட நிலையில் உடற் குழியானது பகுப்பமைப்பினையுடையதாகக் கருதப்பட்டது. மேலும் ஒவ்வொரு பகுப்புக்கும் ஓரிணை உடற்குழிகள் இருந்தன. இத்தகைய அமைப்பு வளைத்தசைப் புழுக்களில் (annelida) உள்ள அமைப்பினை

ஒத்தது எனலாம். ஒரு சில சான்றுகள் முதுகெலும்பிகள் பகுப்படையா முன்னோர்களினின்றும் தோன்றியது என்று நிரூபிக்கின்றன. ஆனால் முதுகெலும்பிகள் பகுப்புடைய முன்னோர்களி

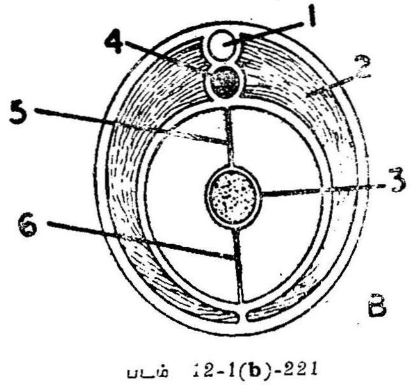


படம் 12-1(a) 220

முதுகுதண்டுடையவைகளுக்கு முற்பட்ட நிலையில்
உடற்குழியின் கருதுகோளமைப்பு

A-1. தனித்தனியான பகுப்புகளில் உடற்குழிவெளிகள்; 2. குறுக்காக அமைந்த பகுப்புத் தடுப்புகள் (இரட்டைச் சுவரமைப்பு); 3 வாய்க்குழி; 4. மலப்புழை; 5. முதுகுபக்க வயிற்றுப்பக்க மிசென்ட்டரிகள்; 6. படம் 12-1(b)காட்டப்பட்டுள்ள குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் செய்யப்பட்ட பகுதி.

னின்றுதான் தோன்றின என்பது எல்லோராலும் ஒப்புக்கொள்ளப்பட்ட ஒன்றாகும். பகுப்புடைய முன்னோர்களினின்றும் முதுகெலும்பிகள் உருவானவை என்பது முதுகெலும்புடைய விலங்குகளின்



படம் 12-1(b)-221

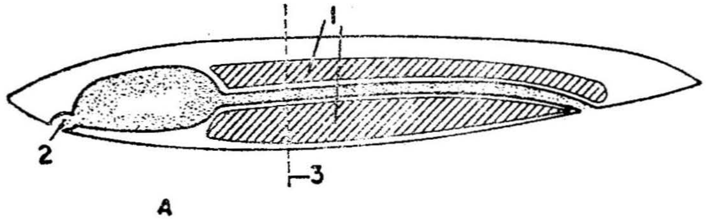
படம் 12.1(**a**)ல் 6 என்ற பகுதியில் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்.

1. நியூரல் குழாய்; 2. தசைத்துண்டம்; 3. சிரோசா; 4. முதுகுதண்டு; 5. முதுகுபக்க மிசென்ட்டரி; 6. வயிற்றுப்பக்க மிசென்ட்டரி.

வளர்ச்சி நிலைகளிலும், சிறுநீரகங்களின் அமைப்பு நிலைகளிலும் தெளிவாகத் தெரிகின்றது.

முதல் முதுகு தண்டுடையவைகளின் முன்னோர்களில் உடற்குழியின் கருது கோளமைப்பு

உடற்குழியின் பகுப்பமைப்பு இவற்றில் முற்றும் இழக்கப்பட்டு உடற்குழியானது உடலின் இரு பக்கங்களிலும் அமைந்துள்ளது. இவ்வமைப்பில் உடற்குழியினை இரண்டு நீள் பகுதிகளாக முதுகு பக்க மிசென்டிரியும் வயிற்றுப் பக்க மிசென்டிரியும் பிளவு செய்கின்றது. ஆனல் இவைகளில் முன்பின் உடற்குழிகள் என்ற



படம் 12-2(a)-222

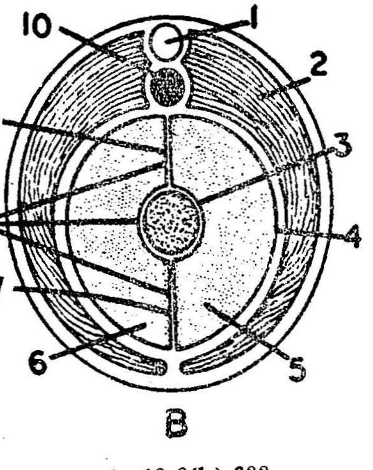
முதல் முதுகு தண்டுடையவைகளின் முன்னோர்களில் உடற்குழியின் கருதுகோளமைப்பு

A-1. இரண்டு உடற்குழிகளுக்கிடைப்பட்ட முதுகுபக்க வயிற்றுப்பக்க மிசென்ட்டரிகள்; 2. வாய்க்குழி; 3. படம் 12-2(b) வெட்டுத் தோற்றம் செய்விக்கப்பட்ட இடம்.

நிலையில் பகுப்புகள் காணப்படுவதில்லை. இவ்வகை உயிரிகளில் இதயச் சூழ்குழி ஏனைய உடற்குழி என்ற பாகுபாடு இல்லை என்பதாம். இதைப் பாகுபாடடையாத இணையான ஸ்பிளாங்க்னோ உடற்குழி (Splanchnocoel) என்பர். இந்த அமைப்பு இன்று வாழும் முதுகெலும்பிகள் ஒன்றில்கூடக் காணப்படவில்லை.

இன்று வாழும் முதல் முதுகு தண்டுடையவைகளில் மேற்கூறிய அமைப்பில் உடற்குழி காணப்படுவதில்லை. ஆம்ஃபியாக்சசில் தொண்டைப் பகுதியினை மத்தியக்குழி (atrium) என்பது சூழ்வதால் உடற்குழியின் அமைப்பு மாற்றமுற்றுக் காணப்படுகின்றது. இம்மாற்றம் கழிவு நீக்கம், இனப்பெருக்க உறுப்புகளின் செயல் திறன் மிகுதியாக்கம் ஆகியவற்றுக்காகவே ஏற்பட்டது எனலாம். கழிவு நீக்கமும் இனச் செல்களைப் புறத்தே கடத்துவதும் பரிணமத்தின் முதல் நிலைகளில் உடற்குழிவழியேதான் நிகழ்ந்தன. இச்செயல் உடற்குழியின் பகுப்பமைப்பு நீங்கியபின் சிறப்புடன் செயல்பட்டது எனலாம்.

எல்லா முதுகெலும்பிகளின் உடற்குழியின் அடிப்படை அமைப்பு மேற்கூறிய நிலையினை உடையது. இக்குழி ஸ்பிளாங்க்னோ உடற்குழி என்றும் (Splanchno coel) இதன் சுவர் ஸ்பிளாங்க்னோ உறை (Splanchnolemma) எனவும் அழைக்கப்படும். உடற்குழியின் மத்தியிலுள்ளவை உள்ளுறுப்புச் சுவர் (visceral wall) என்றும் பக்கம் (lateral) முதுகுபுறம் (dorsal) என்ற பகுதியிலுள்ளது



B

படம் 12-2(b)-223

படம் 12-2(a)ல் 3 என்னுமிடத்தில் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

1. நியூரல்குழாய்; 2. தசைத் துண்டம்; 3. சிரோசா; 4. பரைட்டல் ஸ்பிளாங்க்னோ படலம்; 5. இடது ஸ்பிளாங்க்னோ உடற்குழி; 6. வலது ஸ்பிளாங்க்னோ படலம்; 7. வயிற்றுப்பக்க மிசென்ட்டரி; 8. உள்ளுறுப்பு ஸ்பிளாங்க்னோ உடற்குழி; 9. முதுகுப்பக்க மிசென்ட்டரி; 10. முதுகுதண்டு.

பரைட்டல் சுவர் (parietal wall) எனவும் அழைக்கப்படும். உள்ளுறுப்புச் சுவரில் இரண்டு பகுதிகளைப் பகுத்தறியலாம். ஒன்று உடற்குழியில் காணப்படும் உள்ளுறுப்புகளின் மீதுள்ள பகுதி. இதனைச் சிரோசா (Serosa) என்பர். மற்றது உடற்குழியில் பிதுக்கிக் கொண்டிருக்கும் பகுதி. இதனை முதுகுபக்க வயிற்றுப்பக்க மிசென்ட்டரிகள் (mesentery) எனவும் அழைப்பர். கருநிலையில் இரண்டு மிசென்ட்டரிகளும் காணப்படும். ஆனால் முதிர்ந்த நிலையில் முதுகுபுற மிசென்ட்டரியோ அல்லது வயிற்றுப்புற மிசென்ட்டரியோ அல்லது இரண்டுமோ மறைந்த நிலை காணப்படும். மிக அரிதாக இணையான மிசென்ட்டரிகள் அமைவதுண்டு. இந்நிலை உடற்குழியின் பக்கங்களில் அமைய வேண்டிய உறுப்பு உடற்குழியின் மத்தியப் பகுதிக்குத் தள்ளப்படும்போது உருவாகுவதாகும்.

மீன்களில் உடற்குழியமைப்பு (Piscine stage of coelomic cavity)

நாமறிந்த முதன்மையான முதுகெலும்பிகளில் தொண்டை உணவு சேகரிப்பதைவிட முக்கியமாகச் சுவாச உறுப்பாகச் செயல் படுகின்றது. இந்நிலையில் செவுள் தமனிகளுள் குருதியினை மிகுந்த அழுத்தத்துடன் செலுத்த அறையமைப்புடைய இதயம் பரிண மித்தது. இதயம் உடற்குழிக்கு முன்பாக அமையப் பெறுகிறது. இந்நிலையில் அது தன் பணியினைச் செவ்வனே செய்கின்றது. இவ்வாறு பரிணமித்த இதயத்தினை உடற்குழியின் ஒரு நீட்சி சூழ்ந்து இதயசூழ் குழியாக (Pericardial cavity) அமைகின்றது. இந்த அமைப்பினால் இதயம் ஏனைய உறுப்புகளால் பாதிக்கப் படாத அமைப்பினைப் பெற்றுச் செயல்புரிகிறது. அடுத்தபடியாக மீன்களில் குறுக்குத் தடுப்பு (transverse septum) என்பது உருவாகி இதயசூழ்குழியினை (Pericardial cavity) பொது உடற்குழியி னின்றும் தனிக்கச் செய்கின்றது இத்தடுப்பு இரண்டு சுவர்களை உடையதொன்று. உடற்குழியின் பரைட்டல் சுவர்கள் உள்மடிப் புறும்போது இரட்டைச் சுவர்தான் உருவாகும் என்பது தெளிவு. இத் தடுப்புச் சுவர் இரு செயல்களுக்குத் துணைபுரிகிறது எனலாம். இதயச் சூழ்குழிக்குப் பாதுகாப்பான பின் சுவராக அமைவதோடு மட்டுமன்றி இதயத்தினைச் சென்றடையும் சிரைகள் செல்லும் பாதையாகவும் உள்ளது. கருவளர்ச்சியில் குறுக்குத் தடுப்புப் பகுதியினின்றே கல்லீரல் உருப்பெறத் துவங்குகிறது. குலவளர்ச் சியில் (Phylogeny) இவ் உருவாக்கம் சர்ச்சைக்குரியதே. பின் தோன்றிய முதுகெலும்பிகளில் குறுக்குத்தடுப்பு பலதரப்பட்ட செயல்களுக்கு ஏற்றதாக மாற்றமுறுகிறது. குறிப்பாக ஒரு சில குறிப்பிட்ட உடற்குழியின் சுவர்களாகவும் இதயசூழ் உறையின் பின் சுவராகவும் மாற்றமுறுகிறது எனலாம்.

மீன்களில் மூன்றுவது பரிணுமநிலை புளூரோ-பெரிடோனியக் குழியின் (Pleuroperitoneal cavity) உருவாக்கமே. இதயச் சூழ்குழி உடற்குழியினின்றும் தனித்தபின் எஞ்சும் உடற்குழியே புளூரோ-பெரிடோனியக்குழி என்பதாகும். நுரையீரல்களே அற்ற மீன் களில் நுரையீரல் சார்புடைய உடற்குழியுள்ளது என்று கூறுவது பொருத்தமற்றதே என்ற போதும் பின்தோன்றும் முதுகெலும்பி களில் இக்குழிதான் புளூரல் (Pleural) பெரிடோனியக் குழிகளை (Peritoneal cavity) உருவாக்குகிறது என்பதால் பொருத்த முடையது எனக் கொள்ளலாம்.

நான்காவதாக புளூரோ பெரிடோனியக் குழியில் ஒரு பகுதியில் மட்டும் முதுகுபக்க மிசென்ட்டரி மறைவதாம் ஆனல்,

பெரும்பான்மையான முதுகெலும்பிகளில் இப் பகுதியில் மிசென்ட்டரி காணப்படுகின்றது. இப் பகுதியில் காணப்படும் மிசென்ட்டரி மிகுதியான தாங்குதிறன் உள்ளது என்பது எல்லா முதுகெலும்பிகளிலுமே இந்த மிசென்ட்டரி அமைந்திருப்பதி லிருந்தே தெளிவாகின்றது.

ஐந்தாவதாக புளூரோபெரிடோனியக்குழியில் வயிற்றுப்பக்க மிசென்ட்டரி பெருமளவு இழக்கப்பட்ட நிலையில், மிசென்ட்டரி முன், பின் பகுதிகளில் மட்டுமே காணப்படுகிறது. இந்த அமைப்பு பெரும்பான்மையான முதுகெலும்பிகளில் காணப்படுகிறது. ஒரு சில முதுகெலும்பிகளில் (காட்டாக சலமாண்டர்கள்) வயிற்றுப்பக்க மிசென்ட்டரி முற்றும் அற்ற நிலையிலுள்ளது. வயிற்றுப்பக்கத்தில் தாங்கமைப்பு தேவையற்ற நிலையும் பெருமளவு இயக்கத்தினை (mobility)உணவுமண்டலம் பெறவேண்டிய அவசியமுமே வயிற்றுப் பக்க மிசென்ட்ரிகளின் மறைவுக்குக் காரணிகளாகச் செயல்பட் டிருக்கும் எனலாம்.

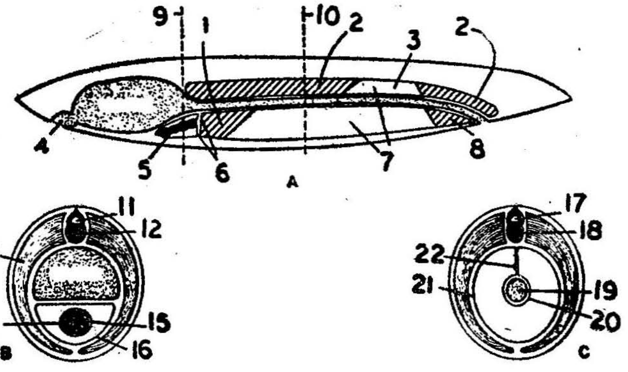
கடைசியாக இதயச் சூழ்குழியின் மிசென்ட்டரி கருவளர்ச் சியின் போது மட்டுமே காணப்படுகிறது. ஆனால் முதிர்ந்த உயிரி களில் மறைகிறது சிறப்படையா நிலையில் இதயம் உள்ளுறுப்புப் படலம் அல்லது சீரோசா (Serosa) வினால் சூழப்பட்டது. இதனை இதயச் சூழ்குழியின் அகவுறை (visceral pericardial layer) என்பர். தனித்த இதயச் சூழ்குழியின் மிசென்ட்டரிகள் இல்லாமையால் சீரேசாவே முழு உள்ளுறுப்பு இதயச் சூழ்குழியினைச் சூழ்கிறது எனலாம். இதயச் சூழ்குழியின் மிசென்ட்டரி மறைவினால் உருவாகும் செயல் திறன் தெரிந்ததே.

ஆகவே மீன்களில் இரண்டு உடற்குழிகள் காணப்படுகின்றன. முதுகு தண்டுடையவைகளின் முன்னோர்களிலும் இரண்டு உடற் குழிகள் காணப்படுகின்றன. ஆனால் இவையிரண்டு நிலைகளும் ஒன்றிலிருந்து மற்றது முற்றிலும் வேறுபட்டது. மீன்களில் முன், பின் என்ற அமைப்பில் உடலின் நீள் அச்சில் இரண்டு உடற்குழிகள் உள்ளன. ஆனால் முதுகு தண்டுடையவைகளின் முன்னோர் உடலின் இரு பக்கங்களிலும் பக்கத்திற்கு ஒன்று என்ற முறையில் இரண்டு உடற்குழிகள் உள்ளன.

நுரையீரல் அமைப்புடன் முதல் நிலை

கொயனிக்தியன்களிலும், சலமாண்டர்களிலும் காணப்படும் அமைப்பு காற்றுச் சுவாசித்திற்கென உருவாகிய ஒரு தகவமைப் பாம். இவ்வமைப்பினை எல்லா நாற்கால் விலங்குகளும் தங்களின்

பரிணாமப்படிநிலைகளில் கடந்திருக்கும் என்பதுதெளிவு. இவைகளில் மீனில் உள்ள உடற்குழியின் முழு அமைப்பும் ஒரேயொரு மாற்றத் துடன் காணப்படுகின்றது. அம்மாற்றம் தொண்டையினின்றும் உருவாகும் நுரையீரல் உடற்குழியினுள் நீண்டு அமைவதே. இந்த



படம் 12-3-224

மீன் பரிணாமநிலையில் உடற்குழி அமைப்பு.
A—பக்கத் தோற்ற அமைப்பு

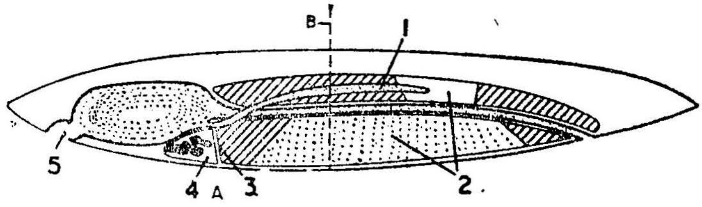
1. வயிற்றுப்பக்க மிசென்ட்டரி; 2. முதுகுபக்க மிசென்ட்டரி; 3. புளுரோ பெரிடோனிய வெளி; 4. வாய்க்குழி; 5. இதயம்; 6. குறுக்குத் தடுப்பு; 7. மிசென்ட்டரிகள் மறைந்த பகுதி; 8. வயிற்றுப்பக்க மிசென்ட்டரி; 9-**B**. என்ற படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம் அமையும் இடம்; 10-**C**. என்ற படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம் அமையும் இடம்; **B**-11. நியூரல் குழாய்; 12. முள்ளெலும்பு; 13. செவுள் பகுதித்தசை; 14. இதயம்; 15. உள்ளுறுப்பு இதயச் சூழ்உறை; 16. பரைட்டல் இதயச் சூழ் உறை; C-17. நியூரல் குழாய்; 18. முள்ளெலும்பு; 19. உணவுக்குழாய்; 20. சிரோசா; 21. பரைட்டல் புளுரோபெரிடோனியம்; 22. முதுகுபக்க மிசென்ட்டரி.

அமைப்பில் செவுள்களே முக்கிய சுவாச உறுப்புகளாகவும் நுரையீரல் துணையுறுப்புகளாகவுமே செயல்படுவதால் அவைகளுக்கு எனத் தனித்த உடற்குழி அறைகள் உருவாகவில்லை.

சிறப்படையா ஊர்வனவற்றில் உடற்குழியின் அமைப்பு

பெரும்பான்மையான ஊர்வனவற்றிலும் அன்யூரான்களிலும் நுரையீரல்களுக்கெனத் தனித்த உடற்குழி அறைகள் உருவாக்கப் பட்டுள்ளன. இவ்வுயிரிகளில்தான் நுரையீரல் சுவாசச் செயலில் முழுப்பங்கேற்காவிடினும் பெரும்பான்மையான பங்கினைச் செய் விக்கிறது எனலாம். இச் சுவாசமாற்றம் பல நிகழ்வுகளை உருவாக்கி யுள்ளது. இந் நிகழ்வுகளாவன: 1. பருத்த செவுள் உறுப்பினை இழந்தமையால் தொண்டையின் அளவு குறைக்கப்பட்டது.

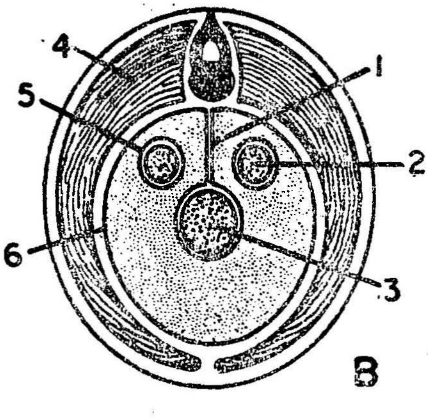
2. தொண்டையினுல் நிரப்பப்பட்ட பெருமளவு உடற்குழிப் பகுதியில் நுரையீரல் நிரம்பிச்சுருங்கிவிரியும் தன்மையுடையதாகிய நிலை. 3. உடற் குழியின் முதுகுபக்க முன்பகுதி (antero dorsal region) தொண்டையிருந்த பகுதிக்கு நீட்சியுற்று நுரையீரல்களைச்



படம் 12-4(a)-225

நுரையீரல் கொண்ட துவக்க நிலையில் உடற்குழி அமைப்பு.

1. நுரையீரல்; 2. புளுரோபெரிடோனியக்குழி; 3. குறுக்குத் தடுப்பு; 4. இதயச் சூழ்குழி; 5. வாய்க்குழி. B-குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் அமையும் இடம்.



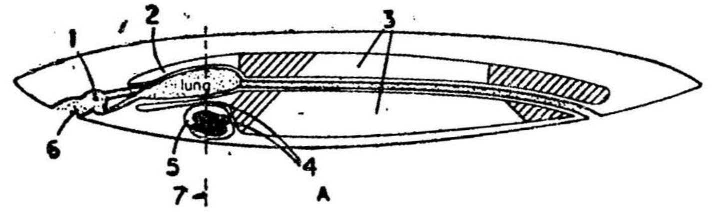
படம் 12-4(b)-226

நுரையீரல் கொண்ட துவக்க நிலையில் உடற்குழி அமைப்பு
படம் 12-4(a)ல் B பகுதியில் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்.

1. முதுகுபக்க மீசென்ட்டரி; 2. நுரையீரல்; 3. உணவுக் குழாய்; 4. தசைத்துண்டம்; 5. நுரையீரல்; 6. பரைட்டல் புளுரோபெரிடோனியம்.

சூழ்ந்து அவை திறம்படத் தங்குதடையின்றிச் செயல்படத் துணை புரிதல். 4. இவ்வாறு உருவாகிய உடற்குழி நீட்சியில் இரண்டு பைகள் உருவாதல். இப் பைகள் புளுரோபெரிடோனியக் குழியின் முன் இரண்டு கதுப்பு (lobe) போன்ற நீட்சிகளாக உள்ளன. இவை ஒன்றோடொன்று தொடர்புடையனவாக இருந்திருக்கக் கூடும்.

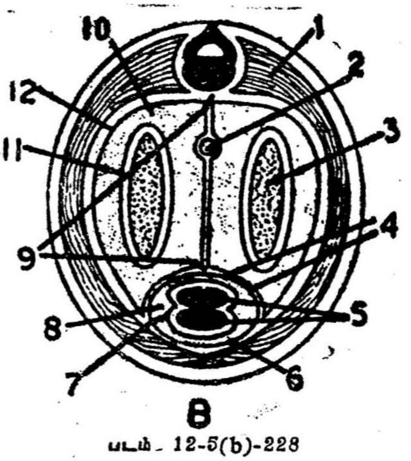
ஆனல் மத்தியப் பகுதியில் ஒன்றிலிருந்து மற்றது தனித்தே இருந்தது. இந்த மத்தியப்பகுதி மீடியாஸ்டைனம் (mediastinum) எனப்பட்டது. 5. இவ்வாறு உடற்குழி கதுப்பமைப்பில் முன்னேக்கி நீட்சியுறும்போது இதயச் சூழ்குழி இதற்கு முன்னதாக



படம் 12-5(a)-227

சிறப்படையா ஊர்வனவற்றில் உடற்குழி

1. தொண்டை; 2. புளுரல் பை; 3. புளுரோபெரிடோனியக் குழி; 4 குறுக்குத்தடுப்பு; 5. இதயச்சூழ் குழி; 6. வாய்க்குழி; 7. படம் 12-5b குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் அமையும் இடம்.



படம் 12-5(b)-228

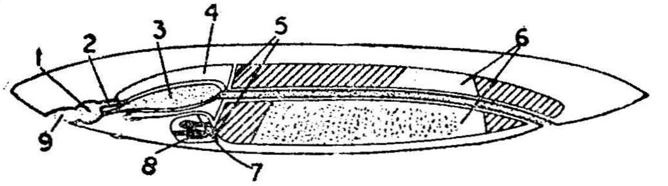
1. தசைத்துண்டம்; 2. உணவுக்குழல்; 3. நுரையீரல்; 4 குறுக்குத் தடுப்பு; 5. இதயம்; 6. பரைட்டல்; 7. உள்ளுறுப்பு இதயச் சூழ்வுறை; 8. இதயச் சூழ்வெளி; 9. மிடியாஸ்டைனம் 10. புளுரல்குழி; 11. உள்ளுறுப்பு புளுரா; 12. பரைட்டல் புளுரோபெரிடோனியம்.

அமையாமல் வயிற்றுப்பக்கத்தில் அமைதல். 6. இவ்வாறன முன்னமைப்பு உருவாவதால் இதயச் சூழ்குழி ஓரளவு தனது அச்சிலேயே சுழலுதல். இச்செயல் குறுக்குத் தடுப்பினைச் சாய்வான

நிலையினை உடையதாக்கல். இந்த அமைப்பிலும் குறுக்குத்தடுப்பு இதயச் சூழ்குழியின் முதுகுபக்கச் சுவரின் ஒரு பகுதியிலும் நுரையீரல் பைகளின் வயிற்றுப்பக்கச் சுவரின் ஒரு பகுதியிலும் அமைகிறது.

சிறப்படைந்த ஊர்வனவற்றில் உடற்குழியின் அமைப்பு

சிறப்புற்ற ஊர்வன (முதலைகள், பாம்புகள், பல்லிகள், வாழ் வழிந்த திராப்சிட்டுகள்) பறவைகள் முதலியவற்றில் நுரை



படம் 12-6-229

சிறப்புற்ற ஊர்வனவற்றில் உடற்குழி அமைப்பு.

1. தொண்டை; 2. உணவுக்குழல்; 3. நுரையீரல்; 4. புளூரல் குழி; 5. சாய்வுத் தடுப்பு; 6. பெரிடோனியக் குழி; 7. குறுக்குத் தடுப்பு; 8. இதயம்; 9. வாய்க்குழி.

யீரல்களுக்கெனத் தனித்த உடற்குழி உருவாக்கம் பெற்றுள்ளது. இவ் வுருவாக்கம் சாய்வு உடற்குழித்தடுப்புடன் (oblique septum) இணைந்து அமைகிறது. இந்தச் சாய்வு உடற்குழி தடுப்பு கீழ்க் கண்ட பகுதிகளினின்றும் உருவாகின்றது. இதயச் சூழ்குழியின் முதுகுபக்கச் சுவர், புளூரோ பெரிடோனியக் குழியின் பக்கச் சுவர்களின் பகுதி ஆகியவற்றினுல் உருப்பெறுகின்றது. இவ்வாறு சாய்வுத்தடுப்பு அமைவதால் நுரையீரல் சூழ்குழிகள் (Pleural cavity) தனித்து விடுகின்றன. இக் குழிகள் நடுவில் இணையாமல் ஒன்றிலிருந்து மற்றது உணவுக்குழல் குருதிக்குழாய் இதயம் போன்றவைகளினுல் பிரிக்கப்படுகின்றன.

நுரையீரல் குழிகள் தனித்த பின்பு எஞ்சிய புளூரோபெரி டோனியக் குழி பெரிடோனிக்குழி என்றே அழைக்கப்படும்.

ஆகவே சிறப்படைந்த ஊர்வன மற்றும் பாலூட்டிகள் பறவை ஆகியவற்றில் நான்கு முக்கிய உடற்குழிகள் உள்ளன. அவை யாவன: இதயச் சூழ்குழி, பெரிடோனியல் குழி (இக் குழி பாலூட்டிகளிலும், பறவைகளிலும் முதுகுபக்க மிசென்ட்டரி யின்றி ஒரே குழியாக உள்ளது) ஓரிணை நுரையீரல் சூழ்குழி என்பனவாம். நுரையீரல் குழிகள் தனித்ததன் நல்விளைவு முற்றும்

முதல் நிலையில் உணரப்படாவிடினும் சாய்வுத் தடுப்பு உருவான பின்பு முக்கியத்துவம் பெற்றுத் தனித்த உதரவிதானம் (diaphragm) என்ற அமைப்பு உருவாவதற்குத் தேவையான அடிப் படையினை நல்குவதோடு சுவாசத் துணை உறுப்பாகவும் செயல் படுகின்றது. ஊர்வனவற்றிலும் பாலூட்டிகளிலும் உதரவிதானம் தசைகளற்று உள்ளது. இந்நிலையில் அது சுவாசத்திற்குத் துணைபுரிவ தில்லை. ஏனைய உள்ளுறுப்புகளினின்றும் நுரையீரலினை முதன் முதலில் பிரிப்பதே முதலில் தேவைப்பட்ட பயனாகக் கருதப் பட்டது. இவ்வாறு பிரிக்கப்பட்டதால் ஏற்பட்ட நற்பயன்கள் உண்மையானவை என்பதில் ஐயமில்லை. இருப்பினும் ஏற்பட்ட நற்பயன்கள் அவ்வளவு சிறப்புடையன எனக் கூறுவதற்கில்லை. ஏனெனில், (1) முதுகெலும்பிகளின் பரிணாம வரலாறு திறந்த நுரையீரல் குழிகளுடன் நீண்டதாக உள்ள நிலை. இதனால் அறிவது என்னவெனில் திறந்த நுரையீரல் குழிகளும், ஓரளவு பயனுடைத் தனவே என்பதாம். 2. மேலும் இவ்வாறான பொருத்தமற்ற அமைப்பில் முதுகெலும்பிகள் ஏறக்குறைய சராசரியான வாழ்நாள் களுடன் வாழ்வது, குறையுடைய இதயசூழ் குழியுடைய உயிரிகள் நீண்ட நாள்கள் வாழாமல் இறப்பது அதன் முழுமைநிலை இன்றி யமையாதது என்பது தெளிவாம். ஆனால் நுரையீரல், குழிகள் குறையுடன் இருந்தபோதும் உயிரிகள் உயிர்வாழ்கின்றன என்றால் அது பொருத்தமற்ற நிலையிலும் வாழத்தகுதியுடையது என்பதே. இந்நிலை வாழும் தகுதியினையளிக்கிறதேயன்றி சிறப்புற்ற நிலையினை யுடைய தென்பதாகாது.

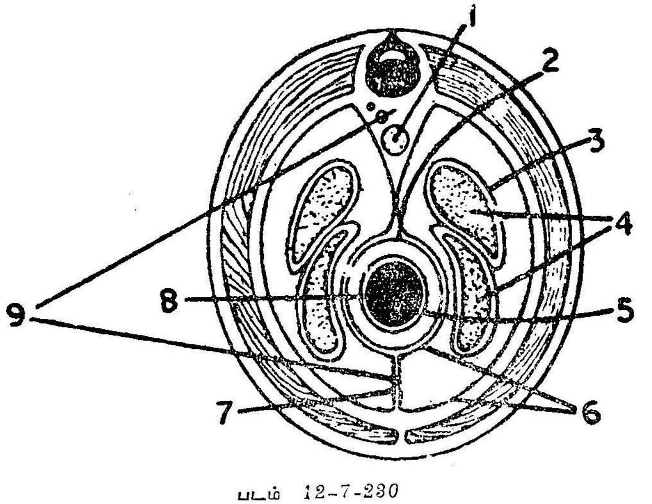
பறவைகளில், உடற்குழியானது மிகச்சிறப்பான முறையில் ஏறக்குறைய 10 குழிகளாக உட்பிரிவுற்றுள்ளது. இக் குழிகள் காற்றுப்பைகள் அளவினை யொத்தனவாக உள்ளன.

பாலூட்டிகளில் உடற்குழியமைப்பு

உடற்குழியமைப்பில், மூன்று முக்கிய முன்னேற்றத் தகவமைப் புகள் பாலூட்டிகளில் காணப்படுகின்றன. சாய்வுத் தடுப்பு மிகுந்த அளவு தசையாக்கம் அடைந்து உதரவிதானமாக மாற்றமடைதல். உதரவிதானம் சுவாசித்தலுக்கு முற்றும் இன்றியமையாதது என்பதன்று. ஆனால் அது சுவாசித்தலில் துணைபுரியும் ஓர் அமைப்பு என்பதாம். சுவாச இயக்கத்திற்கு, மார்பு, வயிற்றுத் தசைகளும் மிக இன்றியமையாதவைகளாம், பறவைகளில் இதனையொத்த செயல் திறன் உடைய உறுப்பு இல்லை. அவைகளில் மற்ற நாற்கால் விலங்குகளிலுள்ளது போன்றே பல தடுக்குகளின் செயல்களினால் காற்று நுரையீரல்களுள் நிரப்பப்படுகிறது. இத் தடுப்புக்கள் புறச்

சுவாசம், அகச் சுவாசம் என்ற செயல்களுக்குப் பயன்படுகின்றன. வயிற்றுக்குழியினை நோக்கிக் குழிந்த அமைப்பினையுடையதே உதர விதானமாம். இதன் தசைகள் சுருக்கமுறும்போதும் தட்டையான அமைப்பினைப் பெறுகிறது. இந் நிலையில் வயிற்று உள்ளுறுப்புகளைப் பின்னோக்கித்தள்ளி மார்பு வெற்றிடத்தினை உருவாக்குகிறது. இந்நிலையில் காற்று உள்ளிழுக்கப்படுகிறது.

பாலூட்டிகளில் காணப்படும் இரண்டாவது மாற்றம் மார்பு பகுதியின் வயிற்றுப்பக்கச் சுவருக்கும் இதயத்திற்குமிடையே மிடியாஸ்டைனல் சுவர் (mediastinal wall) உருவாவதே. இவ் உருவாக்கத்தில் இரண்டு காரணிகள் செயல்பட்டன எனக்



படம் 12-7-230

பாலூட்டிகளின் நிலையில் உடற்குழியின் அமைப்பு.

1. உணவுக்குழல்; 2. பரைட்டல் இதயச் சூழ்உறை; 3. உள்ளுறுப்பு புளூரல் படலம்; 4. நுரையிரல் கதுப்புகள்; 5. உள்ளுறுப்பு இதயச்சூழ்உறை; 6. பரைட்டல் புளூரல் படலம்; 7. வயிற்றுப்பக்க மிடியாஸ்டைனல் தடுப்பு; 8. இதயம்; 9. மிடியாஸ்டைனம்.

கூறலாம். 1. மற்ற முதுகெலும்பிகளிலுள்ளதைவிட அளவில் பெருத்த நுரையீரல்களுக்குரிய இடத்தினை அளித்தல், 2. இதயச் சூழ்குழிக்கு ஏற்ற பாதுகாப்பினை அளித்தல் என்பனவாம். பாலூட்டிகளின் நுரையீரல் அளவில் பெரியது. ஏனெனில் அதன் செயல்திறன் குறைவு. ஆனால் பாலூட்டிகளின் வளர்சிதை மாற்ற வீதம் மிக அதிகம். ஆகவே மாறான இந்நிலையினை ஈடுசெய்யவே நுரையீரல் பெரிய அளவினதாக அமைந்துள்ளது எனலாம்.

பாலூட்டிகள் மார்பினை நிலத்தில் வைத்து ஊர்ந்து இடம் பெயரும் முறையினை இழந்தவுடன் மார்புபகுதியிலுள்ள இதய சூழ்குழிக்குப் பாதுகாப்பு அளிப்பது அவசியமாகியது. மேலும் பறத்தல், குதித்தல், ஓடுதல், போன்ற இடம்பெயரும் முறைகளில் மார்புபகுதியின் வயிற்றுப் பக்கம் மிகுதியான கேடு அடைய வாய்ப்புண்டு. ஆகவே நுரையீரல்குழிகள் அளவில் பெருத்து இதயச்சூழ்குழி, மார்பின் வயிற்றுப் பக்கச் சுவர் இவைகளுக் கிடையே அமையும்போது அக் குழிகள் (நுரையீரல் குழிகள்) இதயத்தினைத் தாக்கவல்ல அதிர்ச்சிகளைத்தாங்கும் மெத்தையமைப் பாகிறது.

மாறு வெப்பமுடைய பாலுட்டிகளின் செயல் வேகமிக்க வாழ்க்கை முறைக்கேற்ற மூன்றாவது மாற்றமைப்பு, பெரிய ஓமென்டம் (greater omentum)உருவாவதே. இது நடுவயிற்றில் ஒரு பை போன்றமைந்துள்ளது. இவ்வமைப்பு நடுவயிற்றில் குறுக்காக அமையும் இரைப்பை (stomach) என்ற முறையில் முன்தகவமைப் பினையுடையது எனலாம். பெரிய ஓமென்டம் (greater omentum) மிசென்ட்டரியின் சிறப்படைந்த பகுதியே முதலில் குழிந்த பகுதி யாக உருவாகிய இந்த ஓமென்டம் பின்பு பெருமளவு பெருக்கமுற்று பெரும்பான்மையான குடற்பகுதிகளை உள்ளடக்கி உள்ளுறுப்பு களுக்கும், வயிற்றுப்பகுதியின் வயிற்றுப்பக்கச் சுவருக்கும் இடையில் அமைந்து பாதுகாப்புத் தருவதாக உள்ளது. மேலும் இதில் உணவானது கொழுப்பாகச் சேகரிக்கப்பட்டு, இது சேகரிக்குமிடமா கவும் செயல்படுகிறது.

பாலூட்டிகளில் வயிற்றுப்பகுதி பாதுகாக்கப்பட வேண்டிய ஒன்று எனக் கருதப்படுமானால் பறவைகளிலும், வயிற்றுப்பகுதி அவ்வாறு பாதுகாக்கப்படவேண்டிய பகுதியே. ஆனால் அவைகளில் மீடியாஸ்டைன் உருவாக்கமோ, பெரிய ஓமென்டம் அமைதலோ இல்லை. மாறாக தசையால் சூழப்பட்ட மார்பெலும்பு பெருமளவு பெருத்து விரிவுற்று, மார்பு வயிற்றுப் பகுதிகளின் வயிற்றுப்பக்கங் களைப் பாதுகாக்கிறது.

மிசென்ட்டரிகள் (Mesenteries)

முதுகுபக்க மிசென்ட்டரியினின்றும் தோன்றுவன

முதுகுபக்க மிசென்ட்டரி பல உட் பிரிவுகளையுடையது. இவை பெரும்பாலும் எங்கே பொருந்திச் செயல்படுகின்றனவோ அதனை அடிப்படையாகக் கொண்டே அறியப்படுகின்றன. இரைப் பைப் பகுதியிலே உள்ளது மிசோகாஸ்டர் (mesogaster) அல்லது

இரைப்பை தாங்கி என்றும், சிறுகுடல் பகுதியிலுள்ளது. சிறுகுடல் தாங்கி (mesointestine) என்றும், பெருங்குடல் பகுதியிலுள்ளது பெருங்குடல் தாங்கி (meso colon)என்றும் அழைக்கப்படும். உணவு மண்டலத்தில் பலவகையான மடிப்புகள் அமைவதால் மிசென்ட்டரிகளிலும் மடிப்புகளும் இணைப்புகளும் உருவாகின்றன. மேலும் உணவு மண்டலத்தில் மாற்றங்கள் அமைவது போன்றே மிசென்ட்டரியிலும் மாற்றங்கள் அமைகின்றன.

மிசோகாஸ்டர் என்ற இரப்பை தாங்கி மேலும் உட்பிரிவினை உடையது. இதில் ஒரு பகுதி மண்ணீரல் (Spleen) இரைப்பை இவற்றிற்கிடையே நாரிணைப்புத்திசுவாக உள்ளது. முதுகுபக்க மிசென்ட்டரிக்கு இடையே மண்ணீரல் உருவாவதால் இவ்வமைப்புத் தோன்றுகிறது. மிசோகாஸ்டரினின்றுதான் பெரிய ஓமென்டம் வேறுபாடடைகிறது எனலாம்.

வயிற்றுப்பக்க மிசென்ட்டரியினின்றும் தோன்றுவன

அளவில் பெருமளவு குறைக்கப்பட்டது வயிற்றுப்பக்க மிசென்ட்டரி. இதில் ஒரு சிறப்புற்ற பகுதியே காணப்படுகின்றது. வயிற்றின் நடுவயிற்றுப் பகுதியினையும், கல்லீரலையும் இணைப்பதே வளைவமை நாரிணைப்பாம். (falciform ligament). மற்றொன்று குறைவு ஓமென்டம் என்பதாம். இந்த ஓமென்டம் இரைப்பை டியோடினம், கல்லீரல் இவற்றினிடையே காணப்படும். சிறுநீர்ப் பையில் காணப்படுவது மத்திய நாரிணைப்பு (median ligament) என்பதாம்.

குறுக்குத்தடுப்பினின்றும் தோன்றியவை

பாலூட்டிகளில் குறுக்குத் தடுப்புக் கீழ்க்கண்டவற்றினை உருவாக்குவதில் பங்கு கொள்ளுகின்றது. 1. இதயச்சூழ்குழியின், முதுகுபக்க பின் முனைப் பகுதிகளிலும் அமைந்தும், 2. பெரிடோடோனியக் குழியின் முன் சுவரில் அமைந்தும், 3. நுரையீரல் சூழ் குழியின் வயிற்றுப் பக்கச்சுவரில் அமைந்தும், 4. உதரவிதானத்தின் தட்டையான தசைநாண் பகுதியில் அமைந்தும், 5. கல்லீரலின் நடு அடுக்குத் தோற்றுவிகளிலும் குறுக்குத்தடுப்பு காணப்படுகிறது.

13. சுவாச மண்டலமும் உணவு மண்டலமும்

(Respiratory and digestive systems)

சுவாச மண்டலத்திற்கும் உணவு மண்டலத்திற்கும் இடையே உள்ள தொடர்பு

சுவாச உறுப்புகள் உணவுக்குழாயினின்றும் தோன்றிய தென்றும். ஒன்றிலிருந்து மற்றதனைத் தெளிவாக வேறுபடுத்திஅறிய முடியும் என்றும், ஆனால் இரண்டும் தொடர்புடையன என்றும் கருதப்படுகிறது. பெரும்பான்மையான முதுகெலும்பிகளில் சுவாசித்தல் தொண்டைச் செவுள்களினாலோ அல்லது நுரையீரல்களினாலோ செயல்படுகிறது. இவ்விரு சுவாச உறுப்புக்களும் உணவுக் குழாயினின்றும் தோன்றினவைகளே. இந் நிலைக்கு மாறான அமைப்பும் காணப்படுகிறது. முதுகுதண்டுடையவைகளிலும் (சிறப்படையாதவைகள்) பெரும்பான்மையான இருவாழ்விகளிலும் தோல் முக்கிய சுவாசஉறுப்பாகச் செயல்படுகிறது. ஆகவே, முதுகெலும்பிகளில் சுவாசச் செயலைச் செய்வது ஒரே வகையினைச் சார்ந்தது என்றோ அவ்வுறுப்பின் பரிணாமமே சுவாச உறுப்பின் பரிணாமம் என்றோ கூறுவதற்கில்லை. முதுகு தண்டுடையவைகளில் சுவாச உறுப்புகள் பெரும்பாலும் உணவு மண்டலத்தினின்றே தோன்றியனவாகக் கொள்ள வேண்டும்.

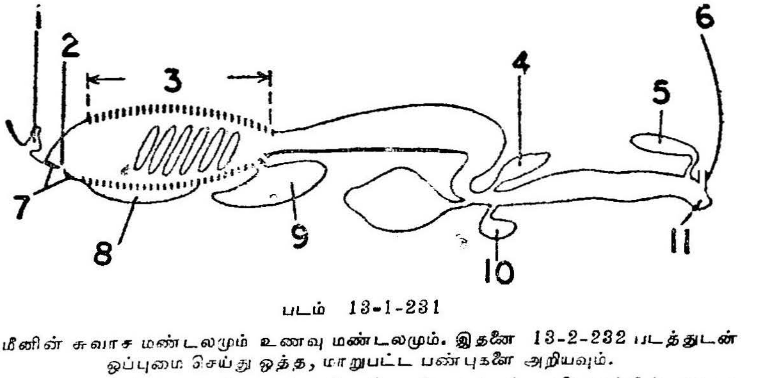
தனித்த செயலினைச் சுவாச உறுப்புகள் உடையதேயாயினும் சுவாச உறுப்புகளும் உணவுக்குழாயும் ஒன்றுடன் ஒன்று மிகுந்த நெருங்கிய தொடர்புடையன. பரிணாம வரலாற்றில் ஒன்றனை மட்டும் தனித்து அறிதல் எளிதானதன்று. தொண்டை அகச் செவுள்கள் என்பன மிகவும் தொன்மையான சுவாச உறுப்புகளாம். நீண்டநாள் நீரிலுள்ள விலங்குகளில் மிகுந்த சிக்கலுடைய அமைப்பினை இச் சுவாச உறுப்புகள் பெற்றுள்ளன. இச் சிக்கலமைப்பு நரம்பு மண்டலம், குருதிச் சுழற்சி மண்டலம், சட்டக

மண்டலம் பலவற்றிலும் எதிரொளிப்பு அடைந்துள்ளதைத் தெளிவாகக் காணலாம். காற்றினைச் சுவாசிக்க விலங்குகள் முற்படும் நிலையில் சிக்கல் மிகுந்த தொண்டை அகச் செவுளினை இழத்தல் என்ற நிலை உருவாகியது. இந்த நிலையில் இவ் வுறுப்புகள் புதிய செயல்களை மேற்கொண்டன. இச் செயல்கள் செவிப் பெட்டகம் நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் போன்ற உறுப்புகளின் பகுதிகளாகவும் வளர்சிதை மாற்றம் (metabolism) செரித்தல் (digestion) என்ற உடற் செயல்களில் பங்கு கொள்ளக் கூடிய பகுதிகளாகவும் மாற்றமுற்றன.

இவ் வகையில் சுவாச மண்டலமும் உணவு மண்டலமும் ஒன்றுடன் ஒன்று நெருங்கிய தொடர்புடையன என்பது தெளிவாகின்றது. இவ் விரண்டு மண்டலங்களும் தனித் தனியான செயல்களையுடையன என்பதும் தெளிவாம். இங்கே அவற்றின் பரிணாமம் (evolution) உள்ளமைப்பு (anatomy) என்பதனை மட்டும் நாம் அறிய முற்படுவதால் இரண்டினைப் பற்றியும், ஒருங்கே அறிதல் தவறுடைத்தன்று.

முதுகெலும்பிகளில் சிறப்படையா உணவுக்குழாயின் பொதுப் பணபுகள்

குடல் வாய் (mouth) வழியாகப் புறத்தே திறக்கிறது. வாய்ப்



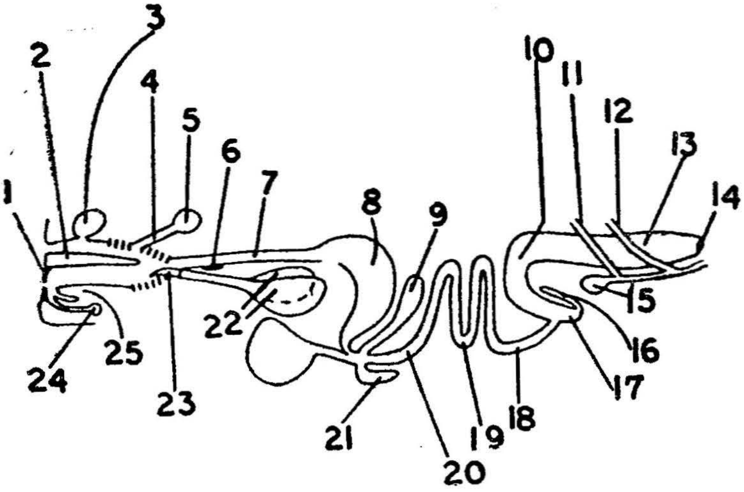
படம் 13-1-231

மீனின் சுவாச மண்டலமும் உணவு மண்டலமும். இதனை 13-2-232 படத்துடன் ஒப்புமை செய்து ஒத்த, மாறுபட்ட பண்புகளை அறியவும்.

1. மூகர்தல் பை; 2 வாய்; 3. தொண்டை; 4. கணையத்தின் முதுகு பக்கக் கதுப்பு; 5. நேர்க்குடல் சுரப்பி; 6. இனப்பெருக்கச் சிறுநீரகப் குழாய்கள்; 7. பற்கள்; 8. தைராய்டு சுரப்பி; 9. காற்றுப்பை 10. கணையத்தின் வயிற்றுப் பக்கக் கதுப்பு; 11. பொதுக்கழிவறை.

புறத்தே திறப்பதற்குமுன் அகன்ற வாய்க்குழி (buccal cavity) யாக மாற்றமுறுகின்றது. பற்களுடைய தாடைகள் வாயினை மூடித்

திறக்கவும் பற்களைச் செயல்படுத்தவும் வாய்க்குழியினைப் பாதுகாக்கவும் பயன்படுகின்றன. பல வகையான வாய்க்குழிச் சுரப்பிகள் (buccal glands) பல வகையான சுரப்பி நீர்களை வாய்க்குழியில் சுரக்கின்றன. ஒரு சில சுரப்பிகள் கோழைச் சுரப்பிகளாகவும் உமிழ் நீர்ச் சுரப்பிகளாகவும் மாற்றமடைகின்றன. வாய்க்குழியி உணவினைச் செயல்படுத்த நாக்கு (tongue) என்ற உறுப்பும் சு உறுப்புகளும் (taste organs) காணப்படுகின்றன. கருச் சவ்விகளில்



படம் 13-2-232

பாலூட்டியின் சுவாச உணவு மண்டலங்கள் முன் படத்துடன் ஒப்புமை செய்க.

1. பற்கள்; 2. இரண்டாம்நிலை அண்ணம்; 3. இணையான அமைப்புடைய முகர்தல் பைகள்; 4. யூஸ்டேசியன் குழாய்; 5. மத்தியச் செவியின் குழி; 6. தைராய்டு சுரப்பி; 7. உணவுக்குழல்; 8. இரைப்பை; 9. கணையத்தின் முதுகு பக்கக் கதுப்பு; 10. பெருங்குடல்; 11. சிறுநீரகக் குழாய்; 12. இனப்பெருக்கக் குழாய்; 13. நேர்க்குடல்; 14. மலப்புழை; 15. சிறுநீர்ப்பை; 16. குடல்வால்; 17. குடல் பிதுக்க நீட்சி; 18. இலியம்; 19. ஜீஜீனம்; 20. டியோடினம்; 21. கணையத்தின் வயிற்றுப் பக்கக்கதுப்பு; 22. நுரையீரல்கள்; 23. குரல்வளை; 24. உமிழ்நீர்ச் சுரப்பி; 25. நாக்கு.

(amniotes) முழுமையான அல்லது முழுமையற்ற இரண்டாம் நிலை அண்ணம் (Secondary palate) காணப்படுகிறது.

வாய்க்குழி தொண்டையுடன் பின்பகுதியில் தொடர்புடையது. தொண்டையின் எல்லை, பக்கச் சுவர்களில் அமையும் தொண்டைச் செவுள்வரை நீண்டிருக்கும். சிறப்படையா தாடைசூழ் வாயுடைவைகளில் (gnathostomes) ஏழு இணைத் தொண்டைச் செவுள்கள் இருந்தன எனக் கருதப்படுகிறது. எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும், தொண்டையின் வயிற்றுப்புறப் பிதுக்கமே தைராய்டு சுரப்பியாக

(thyroid gland) அமைந்துள்ளது. நுரையீரல்களும், காற்றுப் பைகளும் (air bladder) தொண்டையினின்றும் தோன்றியவைகளே. இவையிரண்டும் சேர்ந்த அமைப்பு எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும் காணப்படுவதில்லை. செவுள் சட்டங்களில் (gill bars) தொண்டைப் பற்கள் காணப்படுகின்றன. இவை புற அடுக்கு (ectoderm) நடு அடுக்கு (mesoderm) என்பனவற்றினின்றும் வளர்ச்சியுறுகின்றன. வாய் முன்குழி (stomodaeum)யினின்றும் புற அடுக்கு தொண்டைப் பகுதியினைச் சென்றடைவதால் அவற்றினின்றும் தொண்டைப் பற்கள் வளருகின்றன.

தொண்டை பின் முனையில் உணவுக் குழலுடன் (oesophagus) தொடர்புடையது. உணவுக்குழல் சிறப்படையா நிலையில் நீளம் குன்றியதாகவும் குறுக்களவு குறைவுற்றதாகவும் காணப்படுகிறது. பின் தோன்றிய விலங்குகளில் இப் பகுதி நீண்டு மெலிந்த அமைப்பினையுடையதாகிறது. உணவுக்குழல் இரைப்பையினுள் (Stomoch) திறக்கின்றது. இரைப்பை பெரும்பான்மையானவற்றில் ஒரே பையமைப்பினையுடையது. ஆனால் ஒருசிலவற்றில் இது பல உட்பிரிவுகளை உடையதாகவும் காணப்படுகின்றது.

இரைப்பையினைத் தொடர்வது குடலாகும். இக் குடல் பொதுக்கழிவறையுடன் (cloacal chamber) தொடர்புடையது. பொதுக்கழிவறை, உணவுக் கழிவுகளை மட்டுமன்றி சிறுநீரக இனப் பெருக்க உறுப்புகளினின்றும் கூடப் பொருள்களைப் பெற்றுப் புறத்தே தள்ளுகிறது.

பல மீன்களிலும், பெரும்பான்மையான பாலூட்டிகளிலும் பொதுக்கழிவறை என்ற தனித்த பகுதிக்குப் பதிலாக மலப்புழை (anus) என்ற உணவு மண்டல கழிவுப்புழையும், சிறுநீரகப்புழை (urinary aperture) என்ற சிறுநீரகப் மண்டலக் கழிவறைப் புழையும் உள்ளன. குடல் பெரும்பாலும் சிறுகுடல் என்ற முற்பகுதியினையும் பெருங்குடல் என்ற பிற்பகுதியினையும் உடையதாக வேறுபாடுற்று இருக்கும்.

உணவுக்குழலுக்கும், பொதுக்கழிவறைக்கும் இடையே உள்ள பகுதியில் பலவகையான புற நீட்சிகள் உருவாகின்றன. அவை களாவன : கல்லீரல், இவ் வுறுப்பு முதிர்ந்த வட்ட வாயுடையவை களில் உணவுக்குழலுடன் தொடர்பற்றது. உணவுக்குழலினின்று தோன்றும் முதுகுபுற வயிற்றுப்புறப் பிதுக்கங்களால் உருவாவது கணையம் (pancreas) என்பதாம். பெரும்பான்மையான நாற்கால் விலங்குகளில் சிறுநீர்ப்பை (urinary bladder) என்பது உணவுக்குழலின் புற பிதுக்கப் பையே. கருநிலையில் அம்பிலிப்பை (yolk sac)

என்பதும் நேர் குடல் பிதுக்கப்பை படலங்களும் (allantoic membrane) குடலினின்றும் உருவாகின்றன. உணவுக்குழலின் பல பகுதிகளினின்றும் பல பிதுக்கப்பைகள் அல்லது நீட்சிகள் (caeca) தோன்றுவதுண்டு. மீன்களிலும் குருதியுண்ணும் வௌவால்களிலும் இரைப்பையின் பைலோரிக் முனையில் இப் பிதுக்கப்பைகளும், பறவைகளில் பொதுக்கழிவறையினின்று (cloaca) தோன்றக்கூடிய பிதுக்கப்பைகளும், பாலூட்டிகளில் பெருங்குடலின் துவக்கத்தில் பெருத்த பிதுக்கப் பையும் காணப்படுகின்றன.

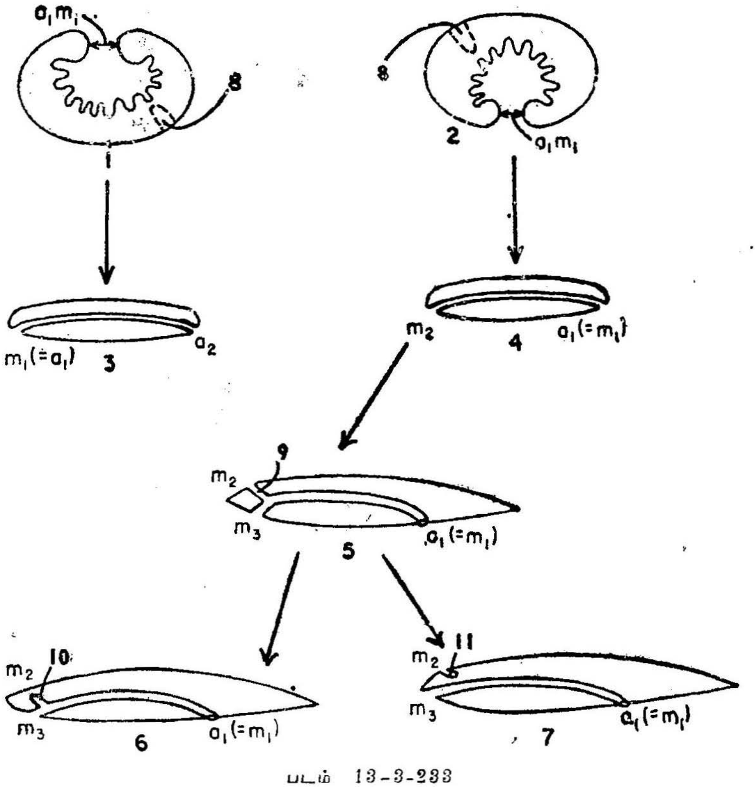
மாற்றங்கள்

மேற்கூறப்பட்ட பொது அமைப்புடைய உணவு மண்டலம் பலவழிகளில் செயல் திறன் மிக்கதாகியது. வேதியல் மாற்றங்களைச் சிறப்பாக்குவதனைத் தவிர்த்துச் சுரப்பி நீர்களின் அளவினை அதிகரிப்பதாலும், உணவுப் பொருள்களை நீண்டகால அளவுக்கு உணவு மண்டலத்தின் பல பகுதிகளில் செரித்தலுக்கு உட்படுத்தப்படுவதாலும் செரித்தல் முழுமையாக்கம் பெற்றுள்ளது எனலாம். செரித்த உணவினை முற்றும் உட்கிரகிக்கப் பரந்த பரப்பினையும் உணவு மண்டலம் உடையதாகிறது. சிறப்படையா உணவுக்குழல் மிக எளிய அமைப்பினை உடையது. ஒரே சீரான குறுக்களவுடன் நேரான அமைப்பினையுடையது சிறப்படையா உணவுக்குழல். பின் தோன்றிய விலங்குகளில் உணவு மண்டலப் பரப்பு பல வழிகளில் விரிவுபடுத்தப்பட்டுள்ளது. அவ் வழிகளாவன: 1. உணவுக்குழலின் வெவ்வேறு பகுதிகள் நீண்ட அமைப்பினைப் பெறல். இச் செயலினால் வளைவுகளும் சுருளமைப்பும் உணவுக்குழலில் தோன்றின. 2 பல வகையான புறப்பிதுக்கங்களையும், பெருக்கங்களையும் (enlargements) உணவுக்குழல் பெறுதல், இவ் வகையில் இரைப்பை முன்னறை (crop), கல்லீரல் (liver), கணையம் (pancreas), பிதுக்க நீட்சிகள் (caeca) என்பன அடங்கும். 3. உணவுக்குழலின் உட்பரப்பில் உள் மடிப்புகளும், நீட்சிகளும் உருவாதல். இந்த முறையில்தான் இரைப்பையில் வரிமேட்டு அமைப்பினையுடைய மடிப்பமைப்பு (rugae) உருவாகின்றது. உணவுக்குழலில் (oesophagus) முகிழ்ப்புகளும், குடலில் (intestine) வில்லை என்ற முகிழ்ப்புகளும் தோன்றுகின்றன.

வாய் (Mouth)

முதுகெலும்பிகளிலும், அவற்றின் முன்னோர்களிலும் ஏறக்குறைய மூன்று வகையான வாய்கள் இருந்தன எனத் தெரிய வருகின்றது. சிறப்படையா வாயுடையவைகளில் (archeostomes)

முதனிலை வாய் (primary mouth) காணப்படுகிறது. இவ் வாய் கருக் கோளப்புழை (Blastopore) மாற்றமடைவதாலோ அல்லது அதே இடத்தில் தோன்றுவதாம். முதுகுதண்டுடையவைகளின்



படம் 13-3-233

முதுகெலும்பிகளின் குலவளர்ச்சியில் தோன்றும் மூன்றுவகை வாய்களின் பரிணமம்

1. இடம் பெயரா நிலை; 2. இடம் பெயரும் நிலை; 3. சிறப்படையா வாயுடையவைகளின் முன்னோர்கள். 4. இரண்டாம் நிலை வாயுடையவைகளின் முன்னோர்கள்; 5. சிறப்படையா முதுகு தண்டுடையவைகள்; 6. தாடைசூழ் வாயுடையவைகளின் கருநிலை; 7. வளர்ச்சியுற்ற லாம்ப்ரேக்கள்; 8. உணவுக் குழல் துளைப்பதற்கேற்ற முன்னமைப்புப் பகுதி; 9. மூக்குத் தொண்டைக் குழாய்; 10. ராதிக்கியின் பை; 11. மூக்கு ஹைப்போசியல் பை. (a_1m) a,m, முறையே முதனிலைவாயும், மலப்புழையும்; a2—இரண்டாம் நிலை மலப்புழை; m2—இரண்டாம் நிலை வாய்; m3—மூன்றும் நிலை வாய்.

தொல்முன்னோர்கள் இவ் வகையான வாயினை உடையவர்கள் என்பதில் ஐயமில்லை. ஆனால் இவற்றிலும் இரண்டாம்நிலை வாயுடையவைகள் (denterostomes) ஆகியவற்றில் கருக்கோளப்புழை மலப்

புழையாகவோ அல்லது அதற்கருகிலோ அமைகிறது. இந் நிலையில் உணவுப்பாதையின் எதிர்முனையில் புதிய திறப்பு அல்லது புழை உருவாகி வாய்ப்பகுதியாகச் செயல்படுகிறது. ஆரச்சமச்சீருடைய (radially symmetry) விலங்குகளினின்று தான் சிறப்படையா வாயும் (archeostomes) இருபக்க சமச்சீரமைப்பினை உடைய வளைத் தசைப் புழுக்கள் (annelids) கணுக்காலிகள் (arthropods) மற்றும் இரண்டாம்நிலை வாயுடையவைகள் (denterostomes) தோன்றியிருக் கக்கூடும். அச்சு சீரமைப்பில் (axis orientation) முதல்படி நிலையில் இருவகைகள் தோன்றின எனக் கருதலாம். கருக்கோளப்புழை கரு வளர்ச்சியின் பிற்காலத்தில் குன்றிய நிலையினையடைந்து வாய்ப் பகுதியாக ஒருவகையில் தோன்றின; மற்றொருவகையில் கருக் கோளப்புழை மலப்புழையாக மாற்றமுற்றது எனலாம். கருக் கோளப்புழை வாய்ப்பகுதியாகத் தோன்றிய வகையில் மலப்புழை யும், கருக்கோளப்புழை மலப்புழையாக மாற்றமுற்றதில் வாய்ப் பகுதியும் தோன்றின எனலாம். ஆகவே ஆரச்சமச்சீரமைப்புடைய வற்றில் முதனிலை வாயே. முதனிலை மலப்புழையாகவும் செயல்படும் தன்மையது என்பது தெளிவு. சிறப்படையா வாயுடையவைகளில் இரண்டாம் நிலை மலப்புழையே புதிய உருவாக்கம். இரண்டாம் நிலை வாயுடையவைகளில் (denterostomes) முதனிலை மலப்புழையே காணப்படுகிறது.

இரண்டாம் நிலை வாய் (Secondary mouth)

முதுகெலும்பிகள் (Vertebrates) தலை முதுகுதண்டுடையவை, (cephalochordates), வால் முதுகுதண்டுடையவை (urochordates) களைத் தவிர்த்து ஏனைய இரண்டாம் நிலை வாயுடையவைகளில் (dentrerostomes)இரண்டாம் நிலை வாய் செயல் புரிவதாக உள்ளது. இவற்றில் கருக்கோளப் புழையின் எச்சம் மலப்புழைச் செயலினை உடைத்தாகிறது.

மூன்றும் நிலை வாய் (Tertiary mouth)

இந்த வகையினைச் சார்ந்த வாய், முதுகெலும்பிகள், தலைமுதுகு தண்டுடையவைகள், வால் முதுகுதண்டுடையவைகள் ஆகிய வற்றில் செயல்நிலையிலுள்ளது. இரண்டாம் நிலை (secondary) வாயமைப்பிற்குப்பின் மூன்றும் நிலை வாய் உருவாக்கமடைகிறது. ஒன்று அல்லது இரண்டு தொண்டைச் செவுள்களுடன் இணைந்து ஓரளவு மாற்றமுற்ற நிலையில் இவ்வகை வாய் தாடை சூழ் வாயு டையவைகளில் (gnathostomes) செயல்படுகின்றது. வாயுடன் சேரும் தொண்டைச்செவுள் பிளவுகளின் எண்ணிக்கை தெளிவாகத்

தெரியவில்லை. இச்சேர்க்கையினால் வாயின் இட அமைப்பு மாற்ற முறவில்லை என்பது தெளிவு.

மூன்றும் நிலை வாயினையுடைய முதுகெலும்பிகளில் இரண்டாம் நிலை வாய் (Secondary mouth) பல எச்ச அமைப்புகளாக முதுகெலும்பிகளில் உள்ளன. தலைமுதுகு தண்டுடையவைவற்றின் முக்கிய காட்டாக அமையும் ஆம்பியாக்சில் இரண்டாம் நிலை வாய் செயல் விளங்காத உறுப்பாக உள்ளது. இதனை ஹாட்செக்கின் பள்ளம் (Hatschek's pit) என்பர். இது கரு வளர்ச்சியின் போது உணவுக்குடலுடன் தொடர்புடையதாகக் காணப்படுகிறது.

வட்டவாயுடையவைகளில் மிக்சீனில் (Myxine) இரண்டாம் நிலை வாய் முதிர்ந்த உயிரிகளின் உடலின் முன் முனையில் பெரும் புழையாகக் காணப்படுகிறது. இப் புழை மூக்கு தொண்டைக் குழாயுடன் (nasopharyngeal duct) தொடர்பு கொள்ளுகிறது. இக் குழாய் நேரடியாக உணவுக் குடலுடன் தொடர்புடையது எனலாம். முதிர்ந்த பெட்ரோமைசான்களில் (petromyzon) மூக்குத் தொண்டைக் குழாய் பின் முனையில் குடலுடன் தொடர்பு கொள்வதில்லை.

தாடைசூழ் வாயுடையவைகளில் மூக்குத் தொண்டைக் குழாயின் பின்முனை மட்டும் காணப்படுகிறது ஆகவே இவற்றில் புறப்புழையும் முன் பகுதியும் முற்றும் மறைந்த நிலை உள்ளது. பின்முனை ராதிக்கியின் பை (Rathki's pouch) எனப்படும். இப் பை கருவளர்ச்சியின் வாய்க்குழியில் முன்னமைப்பின் கூரையினின்றும் புறப்பிதுக்கமாக உருவாகிறது. கருவளர்ச்சியின் பின் நிலையில் இப் பை வாய்க்குழியினின்றும் பிரிந்து. மூளையின் வயிற்றுப்பக்கப் பிதுக்க நீட்சியாகிய நியூரோ ஹைப்பபோபைசிஸ் (neuro hypophysis) என்பதுடன் தொடர்பு கொண்டு ஹைப்போ பைசிசின் முன் கதுப்பாகிறது (arterior lobe) ஆகவே இதிலிருந்து நாமறிவது வட்டவாயுடையவைகளிலும் ஆம்பியாக்சிலும், ஹைப்போ பைசிசில் இம் முன்கதுப்பு இல்லை என்பதாம். வால் முதுகுதண்டுடையவைகளில் இரண்டாம் நிலை வாய் சிறிதளவுகூட எச்சமாகக் காணப்படுவதில்லை.

மேற்கூறிய நிலை தலை முதுகுதண்டுடையவைகளில் காணப்பட்ட போதும் அவற்றில் நியூரல் கீழ்ச்சுரப்பி (Subneural gland) என்பது ஒன்றுள்ளது. இது நியூரோ ஹைப்போபைசிஸ் என்பதனை ஒத்தது என்பர். தலை முதுகுதண்டுடைய உயிரிகளை ஓரளவு ஒத்த முன்னோர்களினின்று குன்றற் பரிணாமப் போக்கு

(degenerative evolution) வழி வால் முதுகுதண்டுடைய உயிரிகள் தோன்றியது என்று கருதப்படுவதால் இவற்றில் நிலையான வாய் என்பதே உள்ளது என்றும் கருதப்படுகிறது. வாய்முன் அறை (Stomodaeum) என்பது கருவளர்ச்சியில் புற அடுக்கினைப் பரப்படுக் காகப் பெறும் உள்பிதுக்கம் எல்லா இரண்டாம் நிலை வாயுடைய முதுகெலும்பிகளிலும் வாயாகவும், வாய்க்குழியாகவும் மாற்ற முறும் பகுதியே. அக அடுக்குப் பரப்படுப்பாக அமையப் பெற்ற குடல் வாய் மலப்புழை முனை வரை வளர்ச்சியுறுவதில்லை. ஆகவே இரு முனைகளிலும் ஆழ்ந்த பள்ளமைப்புடைய உள் பிதுக்கங்களே குடலினை முழுமையுடையதாக்குகின்றன.

பற்கள் (Teeth)

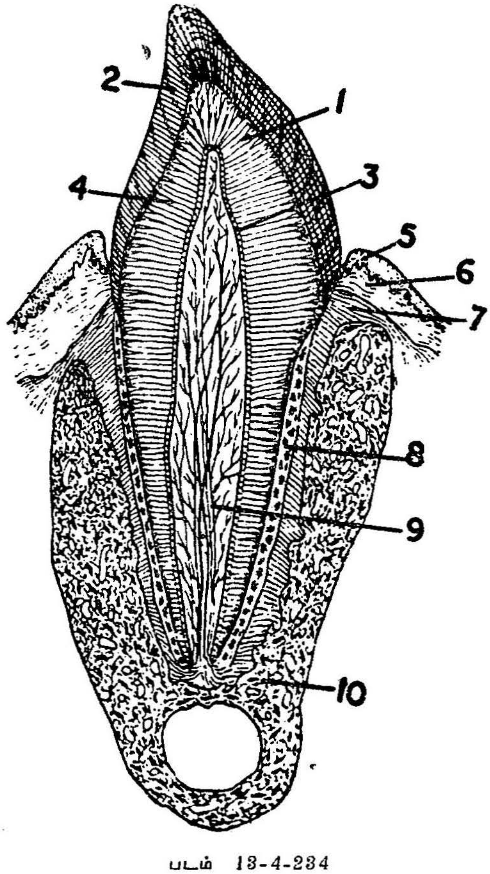
பற்களைப் பற்றிச் சட்டக மண்டலம், புறவுறை மண்டலம், உணவு மண்டலம் மூன்றின்பாலும் அறியலாம். பற்கள் உண வினைப் பற்றுதல் மெல்லுதல், போன்ற உணவு மண்டலப் பணிகளை யுடையனவாதலால் அவற்றினை உணவு மண்டலத்தின் விளக்கத்தில் அறிதல் ஏற்புடையதாம்.

தாடையற்றவை (Agnatha) களைத் தவிர்த்து ஏனைய முதுகெலும்பிகளனைத்தும் பற்களை உடையன. அல்லது பற்களு டைய முன்னோர்களினின்றும் தோன்றின. பற்களற்ற ஒரு பகுதியில் மட்டும் பற்களுடைய முதுகெலும்பிகள் தங்களின் குறை யினைப் பற்கள் போன்ற போலி அமைப்பினைப் பெற்று ஈடு செய் விக்கின்றன. வட்ட வாயுடைய பெட்ரோமைசான் (petromyzon) களில் காணப்படும் கொம்புப் பொருளாலான முகிழ்ப்புகள் இவ்வகையின எனலாம். ஒரு சில அன்யூரன்களில் எலும்பாலான கூம்பு போன்ற நீட்சிகள் உள்ளன. இவையும் போலிப்பற் களாகவே அமைப்புப் பெற்றுள்ளன. ஒரு சில எலும்பு மீன் களின் தாடைகளில் எலும்பு நீட்சிகளும் ஆமைகளின் தாடைகளி லுள்ள வரியமைப்பும், ஸ்பீனோடான் (sphenodon) என்பதின் தாடையில் எனுமல் பூச்சுற்ற எலும்பு வரிகளும் போலிப் பற்கள் அமைப்பினைச் சார்ந்தன எனலாம்.

அமைப்பு (Structure)

உண்மையான பற்களில் புற அடுக்காகச் சிறப்பமைப்புடைய எனுமல் அல்லது பற்சிப்பி அதனையடுத்துத் தடித்த டென்டீன் (dentine) அல்லது தந்தினி என்ற அடுக்கும், அகத்தே பற்கூழ் (pulp) என்பதும் காணப்படும். பற்கூழில், இணைப்புத்திசு, குருதி க்

குழாய்கள் நரம்புகள் என்பன உண்டு. பற்சிப்பி மிகவும் உறுதியானதொன்று. ஏறக்குறைய 96 விழுக்காடு கரியிலிப் பொருளால்



படம் 13-4-234

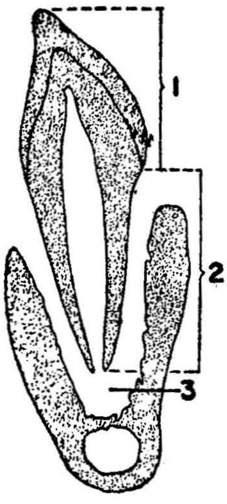
பாலூட்டியின் பல்லின் செங்குத்து வெட்டுத் தோற்றம் சூழ்ந்துள்ள திசுக்களுடன்

1. பல்தந்தினி நுண்குழல்கள்; 2. பற்சிப்பி; 3. ஒடெண்டோ இளஞ்செல்கள்; 4. டென்டீன்; 5. ஈறு; 6. இணைப்புத்திசு; 7. பற்சூழ்படலம்; 8. பற்காரை; 9. பற்கூழ் குழி; 10. கீழ்த்தாடையின் எலும்பு.

ஆனது பற்சிப்பி, இதுவே முதுகெலும்பிகளில் உருவாக்கப்பட்ட பொருள்களில் மிகவும் கடினத் தன்மையுடையது எனலாம். பற்சிப்பியின் (enamel) பெரும்பான்மையான பருமன் சுண்ண அபடைட் (calcium apatite) என்ற நீண்ட படிகங்களாலானது. இப் படிகங்கள் பரப்புக்கு செங்கோணத்தில் அமைவுற்றிருக்கும்.

எஞ்சிய பகுதி ஏறக்குறைய மூன்றில் ஒரு பங்கு சுண்ண பாஸ் பேட்டால் ஆனது. இதில் உயிர்த் தன்மையுடைய திசுவே இல்லை எனலாம்.

பந்தந்தினி (Dentine) எலும்பு போன்றதே. எலும்பிலுள்ளது போன்ற விகித அமைப்பிலேயே கரிம கரியிலிப் பொருள்கள்



படம் 13-5-235

பாலூட்டியின் பல்லின் செங்குத்து வெட்டுத் தோற்றம்; தாடையினின்றும் அகற்றப்பட்டது. சூழ்ந்துள்ள திசுக்களும் அகற்றப்பட்டுள்ளன. 1. பல்லின் முகடு அல்லது உச்சி; 2. வேர்; 3. பொருந்துகுழி.

தந்தினியிலும் உள்ளன. இதில் நுண்கால் வாய்கள் (canaliculi) பற்கூழ்ப் பகுதியினின்றும் நேரே புறப்பரப்பினை நோக்கிய நிலையில் அமைவுற்றிருக்கும். இதன் சுரப்பிச் செல்கள் அனைத்தும் பற்கூழினை ஒட்டியமைந்துள்ள தந்தினியடுக்கில் அமைவுற்றிக்கும். பல் முகிழ்ப்புச் செல்களினின்றும் (odontoblasts)மெல்லிய புரோட்டோ பிளாச அமைப்பு நுண்கால்வாய்களில் உள்ளபடியால் தந்தினி உயிர்ப் பொருளையுடையது என்றும் வலி போன்ற உணர்ச்சிகளை உணரும் தன்மையது என்றும் கூறுவர். பற்சிப்பி முற்றும் புற அடுக்கினின்றும் உருவாவது. ஆகவே பற்சிப்பி (enamel) உருவாகப் புற அடுக்கு இன்றியமையாததாம். பல்லின் எஞ்சிய பகுதி நடு அடுக்கினின்றும் தோன்றுவதாம். பற்களின் வளர்ச்சி அதன் மீது பொருள்கள் புறத்கினின்றும் படிவதால் ஏற்படுவதாம். பற்களின் வேர்களை நோக்கி இது நிகழ்கிறது. ஆகவே பற்களின் உச்சிப் பகுதி முதலில் உருவாக்கம் பெற்றுப் பின்பே முழு உருவமும் அமைகிறது எனலாம்.

பரிணமப் போக்கு (Evolutionary trend)

பற்களின் பல பண்புகள் பரிணாமத்தில் மாற்றத்திற்கு உட்படுத்தப்பட்டுள்ளன. ஆறு வழிகளில் பற்களின் பண்புகள் பரிணமப் போக்கில் மாற்றமுற்றுள்ளன. அவ்வழிகளாவன, 1. பற்களின் அமைப்பிடம், 2. பற்களின் எண்ணிக்கை, 3. பற்களின் தோற்றம், 4. பற்கள் மாற்றமடையும் வட்டங்கள் (cycles of replace of teeth), 5. மாற்றமடையும் பற்கள் வகையின் எண்ணிக்கை (number of replacement sets), 6. பற்கள் பொதிந்து அமையும் முறை.

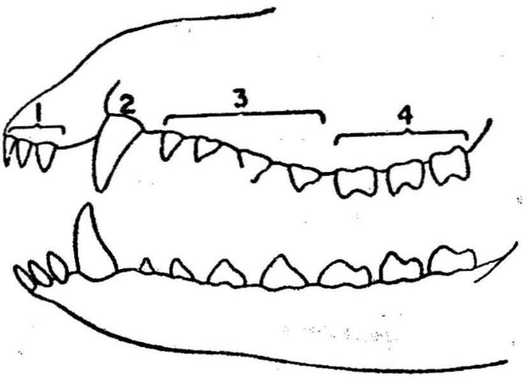
பற்களின் அமைப்பிடம் (location of teeth)

கருவளர்ச்சியில், பற்கள் தோன்றும் மூலகமே பற்களின் பரிணம மூலகத்தினை (evolutionary source) எதிரொளிப்பதாகும். முதலில் காணப்பட்ட மீன்களில் புறவுறைச் செதில்கள் தகடுகளின் நுண்பற்கள் (denticles) பற்களாக மாறின என்பர். தகடுகள் வாய்ப்பகுதியில் மறைந்து நுண்பற்களை மட்டும் விடுத்தன. இவ்வாறு உருவாகியவை தாடையின் பகுதிகளை மட்டுமன்றி வாய்க்குழியில் புற அடுக்கு உள்ள பகுதிவரை காணப்படுகிறது. ஒருசில மீன்களில் உண்மையான பற்கள், செவுள் வளைவுகள் உள்ளபகுதி வரை கூடத் தொண்டையில் காணப்படுவதுண்டு. இவ்வாறு பரந்த பரப்பில் காணப்படும் பற்கள், முதுகெலும்பிகளில் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் மட்டும் தோன்றுவதாக வரையறை செய்யப்பட்டுள்ளது. இவ்வரையறையினைக் கீழ்க்கண்ட முதுகெலும்புள்ள வகைகளை உற்று நோக்குவோமானல் தெளிவாகும். மீன்களில் பாலடைன் எலும்புகளும் தாடை எலும்புகளும் பற்களையுடையனவாயும். இருவாழ்விகளில் டென்ட்டரி ஸ்பிளினியில் (Splenial) பிரிமாக்சில்லா (premaxilla) மாக்சில்லா (maxilla) என்ற எலும்புகளில் பற்களும் ஊர்வனவற்றில் பரிமாக்சில்லா, மாக்சில்லா, டென்ட்டரி (Dentary), பாலடைன் (palatine) டெரிகாய்டு (pterygoid) என்ற எலும்புகளில் பற்களும் இன்று வாழும் பாலூட்டிகளில் பிரிமாக்சில்லா, மாக்சில்லா, டென்ட்டரி (Dentary) என்ற எலும்புகளில் மட்டும் பற்கள் காணப்படும். ஆகவே பற்கள் உள்ள இடங்கள் 'பரிணமப் போக்கில் மீன்களினின்றும், பாலூட்டிகள் வரைப் பார்ப்போமானல் சிறுகச் சிறுகக் குறைக்கப்பட்டு இடங்கள் வரையறை செய்விக்கப்படுகிறது எனலாம். ஆனல் இதற்கு மாருன அமைப்பும் காணப்படுகிறது. காட்டாக ரம்ப மீனில் (Saw Fish) பற்கள் நீண்ட தட்டையான முகப்புப் பகுதியின் இரு விளிம்புகளிலும் காணப்படுகின்றன. இவ்வாருன அமைப்பு

பற்களுக்கும், செதில்களுக்கும் இடையே உள்ள தொடர்பினைப் பொருளற்றதாக்குகிறது.

பற்களின் எண்ணிக்கை

சிறப்படையா முதுகெலும்பிகளில் இந்த எண்ணிக்கையில் தான் பற்கள் முதன்முதலில் தோன்றின என்று கூறமுடியாது. தாடையுடையவைகளின் முன்னோர்கள் பலபற்களையுடையனவாயிருந்தன என்பது உறுதி. பல அடித்தோல் நுண்பற்களினின்றும் பற்கள் உருவானமையால் அவை பலபற்களமைப்பின (polyodont) எனலாம். பொதுவாகப் பற்களின் எண்ணிக்கைக் குறைப்பே



படம் 13-6-236

யூத்திரியப் பாலூட்டிகளின் பண்பாகிய மாற்றமை பற்கள் அமைப்பு
1. வெட்டுப் பற்கள்; 2. கிழிக்கும் பற்கள்; 3. முன்கடைவாய்ப் பற்கள்; 4. பின்கடைவாய்ப் பற்கள்.

பரிணாமப் போக்கில் காணப்படுவதொன்றும். சிறப்பான இணைப்பினையும், அல்லது பொதிந்தமையும் தன்மையினையும் உருவப் பெருக்கமும் பற்கள் அடையும் நிலையில் அவற்றின் எண்ணிக்கை குறைபடுதல் வேண்டும் என்பது தெளிவு. பாலூட்டிகளில் கூட இவ்வெண்ணிக்கைக் குறைவுப் போக்குத் தெளிவாகியுள்ளது. ஆனால் இதற்கு மாறான போக்கு ஒரு சிலவற்றில் காணப்படுகின்றது. காட்டாகப் பற்களுள்ள திமிங்கிலங்களில் பற்கள் உருவத்தால் சிறுத்து எண்ணிக்கையில் மிகுந்து உறுதியற்ற முறையில் பொதிந்தமைந்து காணப்படுகிறது. சிறப்படையாப் பாலூட்டிகள் ஒவ்வொரு தாடையிலும் ஒரு பக்கத்தில் பதினொரு பற்களையுடையனவாயிருந்தன எனலாம். மனிதனில் எட்டுப் பற்கள் பொதுவாகக்

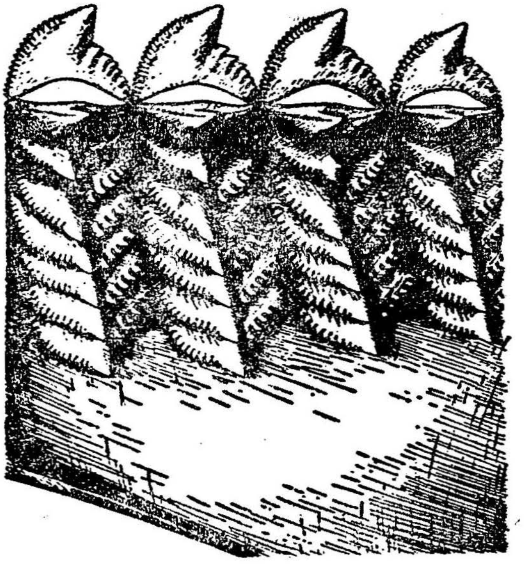
காணப்படுகின்றன. இவ்வெண்ணிக்கை ஒருசில சமயங்களில் ஏழாகவும் குறைவுபடும். பற்களின் எண்ணிக்கைக் குறைப்பினைச் சில பற்களமைப்பு (Oligodonty) என்பர். மிகுதியான அளவு பற்களின் எண்ணிக்கை நார்வால் (narwhal) என்ற திமிங்கிலங்களின் பெண்ணினத்தால் காணப்படுகிறது. இவற்றில் பற்களே இல்லை எனலாம். இவ்வகைத் திமிங்கலங்களின் ஆண்களில் ஒரு பெருத்த வெட்டும் பல் (incison) தலையின் முன்பகுதியில் வாள் போன்று நீண்டுள்ளது. பற்களின் எண்ணிக்கை குறைப்பின்றி உருவக்குறைப்பு என்ற பரிணாமப்போக்கினாலேயே பற்களற்ற பறவைகள், ஆமைகள், சில அன்யூரன்கள் தோன்றின எனக் கூறலாம். ஒரு சில ஆமைகளிலும், பறவைகளிலும் கருவளர்ச்சியின் போது பற்கள் தோன்றுவதால் பற்களின் எண்ணிக்கைக் குறைவு செயல்படுவதில்லை என்பதும், உருவக்குறைப்பே செயல்பட்டுப் பற்களற்ற மேற்கூறிய உயிரினங்கள் தோன்றுவதற்கு ஏதுவாகியது என்றும் கூறலாம்,

பற்கள் மாற்றமடையும் வட்டங்கள் (Cycles of replacements)

முதல் முதுகெலும்பிகளில் பற்கள் தொடர்ந்து (continuous) மாற்றமடைந்தன. செயல்படும் பற்களுக்கு அடியில் பலவரிசை மாற்றும் பற்கள் (replacement teeth) அமைந்திருந்தன. பற்களை யுடைய எலும்புகளினின்றும் செயல்படும் பற்கள் செயலற்ற நிலை பெற்று உதிரத் துவங்கியவுடன், அடியிலுள்ள வரிசை, இடப் பெயர்ச்சியடைந்து காலியான இடங்களிலமைந்து செயல்படத் தொடங்கும் இந்நிலையில் அவை உறுதியற்ற முறையில் எலும்புடன் பொருந்திக் காணப்படும். ஏனெனில் இவ்வரிசைக்கு அடுத்த பற்களின் வரிசை, இடப்பெயர்ச்சியடைவதாலும், அதற்கடுத்த பற்களின் முகிழ்ப்புகள் உருவாவதாலும் சிறிதளவு தோன்றி, செயல்படும் பற்கள் உறுதியாகப் பொருந்தா நிலையினைப் பெறுகின்றன.

தாடையின் விளிம்பிலுள்ள பற்கள் அனைத்தும் ஒரே நேரத்தில் மாற்றப்படுவதில்லை. தாடையின் நீள் அச்சில் சேர்ந்தாற் போன்று பல அலையமைப்பில் பற்களின் மாற்றம் நிகழ்கிறது. பல அலையமைப்பில் பற்கள் மாற்றமுற்றால் அதனைப் பல அலை மாற்ற வகை (polymodal) என்பர். இவ்வகை மாற்றம் சிறப்படையா முதுகெலும்புகளின் பண்புகளில் ஒன்றும். பாலூட்டிகளிலும் ஒரு சில ஊர்வனவற்றிலும் ஓர் அலை மாற்ற வகையில் (unimodal) பற்கள் மாற்றப்படுகின்றன. இவ்வகையில் ஒரே ஒரு மாற்றும் பற்களின் அலை தாடையின் நீள் அச்சில் செயல்படுகிறது. பலபற்

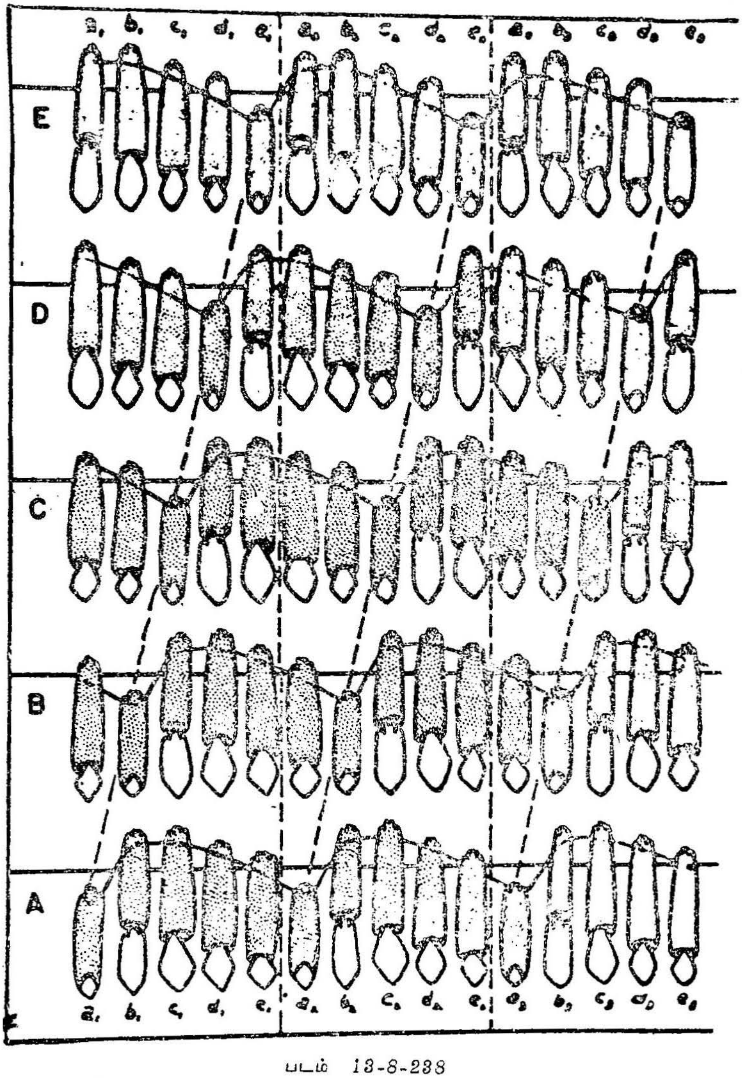
களையுடைய முதுகெலும்பிகளில், எல்லாப் பற்களையும் சேர்ந்தாற் போன்று மாற்றுவதோ அல்லது பல் மாற்றத்தினை முன்பகுதியினின்றும் செயல்படுத்துவதோ அல்லது அங்குமிங்குமாக ஓர் ஒழுங்கின்றிச் செயல்படுத்துவதோ நடைமுறைக்கு ஒவ்வாததாகும். ஏனெனில் இம்முறைகளில் பற்கள் மாற்றடையுமானால் பற்களற்ற பெருத்த இடைவெளிகள் அமையுமென்பதாம். இந் நிலை உரு



படம் 13-7-237

பற்களமைப்பின் வகையினைச் சார்ந்த சுறுமீனின் பற்கள் மாற்றமடைதல். பல மாற்றமடையும் வகைப்பற்கள் ஒன்றனை அடுத்து மற்றது அமைந்துள்ளது காட்டப்பட்டுள்ளது.

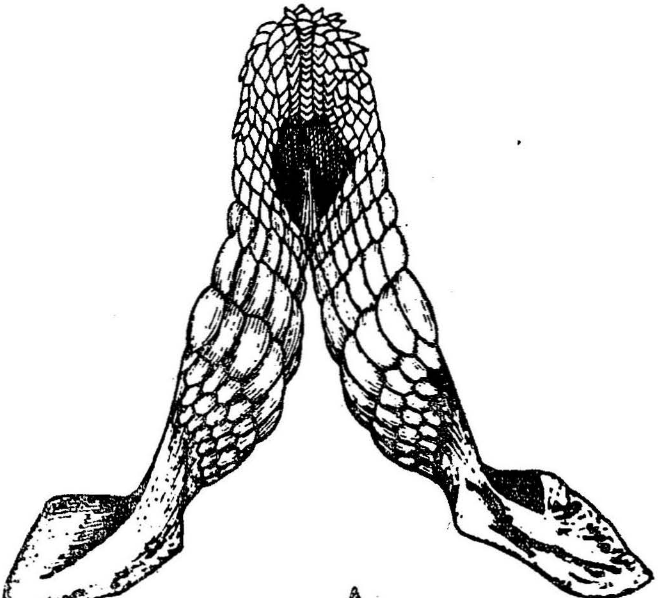
வானால் விலங்குகள் உணவு உண்ணவோ தங்களைப் பாதுகாத்துக் கொள்ளவோ முடியாத நிலை உருவாகும். ஆகவேதான் பற்கள் அலையமைப்பில் மாற்றமுறுகின்றன. இந்தநிலையில் பல அலை மாற்ற வகை (polymodal) ஓர் அலை மாற்றவகைக்கும் உள்ள செயல்திறன் வேறுபாடு தெளிவாகும் என்பதாம். அலை மாற்ற அடிப்படையில் பெரும்பான்மையான முதுகெலும்பிகளில் ஒவ்வோர் இரண்டாவது பல்லினின்றும் ஆறாவது பல் வரையிலும் உள்ள பற்கள் அனைத்தும் ஒரே நேரத்தில் மாற்றப்படும். இவ்வாறு மாற்றப்



படம் 13-8-238

பல அலை மாற்ற வகைகள் (Ploy modal) பற்கள், பல்லியினத்தில் டென்ட்டரி எலும்பின் மத்திய விளிம்பில் மாற்றமுறுவதைப் படம் விளக்குகிறது. டென்ட்டரி எலும்பின் மேல்முனை நேரான கோட்டினால் காட்டப்பட்டுள்ளது. A-E என்பன கால இடைவெளியினைக் காட்டுவன. மூன்று சாய்வான கோடுகள், மாறும் பங்களமையுமிடத்தினை இணைப்பதாக உள்ளன. இக்கோடுகள் கால இடைவெளிக் கோட்டினை வெட்டுகின்றன. இக்கால இடைவெளிகளில் அக்கோடுகளால் இணைக்கப்பட்டுள்ள பற்கள் தங்கள் செயலிழந்து மறையவும், புதிய பற்கள் தோன்றவும் ஏற்றநிலையின் உடையன என்பதனையும் பல அலைகளாக பற்கள் மாற்றமடைகின்றன என்பதினையும் படம் காட்டுகிறது. படத்தில் ஓர் அலையில் 5 பற்களமையும் இடமும், மூன்று அலைகளும் காட்டப்பட்டுள்ளன.

பட்டவுடன் புதியதாக உருவாகிய கடைசிப் பல்லுக்கு அடுத்த வரிசை மாற்றமுறும். இவ்வாறு மாற்ற அலை நிகழ்ச்சி எல்லாப் பற்களும் மாற்றமடையும் வரை நிகழும். எல்லாப் பற்களும் மாற்றமடைந்தவுடன் அடுத்த மாற்ற அலை முன் போலவே தோன்றத் துவங்கும். இவ்வாறு மாற்றம் நிகழுமேயானால் தாடையின் பெரும்பகுதி ஒரு நேரத்தில் கூட பற்களற்றதாக அமையாது. பல அலை மாற்றவகை செயல்படும்போதுகூட ஏறக் குறைய ஒன்று அல்லது இரண்டு வகைப் பற்கள் செயல்படும் நிலையில் காணப்படும். நிலைத்த பற்களமைப்பினையும் (permanent dentition) ஒன்று அல்லது பல உதிரும் பற்களின் வகையினையும் உடைய ஒரு சில ஊர்வனவற்றிலும் பாலூட்டிகளிலும் ஓர் அலை மாற்றமைப்புச் செயல்படுகிறது. பற்களற்ற பகுதி தாடையில் உருவாகக் கூடாது என்ற அடிப்படையில் இவ்வமைப்பும் மிக மெது வாகவே செயல்படுகின்றது.



A

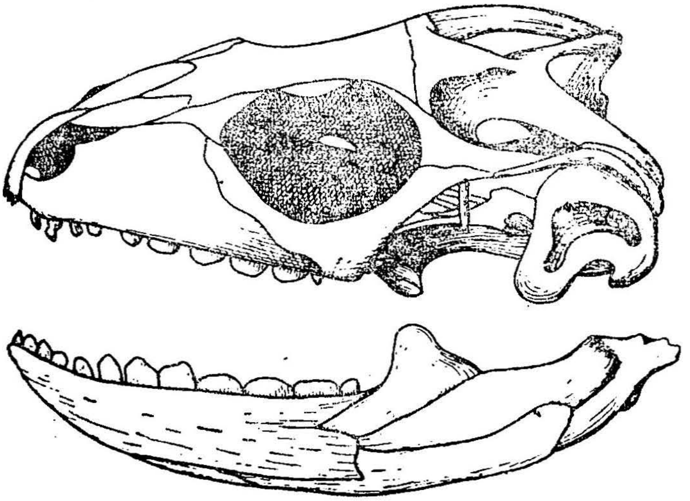
படம் 13-9(a)-239

புறவெப்பமுடையவைகளில், மாற்றமைபற்கள்-1 போர்ட் ' ஜாக்சனின் சுறுமீனின் கீழ்த்தாடை.

பற்களின் தோற்றமைப்பு (Form of Teeth)

விலங்குகளின் உணவினை அடிப்படையாகக் கொண்டு பற்கள் பெருமளவ மாற்றமுற்றுள்ளன. சிறப்படையா நிலையாகிய கூம்பு

வடிவினின்றும் பல வகையான மாற்றங்களை அவை பெற்றுள்ளன. தட்டையானவை, வளைவு முகடுடைய நொறுக்கும் பற்கள் வகை ஒருசில சுறுமீன்களிலும், பல்லிகளிலும், அரைக்கும் வகை (grinding type) பல பாலூட்டிகளிலும், கிழிக்கும் பற்கள் சில ஊர்வன வற்றிலும், பெரும்பான்மையான பாலூட்டிகளிலும், நச்சுக்



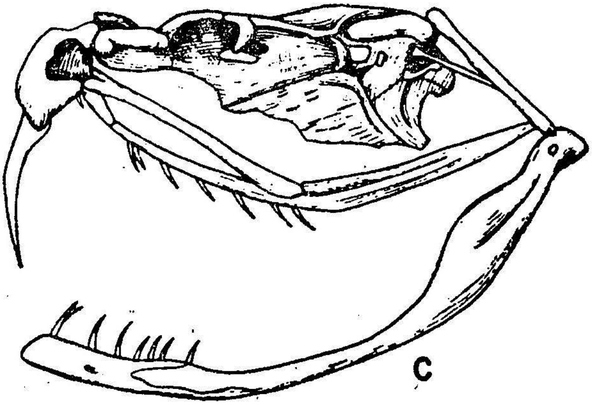
B

படம் 13-9(b)-240

புறவெப்பமுடையவைகளில் மாற்றமைபற்கள் - II. ஒருவகைப் பல்லியில் பின்னமைந்துள்ள பற்கள், கடைவாய்ப்பற்கள் போன்று தட்டையமைப்பினைப் பெற்றுள்ளன.

கடத்தும் பற்கள் ஒருசில பாம்புகளிலும், பல்லிகளிலும், ஊன் உண்ணிகளில் நீண்ட தசை கிழிக்கும் பற்களும் (carnasial teeth) காணப்படுகின்றன. இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட பல வகைகள் ஒரு விலங்கில் காணப்படுமானால் அதனை மாற்றமைப்புப் பல் நிலை (heterodonty) என்பர். சிறப்படையா நிலையில் பற்கள் ஒரே மாதிரியான தோற்றமைப்பினையுடையவை. இதனை ஒத்த பல் நிலை (homodonty) என்பர். பெரும்பான்மையான பாலூட்டி களில் பலவகைப் பற்கள் உள்ளதால் அவை மாற்றமை பல்லமைப் பினை உடையவை என்பர். பல்லுள்ள திமிங்கிலத்தில் பற்கள் அனைத்தும் ஒத்த உருவுடையனவாதலால் அந் நிலை ஒத்த பல் லமைப்பு (homodont) எனப்படும்.

பாலூட்டிகளல்லாத பெரும்பான்மையான முதுகெலும்பிகளில் பற்கள் ஒத்த உருவத்தினையுடையவை. ஆனால் முதலைகள் பல பல்லி வகைகள், பாம்புகள், மீன்கள் என்பனவற்றில் மாற்ற



படம் 13-9(c)—241

புறவெப்பமுடையவைகளின் மாற்றமை பற்கள் - III. ஒரு நச்சுப்பாம்பின் மாற்றமை பற்கள் - நச்சுப்பற்கள்.

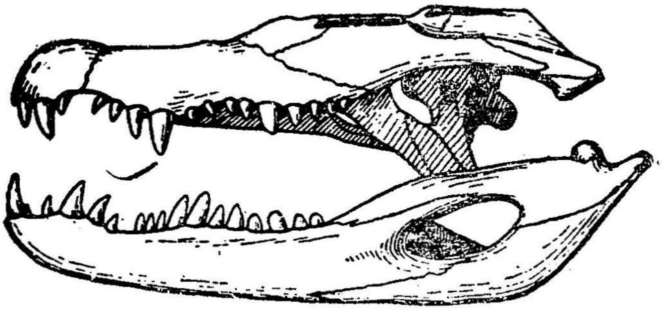
மைப்புப் பல் நிலை (heterodonty) காணப்படுகிறது. பாலூட்டிகளில்லாத முதுகெலும்பிகளில் பற்களிடையே ஓரளவு தெளிவான தோற்ற வேறுபாடு தோன்றுமானால் அவ் வமைப்பினைக் குறை மாற்றமைப்புப் பல் நிலை (sub heterodont) என்பர்.

பாலூட்டிகளில் காணப்படும் மாற்றமை பல் நிலை முழுமையுற்றது என்பர். இவற்றில் தாடையின் முன்முனையிலிருந்தும் பின்னோக்கி வெட்டும் பற்கள் (incisors) கோரைப் பற்கள் (carines) முன் கடைவாய் பற்கள் (premolaes) கடைவாய்ப் பற்கள் (molaes) என்ற வெவ்வேறு அமைப்புடைய பற்கள் காணப்படுகின்றன. இவை ஒவ்வொன்றும் தங்களின் உருவ அமைப்புக்கு ஏற்ற செயல் திறன் உடையன.

சிறப்படையா நிலையில் பாலூட்டிகளில் மூன்று வெட்டும் பற்களும் ஒரு கோரைப்பல்லும், நான்கு முன்கடைவாய்ப் பற்களும் மூன்று கடைவாய்ப் பற்களும் ஒவ்வொரு தாடையின் ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் இருந்தன எனக் கருதப்படுகிறது. இப் பற்களின் எண்ணிக்கை பற்சூத்திரம் என்று பின்ன அமைப்பில் எழுதப்படு

கிறது. இந்த அடிப்படையில் சிறப்படையாப் பாலூட்டியின் பற்சூத்திரம் $\frac{3143}{3143}$ என்பதாகும். இதில்மேலுள்ள எண்கள், மேல் தாடையின் ஒரு பாதியில் உள்ள வேவ்வேறு வகையான பற்களையும் கீழுள்ள எண்கள், அடித்தாடையின் ஒரு பாதியிலுள்ள வெவ்வேறு வகையான பற்களையும் குறிப்பதாகும். முயலின் பற்சூத்திரத்தை $\frac{2033}{1023}$ என்றும் மனிதனின் பற்சூத்திரம் $\frac{2123}{2123}$ என்றும் எழுதலாம்.

நான்கு வகையான பற்களையும் ஒன்றிலிருந்து மற்றதனை எளிதாக வேறுபடுத்தி அறியலாம். முன்கடைவாய்ப் பற்களினின்



D

படம் 13-9(d)—242

புறவெப்பமுடையவைகளின் மாற்றமை பற்கள்—IV பாலிகிளிஃப் நோடான் என்ற தொல்லுயிர் பல்லியின் மாற்றமைபற்கள் பின்பற்கள் முன்பின் அச்சில் அமுக்கலுறப்பட்டுள்ளன.

றும் கடைவாய்ப் பற்களை ஒன்றிலிருந்து மற்றதனைத் தனித்து அமைப்பை ஒட்டி அறிவது ஓரளவு கடினமே. கோரைப்பற்கள் எப்போதும் தனித்தே காணப்படும். அவை இல்லாதிருத்தலும் உண்டு.

இப் பற்கள் ஒரே வேரினையும் கூர்மையான முனையுடையதாகவும் அடுத்துள்ள பற்களைவிட ஓரளவு நீண்டும் காணப்படும். வெட்டும் பற்கள் முன்பின் அச்சில் தட்டையாக்கப்பட்டு உளி போன்ற கூர்மையுடையவை. இவையும் ஒரே வேரினையே உடையவை. ஓர் இனத்தில் முன்கடைவாய்ப் பற்களைப் புறத்

தோற்றமைப்பின் அடிப்படையில் கடைவாய்ப் பற்களினின்றும் வேறுபடுத்தி அறியலாம். ஆனால் பாலூட்டிகள் என்ற வகையில் முன் கடைவாய்ப் பற்கள் ஒருமுறை உதிர்ந்து இரண்டாவது வகை முன் கடைவாய்ப் பற்கள் தோன்றும். ஆனால் கடைவாய்ப்பற்கள் ஒரே முறைதான் தோன்றும். அடிப்படை அமைப்பில் அவை களுக்கிடையே வேறுபாடு ஏதும் இல்லை. சிறப்படையாக் கடைவாய்ப் பற்களின் அரைக்கும் பரப்பில் மூன்று அல்லது நான்கு கூரமைப்புகள் (cusps) காணப்படும். இந்த அடிப்படையில் கடைவாய்ப் பற்களை முன் கடைவாய்ப்பற்கள் பின்கடைவாய்ப் பற்கள் எனப் பகுத்தறிவது கடினம். இந்த அமைப்பினையோ அல்லது இந்த அடிப்படை அமைப்பினின்றும் உருவாகிச் சிக்கல் நிறைந்த அமைப்பினையோ உடையவை அரைக்கும் பற்கள் (molariform teeth) எனப்படும். உதிரும் தன்மையுடைய முன் கடைவாய்ப் பற்கள் அரைக்கும் தன்மையுடையதாக இருந்த போதிலும், நிலைத்த தன்மையுடைய முன் கடைவாய்ப்பற்கள் இரு கூரமைப்பினையே (bicuspid) உடையன. ஆகவே வேரோ அல்லது உருவ அமைப்போ கடைவாய்ப்பற்களை, முன்கடைவாய்ப் பற்களி னின்றும் பிரிக்காது எனலாம்.

பாலூட்டிகளின் வேவ்வேறு வகைகளிலும், மேற்குறிப்பிட்ட நான்கு வகையான பற்கள் தோன்றுதலும் இவைகளுக்கு இடையே உள்ள இடைவெளியும் பெரிதும் மாறுபடுகின்றது. கொறிக்கும் பாலூட்டிகளிலும், முயலிலும், வெட்டும் பற்கள் தொடர்ந்து வளரும் தன்மையுடையனவாகவும் பின்னமைந்துள்ள முன்கடைவாய்ப் பற்களினின்றும் மிக அதிக இடைவெளியில் அமைந்தும், யானையில் நீண்டு தந்தம் போன்றும் ஊனுண்ணிகளில் கத்தி போன்று வெட்டும் தன்மையதாகவும் வெட்டும் பற்கள் காணப் படுகின்றன. தாவரவுண்ணிகளில் கடைவாய்ப் பற்கள் மிகவும் பரந்த பரப்பினையும் சிக்கல் தன்மையதாகவும் மற்றும் சிலவற்றில் (ஊனுண்ணிகள்) மேல் கடைசி முன் கடை வாய்ப்பல்லும் கீழ்முதல் கடைசி வாய்ப்பல்லும் கூராக்கப்பட்டுக் கிழிக்கும் தன்மையுடைய தாகவும் காணப்படுகின்றன.

மாற்றமடையும் பற்கள் வகைகளின் எண்ணிக்கை (Number of replacement sets)

சிறப்படையா ஊர்வன, சிறப்படையா மீன்கள் மற்றும்பெரும் பான்மையான இருவாழ்விகள் ஆகியவற்றில் சிறிய எண்ணிக்கையில் பலவாகிய செயல்படும் பற்கள் தாடையின் உதட்டு விளிம்பி னின்றும் ஓரளவே நீண்டுள்ள நிலையில் காணப்படுகின்றன. இன்று

வாழும் பல பல்லிகளில் இந்த நிலை நீடித்துள்ளது. இதனின்றும் இரண்டு வகையான மாற்றங்கள் துவங்கின என்பது தெளிவு. தாடையின் உதட்டு விளிம்பே பெருக்கமுற்று பற்களாகச் செயல் படத் துவங்கியது. இவ்வாறு தோன்றியதில் பற்கள் மறைந்த நிலையினையே ஆமைகளும், பறவைகளும் நினைவூட்டுகின்றன.

மேற்கூறிய இம்மாற்றத்திற்கு மாறுனது, ஊர்வனவற்றிலும் பாலூட்டிகளின் முன்னோர்களிலும் காணப்படும் நிலை. இச் செயலில் பற்கள் உருவத்தால் பெருக்கமடைந்து தாடைகளில் உறுதியாகப் பொதிந்து அமைகிறது. சிறப்படையா முதுகெலும்பி களில் மாறும் பற்கள் பல. இவை தாடையின் நாக்கு விளிம்பில்

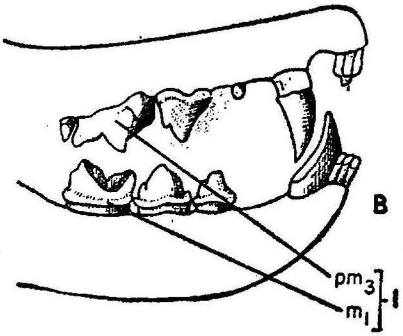
படம் 13-10(a)—243

பாலூட்டிகளின் பற்கள் வேறுபாடு - I. ஆண் நார்வாலில் இடது கிழிக்கும் பல் மட்டும் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதுவே இதன் கொம்பாகச் செயல்படுகிறது.

ஈறுகளுக்கு அடியில் மறைந்து காணப்படும். இந்த அமைப்பில் செயல்படும் பற்கள் மிகக் குறுகிய காலத்திற்கே செயல்படும். அவை உதிருவதற்குத் துவங்கிய உடனே, அடியிலுள்ள வரிசை மேலே வந்து வளர்ச்சியுற்றுச் செயல்படத் துவங்கும். இவ்வாறு வரிசைவரிசையாகப் பற்கள் மாற்றமடையும். தொடர்ந்து பற்கள் விலங்குகளில் மாற்றமடையுமானல் அதனைப் பல பல் மாற்றமைப்பு (polyphyodont) என்பர்.

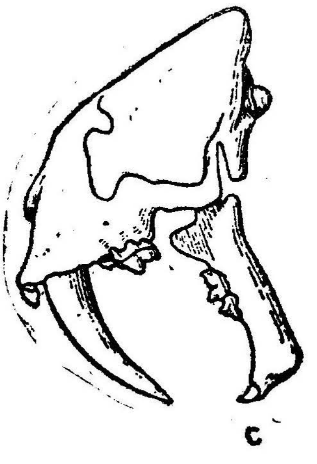
தொடர்ந்து அடிக்கடி பற்களை மாற்றும்தன்மையை விடுத்தால் தான் பற்கள் உறுதியாகத் தாடைகளில் பொதிந்து அமையவும், பெரியனவாகவும் உருப்பெறவும் முடியும். ஆகவே பற்களை அடிக்கடி தொடர்ந்து மாற்றுதல் சிறப்படைந்த விலங்கினங்களில் காணப் படுவதில்லை. ஆகவே மிகு வேகமாக வளரும் பருவத்தில் பல முறை பற்களை மாற்றியும் முற்றும் வளர்ந்து முதிர்ச்சியற்ற நிலையில் ஒருவகைப் பற்களை நிரந்தரப் பற்களாகக் கொள்ளுவது என்ற நிலை காணப்படுகிறது. நிரந்தர வகைப் பற்கள், உறுதி யான முறையில் மாற்றமுறும் பற்களைப் போன்றல்லாமல் தாடை எலும்பில் பொதிந்து அமையும். பல பல்லிகளின் குடும்பங்களிலும்

முதலைகளிலும், இந்நிலை காணப்படுகிறது. இவற்றின் வளர்ச்சியில் பல உதிரும் வகைப்பற்களும் முதிர்ச்சியுற்றநிலையில் முழுமையான ஒரே வகை நிரந்தரப் பற்களும் காணப்படுகின்றன.



படம் 13-10(b)—244

பாலூட்டிகளின் பற்களில் வேறுபாடு-II. பூனையில் பற்களமைப்பு—ஊனுண்ணிக் கேற்ற பற்களமைப்பு-கடைவாய்ப் பற்கள்—கிழிக்கும் பற்களாகச் சிறப்புற்றுள்ளமை நோக்குதற்குரியது. 1-கிழிக்கும் பற்கள்.

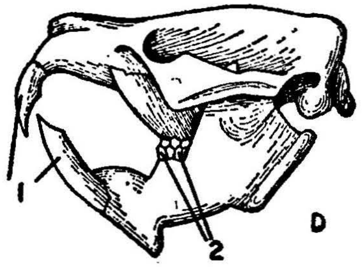


படம் 13-10(c)—245

பாலூட்டிகளின் பற்களில் வேறுபாடு-III. கலிபோர்னியாவில் வாழ்ந்த ஊனுண்ணியின் பற்களமைப்பு, நீண்டு கிழிக்கும் பல்லினைக் காண்க.

பாலூட்டிகளில் மேலும் இந்த மாற்றமடையும் பற்களின் வகை குறைக்கப்பட்டுள்ளது. அகழெலியில் (moles) ஒரே வகைப் பற்களே வாழ்நாள் முழுமைக்கும் செயல்படுகின்றன. இதனை ஒருவகைப் பல்லமைப்பு (monopdyodont) என்பர். பாலூட்டி

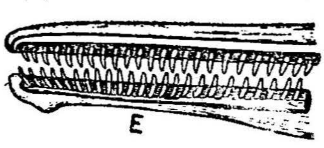
களின் முன்னோர்கள் இருவகைப் பல்லமைப்பினை (diphyodont) உடையனவாயிருந்திருக்கலாம் என எண்ணப்படுகிறது. அவை ஒரு உதிரும் பல் வகையினையும் ஒரு நிரந்தரப் பல் வகையினையும் உடையனவாயிருந்திருக்கக் கூடும். நன்கு சிறப்புற்ற பற்களமைப்புடைய இன்று வாழும் பாலூட்டிகளனைத்தும் இருதொகுதிப் பற்களமைப்பு (diphyodont) உடையன எனக் கூறப்பட்டாலும் அவை முற்றும் ஒரு தொகுதிப் பல்லமைப்பினையுடையன (fully



படம் 13-10-(d)—246

பாலூட்டிகளின் பற்களில் வேறுபாடு-IV

கொறிக்கும் தன்மையுடைய ரோடண்ட்கள். வெட்டும் பற்கள் மிகுவளர்ச்சியுற்றுக் கொறிப்பதற்கு ஏற்றனவாகவுள்ளன. 1. வெட்டுப் பற்கள்; 2. கடைவாய்ப் பற்கள்.

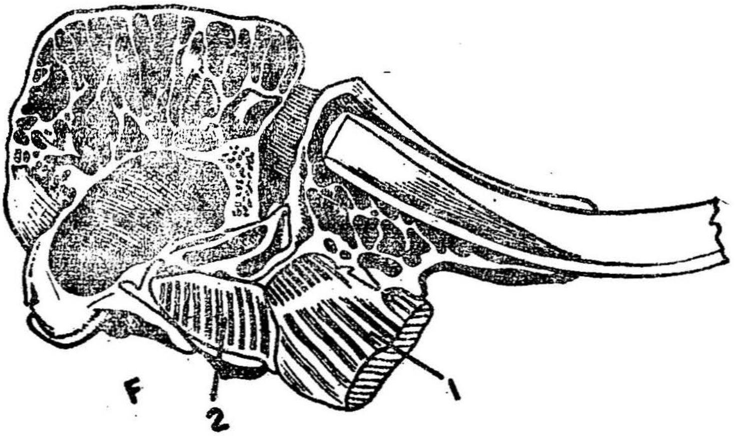


படம் 13-10(e)—247

பாலூட்டிகளின் பற்களில் வேறுபாடு - V. நீர் வாழ் பாலூட்டிகளில் ஒன்றான 'பார்பாய்ஸ்'சில் ஒத்த பற்களமைப்பு இரண்டு தாடைகளின் பக்கவெட்டுத் தோற்றத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

monophyodont) அல்லது குறையுடைய ஒருவகைப் பல்லமைப்பினையுடையனவாகவே (partly monophyodont) உள்ளன எனலாம். பெரும்பான்மையானவை குறையுடைய ஒரு தொகுதிப் பல்லமைப்பினையுடையன என்றே கூறுதல் வேண்டும். இதனை அரை இரு தொகுதிப் பல்லமைப்பு (hemidiphyodont) எனலாம். உதிரும் பல் தொகுதியினைச் சார்ந்த முன்கடைவாய்ப்பற்கள், கோரைப் பற்கள், வெட்டும் பற்கள் என்பன பரிணாமத்தில்

மறையும் போக்கினைக் கொண்டுள்ளன. ஆனால் கடைவாய்ப் பற்கள் மேற்குறிப்பிட்டுள்ள உதிரும் பல்தொகுதி. உதிர்ந்து அவற்றிற்குப் பதிலாக நிலைத்த பற்கள் தோன்றும்போது அவற்றுட

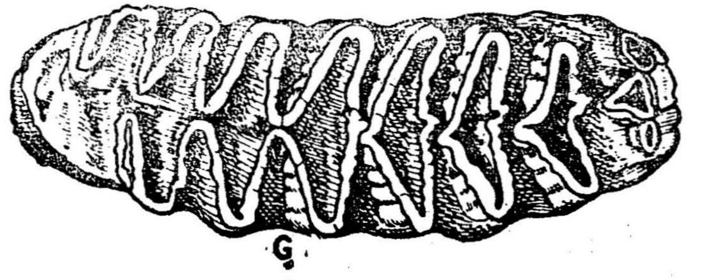


படம் 13-10(f)—248

பாலூட்டிகளின் பற்களில் வேறுபாடு—VI

வளர்ச்சியுற்ற யானையின் மண்டையோட்டின் பக்க வெட்டுத் தோற்றம்—வெட்டும் பற்கள் மிகு வளர்ச்சியுற்று—கொம்பாக நீண்டுள்ளது.

1. செயல்படும் கடைவாய்ப்பல்; 2. மறைந்து செயல்படாக் கடைவாய்ப்பல்.



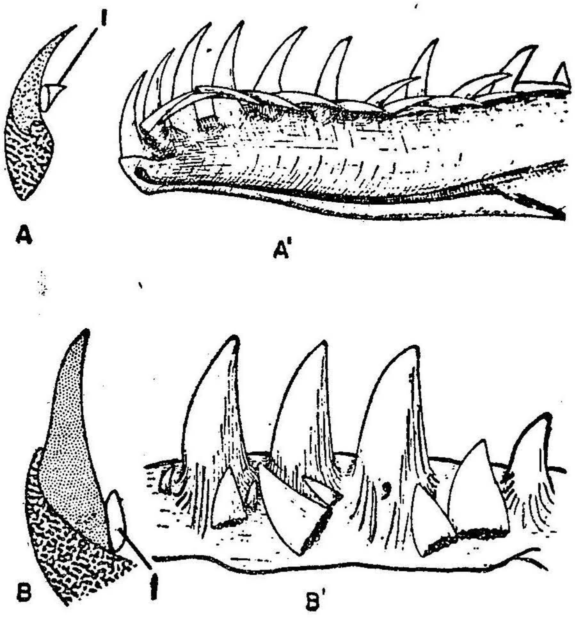
படம் 13-10(g)—249

பாலூட்டிகளின் பற்களில் வேறுபாடு-VII

யானையின் கடைவாய்ப் பல்லின் அரைக்கும் பரப்பு. இப்பரப்பு அரைப்பதற்கு ஏற்ற உச்சத் தகவமைப்பினைப் பெற்றுள்ளது.

னேயே முளைக்கிறது. மனிதனில் கடைவாய்ப் பகுதியில் முளைக்கும் பற்கள் முற்றும் நீக்கப்படும் பரிணமைப் போக்கு உள்ளது என்றே கூறலாம். எவ்வாறெனில் காலதாமதமாகத் தோன்றும் கடை

வாய்ப்பற்கள் ஒரு சில மனிதர்களில் தோன்றுமலே அமைவதுண்டு. கடைவாய்ப்பற்கள் தாடையின் முன்முனையிலுள்ள பற்களின் நிரந்தரவகை தோன்றும் வரை முளைக்காமல் அவைகள் தோன்றிய பின்பே தோன்றுவது. அவையும் தாடையின் முன்பகுதியில் அமையும் பல் தொகுதியினைச் சார்ந்தது என்றும் காலதாமதமாக முளைக்கிறது என்றும் தவருக விளக்கப்பட்டது. உண்மையில்



படம் 13-11-250

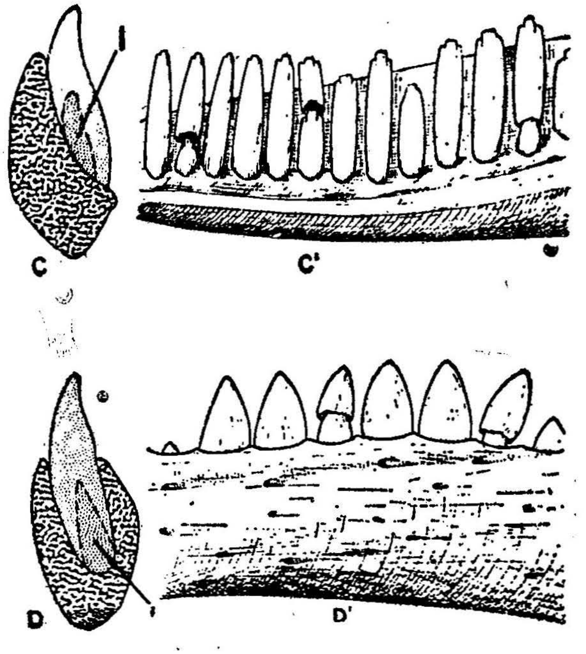
பற்கள் மாற்றமடைதல், இணைப்புறுதல் என்பனவற்றில் பரிணாமம்-I

A A'—குறையுடைய முகடு இணைப்பமைப்பு. 1. மாற்றும் பல்—பாம்புகளில் நிகழ்வது. B-B'—குறையுடைய முகடு இணைப்பமைப்பு உடம்பில்நிகழ்வது. 1. மாற்றும்பல்—பல்லிடையே தோன்றும் தன்மையது.

தோன்றும் முதனிலைப் பற்கள் ஒரு தொகுதி உதிரும் தன்மையன வாகவும் (வெட்டும் பற்கள், கோரைப்பற்கள், முன் கடைவாய்ப் பற்கள்) மற்றும் ஒரு பகுதி நிரந்தரப் பற்களாகவும் முதனின்றே தோன்றுகிறது என்பதே ஏற்புடையதாம்.

மாறும் பற்கள் தொகுதிகளின் எண்ணிக்கைக் குறைப்பினுல் உருவாகும் உச்சநிலை பற்களற்ற அமைப்பாம்(aphyodonty). இந்தப்

போக்கு மனிதனில் காணப்படுகிறது என்பது ஒருசிலரின் அறிவுப் பல் (wisdom tooth) என்பது தோன்றுவதேயில்லை என்பதால் தெளிவாகிறது. பற்கள் ஆர்மடில்லோக்களிலும் (armadillos) எறும்பு தின்னிகளிலும் (ant eaters) வேல்போன் திமிங்கிலங்களிலும் தோன்று நிலையினாலும் மேற்கூறிய பரிணமைப் போக்கு



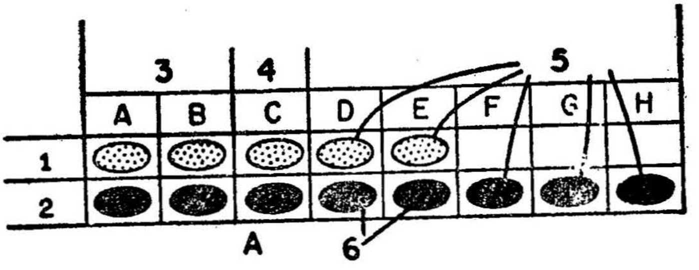
படம் 13-12-251

பற்கள் மாற்றமடைதல், இணைப்புறுதல் என்பனவற்றில் பரிணமம்-II
C-C': பக்கஇணைப்பமைப்பு. செங்குத்து நிலையில் செயலிழந்த பல் மாற்றப்படுகிறது. D-D': குழி இணைப்பமைப்புக்கு முன் நிலை. முதலையில் நிகழ்வது. செங்குத்து நிலையில் செயலிழந்த பல் மாற்றப்படுகிறது.

1. மாற்றும் பல்.

உறுதியாக்கப்படுகிறது. இருவகைப் பற்களமைப்பு (diphyodonty) ஒருவகைப் பற்களமைப்பு (monophyodonty) பற்களற்ற அமைப்பு (apbyodonty) என்பன அடுத்தடுத்து எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும் நிகழ்ந்த வரிசைக்கிரமமான நிகழ்ச்சிகள் என்று கூறுவதற்கில்லை. பற்களற்ற அமைப்பு மேற்கூறிய வரிசையில் ஒருசில பாலூட்டிகளில் மட்டுமே நிகழ்ந்திருக்கக் கூடும் என்றும் உறுதியுடன் கூற முடியும். ஏனைய முதுகெலும்பிகளில் பற்களற்ற நிலை, பற்களின்

எண்ணிக்கைக் குறைப்பு, அளவுக் குறைப்பு என்பன போன்ற நிகழ்ச்சிகள் ஏற்பட்டிருக்கக் கூடும் எனலாம்.

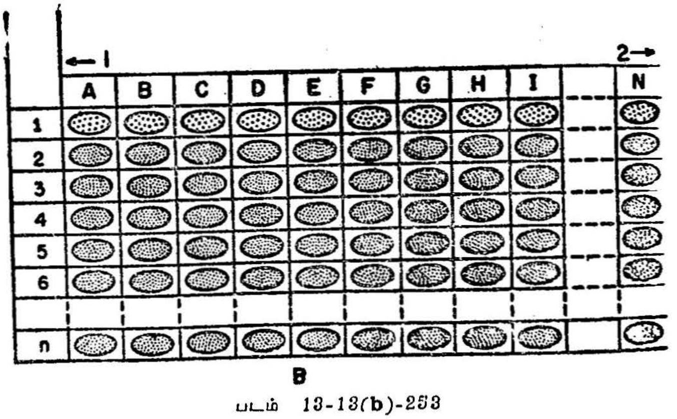


படம் 13-13(a)-252

மனிதனிலும், மற்ற முதுகெலும்பிகளிலும், பற்கள் மாற்றமடைவதைப் பற்றிய கருத்துகள் படங்களாக விளக்கப்பட்டு ஒப்புமை செய்யப்பட்டுள்ளன-I

A-முன்பு விளக்கப்பட்ட பரிணமம் அற்ற கொள்கையினைப் படம் விளக்குகிறது.

1, 2. வரிசைகள் (பல்); 3. வெட்டும் பற்கள்; 4. கிழிக்கும் பற்கள்; 5. பின் கடைவாய்ப் பற்கள்; 6. முன் கடைவாய்ப் பற்கள். **A-H**—பற்கள்.



படம் 13-13(b)-253

மனிதனிலும், மற்ற முதுகெலும்பிகளிலும் பற்கள் மாற்றமடைவதைப் பற்றிய கருத்துகள் ஒப்புமை செய்யப்பட்டுள்ளன-**II**.

பல்வகைப் பற்களமைப்பு—புற வெப்பமுடையவைகளில் காணப்படுவது.

1-6 பற்களின் வரிசை அடுத்தடுத்துத் தோன்றுவது.

n-பல எண்ணிக்கையில் தோன்றுவது.

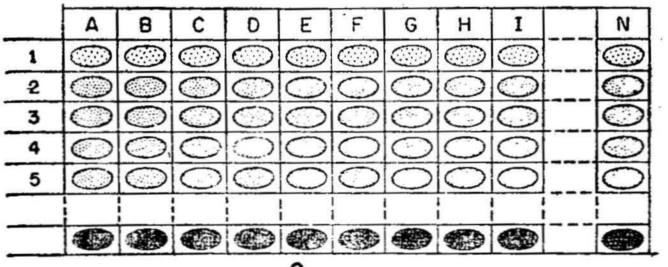
1. முன்முனை நோக்கும்; 2. பின்முனை நோக்கும். **A-N**—பற்கள்.

உதிரும் பற்கள் அனைத்தும் தோன்றும்போது வேர்ப்பகுதி பற்சிகரம் (crown) என்ற பகுதியுடனேயே உருவாகின்றன. மாற்றுப் பல் இவற்றின் அடியே தோன்ற ஆரம்பித்தவுடன் உதிரும்

பற்களின் வேர்ப்பகுதி உட்கிரகிக்கப்பட்டு உதிரும் நிலையில் பற்சிகரம் என்ற பகுதியுடனே உதிருகிறது.

பற்கள் பொதிந்தமைதல் (anchorage)

மூன்று வகையான பற்கள் பொதிந்து அமைதலை முதுகெலும்பிகளில் நாம் காணலாம். தாடையின் நாக்குப்புற விளிம்பில் பக்க நிலையில் பற்கள் இணைந்திருக்கும் நிலை, பக்க இணைப்பமைப்பு (pleurodont) எனப்படும். இவ்வகையான சிறப்படையா இணைப்பமைப்பினின்றும் தனித்தனியாக வேறு இரு வகைகள் ஊர்வனவற்றில் உள்ளது போன்றும், பாலூட்டிகளில் உள்ளது போன்றும் பரிணமித்தன. ஊர்வனவற்றில் உள்ள அமைப்பில் தாடையின் முகட்டில் பற்கள் இணைந்திருக்கும். இதனை முகடு இணைப்பமைப்பு



C

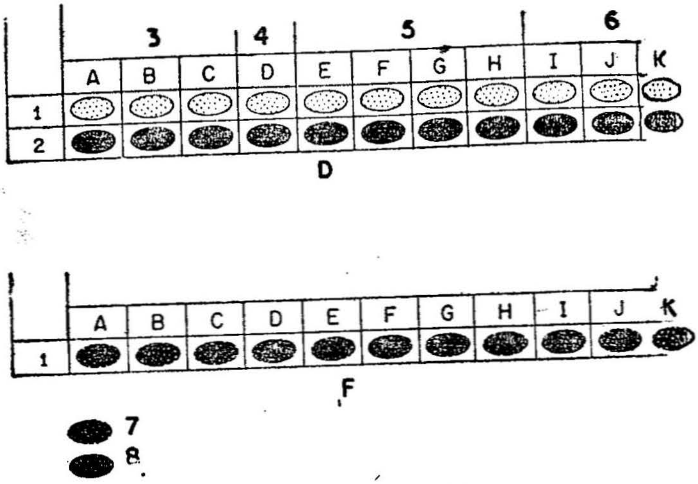
படம் 13-13(c)-254

மனிதனிலும் மற்ற முதுகெலும்பிகளிலும் பற்கள் மாற்றமடைவதைப் பற்றிய கருத்துகள் ஒப்புமை செய்யப்பட்டுள்ளன-III. சில பற்களமைப்பு.
1-5. பற்களின் வரிசை. **A-N**—பற்கள்.

(acrodont) என்பர். பாலூட்டிகளின் தாடையின் குழிகளில் பற்கள் பொதிந்தமைந்து இருக்கும். இதனைக் குழி இணைப்பமைப்பு (thecodont) எனலாம். இவ் வமைப்பில் பற்கள் பெரும்பாலும் பல வேர்களையுடையனவாகக் குழியில் புதையுண்டும் பற்சிகரம் மட்டும் புறத்தே நீட்டியுள்ள நிலையிலும் காணப்படும். இவ் விரு வகைப் பல் இணைப்பும் (முகடு இணைப்பமைப்பும் குழி இணைப்பமைப்பும்) பற்களை உறுதியாகத் தாடையுடன் இணைத்தல் என்ற பரிணமப் போக்குப்படி உருவானவை.

சிறப்படையா ஊர்வனவற்றில் மாற்றும் பற்கள் செயல் பற்களுக்கு நேர் அடியிலிருந்தோ அல்லது பக்கங்களிலிருந்தோ தோன்றின. இவ் விருவகையிலும் உறுதியான இணைப்பு பெறப்

பட்டது. ஆனால் இவ் விரு வகையிலும் பற்கள் இணைக்கும் முறை வெவ்வேறாக அமைந்தது. பக்கங்களிலிருந்து மாற்றும் பற்கள் உருவாகும் நிலை முகடு இணைப்பமைப்பினைத் (acrodont) தோற்று வித்தது எனலாம். எவ்வாறெனில் செயல்படும் பற்கள் உறுதியாக



படம் 13-13(d&f)-255

மனிதனிலும் மற்ற முதுகெலும்பிகளிலும் பற்கள் மாற்றமடைவதைப் பற்றிய கருத்துகள் ஒப்புமை செய்யப்பட்டுள்ளன-IV

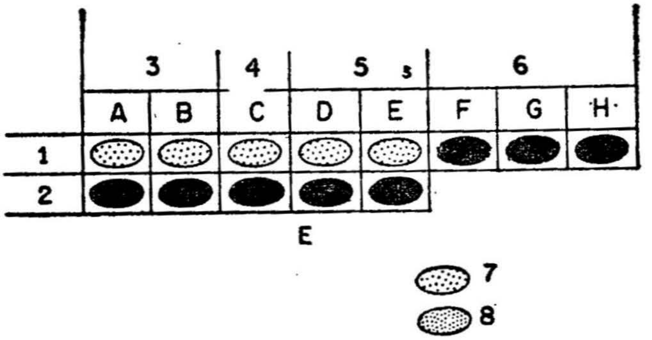
D-முற்றும் இருவகைப் பல்லமைப்பு—சிறப்படையாப் பாலூட்டிகள் சிறப்புற்ற ஊர்வனவற்றில் காணப்படுவது

1-2. பற்களின் வரிசை; 3. வெட்டும் பற்கள்; 4. கிழிக்கும் பற்கள்; 5 முன் கடைவாய்ப் பற்கள்; 6. பின் கடைவாய்ப் பற்கள். F-முற்றும் ஒருவகைப் பல்லமைப்பு—சிறப்பற்ற யூத்திரியப் பாலூட்டிகளிலும், ஊர்வனவற்றிலும் காணப்படுவது. 7. முதனிலை நிலைத்த பற்கள்; 8. ஏனைய நிலைத்த பற்கள்; A-K பற்கள்.

இணைப்புறவும் உருவத்தால் பெருக்கவும் தாடையின் பகுதியில் பற்களுக்கிடையே மிகுந்த இடைவெளியும் மற்றும் மாற்றும் பற்கள் தோன்றுவதற்கு இடைவெளியும் தேவைப்பட்டன. இவ் விடைவெளியமைப்பு தாடையின் உச்சியில் மட்டுமே நிகழ வாய்ப்புண்டு. ஆகவே பற்கள் தாடையின் முகட்டில் இணைந் தமைந்தன.

பற்களின் அடியினின்றும் மாற்றுப்பல் தோன்றும் அமைப்பு குழி இணைப்பமைப்பினை உருவாக்கியது எனலாம். பற்களை உறுதி யாகத் தாடையுடன் இணைக்கத் தாடை எலும்பின் நாக்குப்புற விளிம்பு பெருக்கமடைந்து, பற்களைச் சூழ்ந்து குழிகளை உரு

வாக்கியது. இவ் வெலும்பு வளர்ச்சி அடுத்தடுத்துள்ள பற்களின் வேர்களுக்கிடையேயும் தோன்றிப் பற்களை உறுதியாகக் குழியில் இணைப்புறச் செய்தது எனலாம். இவ் வமைப்பு, பாலூட்டிகள் இன்றுள்ள முதலைகள் முதலியவற்றில் காணப்படுகிறது. குழி



படம் 13-13(e)-256

மனிதனிலும் மற்ற முதுகெலும்பிகளிலும் பற்கள் மாற்றமடைவதைப்பற்றிய கருத்துகள் ஒப்புமை செய்யப்பட்டுள்ளன-V.

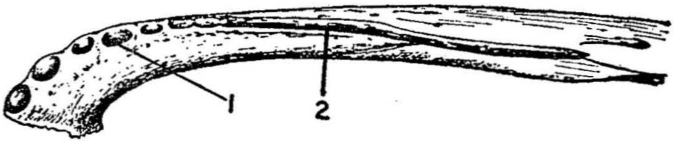
E-அரை இருவகைப் பல்லமைப்பு—பெரும்பான்மையான யூத்திரியப் பாலூட்டிகளில் காணப்படுவது

1,2. பற்களின் வரிசை; 3. வெட்டும் பற்கள்; 4. கிழிக்கும் பற்கள்; 5. முன் கடைவாய்ப் பற்கள்; 6. பின் கடைவாய்ப் பற்கள்; 7. முதனிலை உதிரும் பற்கள்; 8. ஏனை உதிரும் பற்கள். படங்கள் 13- 3a, b. c,d & e அனைத்தையும் ஒப்புமைச் செய்து கருத்தினை அறிக. படம் E, F என்பனவற்றில் குறிக்கப்பட்டுள்ள 7,8 என்பதற்கான விளக்கங்கள் எல்லாப்படங்களுக்கும் பொருந்துவதாம் A-H பற்கள்.

இணைப்பமைப்பும், முகடு இணைப்பமைப்பும் பற்களுக்கு உறுதியான இணைப்பினையே நல்குகின்றன.

குழி இணைப்பமைப்பு பற்களுக்கிடையே உள்ள இடைவெளிச் சிறப்பமைப்பால் உருவாக முடியாது. ஏனெனில் பற்கள் தோன்றும் நிலைகளில் குழியாக்கம் பக்கங்களினின்றும் பற்கள் தோன்றுவதற்கு இடையூறாக அமையும். பல பல்லிக் குடும்பங்களிலும் பாம்புக் குடும்பங்களிலும் குறையுடைய பக்க இணைப்பமைப்பு (suppleurodont) அல்லது குறையுடைய முகடு இணைப்பமைப்பு (sub acrodont) காணப்படுகிறது. இவையனைத்தும் அடியிலிருந்தும், பக்கத்திலிருந்தும் மாற்றும்பற்கள் உருவாகும் சிறப்படையாப் பக்க இணைப்பமைப்பிற்கும் முழுவதும் உச்சி நிலையிலமைந்த முகடு குழி இணைப்பமைப்பிற்கும் இடையே உள்ள பல பரிணம இடை நிலைகள் என

லாம். பற்களுக்கிடையே (interdental) மாற்றும் பற்கள் உருவாகும் நிலை குறையுடைய பக்க இணைப்பமைப்பாம். ஏனெனில் இந் நிலையே முகடு இணைப்பமைப்புக்கு முன்னோடி எனலாம். உண்மையான பக்க இணைப்பமைப்பில் மாற்றும் பற்கள் செயல்படும் பற்களுக்கு அடியிலிருந்தே உருவாகும். முதலைகளில் குழி



படம் 13-14-257

முதலையின் கீழ்த்தாடையின் முதுகுபக்கத் தோற்றம். குழி இணைப்பமைப்புக்கு முற்பட்ட நிலையினைப் படம் விளக்குகிறது. குழி இணைப்பமைப்பு, கீழ்த்தாடையின் முன் முனையில் காணப்படுகின்றது. இப்பகுதியில் தனித்தனியே பற்களுக்குக் குழிகள் காணப்படுகின்றன. பிற்பகுதியில் நீண்ட தொடர்ச்சியான ஆழ்பள்ளமே உள்ளது.

1. குழி; 2. ஆழ் பள்ளம்.

இணைப்பமைப்பு முன் நிலை காணப்படுகிறது. இவற்றில் தாடை எலும்பில் நீண்ட பல் பள்ளம் காணப்படுகிறது. இப் பள்ளம் தாடை எலும்பில் நாக்குப்பக்க (lingual side) உதட்டுப்பக்க (labial side) விளிம்புகளை வரையாக இருபுறமும் கொண்டுள்ளது. ஆனால் பற்களுக்கு இடையே ஏற்படும் தடுப்பு அற்ற நிலையில் உள்ளது. இதற்கு அடுத்த நிலை பற்களுக்கிடை தடுப்பு உருவாகுமானால், குழி இணைப்பமைப்பு உருவாகும் என்பது தெளிவு.

ஏனைய வாய்க்குழி உறுப்புகள் (Other Buccal Structures)

சுரப்பிகள் : வாய்க்குழி புற அடுக்கு மிகுதியான அளவு உட்பிதுக்கம் கரு வளர்ச்சியில் அடைவதால் முக்கியமாகப்பற்களைப் போன்று பல புறவுறைச் சுரப்பிகள் (integumentary glands) காணப்படுகின்றன. ஒரு சில அரிதான மாற்றங்களைத் தவிர்த்துப் பெரும்பான்மையான மீன்களில் இச் சுரப்பிகள் மாற்றமடையாக் கோழைச் சுரப்பிகளாகச் செயல்படுகின்றன. நாற்கால் விலங்குகளில் இச் சுரப்பிகளின் எண்ணிக்கை குறைவதோடு மட்டுமன்றி இவை பெருக்கமும் சிறப்பும் உற்று மாற்றமடைந்து வேறுபட்ட பல செயல்களைப் புரிவனவாக உள்ளன. ஒருசில இருவாழ்விகளின் நாக்கினை ஒட்டும் தன்மையுடையதாக்கத் தேவையான கோழையினைச் சுரப்பதாகச் சில சுரப்பிகள் சிறப்படைந்துள்ளன. ஊர்வனவற்றில் இவை சிறப்புற்று உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகளாக உள்ளன.

பாலூட்டிகளில் ஐந்து இணை உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகள் உள்ளன. பறவைகளில் இவற்றின் எண்ணிக்கை குறைந்ததோடு மட்டுமின்றி அளவும் குன்றி உணவு செரித்தலில் முக்கிய பங்கற்றவைகளாக உள்ளன.

உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகள் வாய்க்குழியினையும் உணவுக்குழலையும் (oesophagus) ஈரப்பதனமுடையதாக்கவே முதலில் உருவாக்கப் பட்டன. ஆனால், படிப்படியாக அவை உணவு செரித்தலிலும் பங்கேற்பனவாகச் செயல்பட்டன. ஒரு சில இருவாழ்விகளிலும் ஊர்வனவற்றிலும், உமிழ்நீரின் செரித்தல் செயல் துவங்கும் நிலை காணப்படுகிறது. ஆனால் பாலூட்டிகளில் அவை செரித்தலைச் செய்விக்கின்றன எனலாம். இச் சுரப்பிகளின் சுரப்பிநீர் ஏனைய விலங்குகளுக்குப் பெரும்பாலும் நச்சுத் தன்மையதாகவே செயல் படுகிறது. ஒருவனுடைய உமிழ்நீர் மற்றொருவனுடைய குருதி மண்டலத்தில் புகுத்தப்படுவதனால் ஒரு சில நேரங்களில் நச்சாகச் செயல்படுகிறது. ஒருசில பாம்புகளின் உமிழ்நீர் ஏனைய விலங்கு களுக்கு நச்சே. மிகுதியான நச்சுத் தன்மையுடைய உமிழ் நீரினை மற்ற விலங்குகளின் தசைப் பகுதியில் செலுத்தச் சிறப்புற்ற பற்கள் பாம்புகளில் காணப்படுகின்றன. இவ் வகைச் சிறப் பமைப்பு உடைய பற்கள் வேறெந்த முதுகெலும்பியிலும் அமைந் திருக்கவில்லை.

சுவை உறுப்புகள் (Taste organs)

சுவை மொட்டுகள், உடலின் பல பகுதிகளிலும் தொண்டை வாய்க்குழியிலும் சிதறியமைந்த நிலையில் காணப்பட்டன. இரு வாழ்விகளிலும், ஊர்வனவற்றிலும் இவை தொண்டை வாய்க்குழிப் பகுதிகளில் மட்டுமே காணப்படுகின்றன. பாலூட்டிகளில் சுவை மொட்டுகள் நாக்கில் மட்டுமே உள்ளன. இவையும் ஏனைய புற வுறை உறுப்புகள் போன்றே புறவுறை அமைந்த பகுதியில் மட்டும் காணப்பட்டன. இவற்றினைப் பற்றித் தெளிவாக உணர் உறுப்புகள் என்ற தலைப்பில் காணலாம்.

முகர்தல் உறுப்புகள் (olfactory organs)

மூக்கு எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும் இணையான பை போன்ற அமைப்புடன் வாய்க்கு முன்பாக அமைந்துள்ளது. சிறப்படையா நிலையில் இப் பைகள் புறத்தே புற நாசித் துளைகள் (external nare) வழி திறக்கின்றன. இந் நிலை மீன்களில் இன்றும் காணப்படு கின்றது. இந் நிலையில் அவை சுவாச, செரிக்கும் செயல்களைச் செய்யும் தன்மையற்றன.

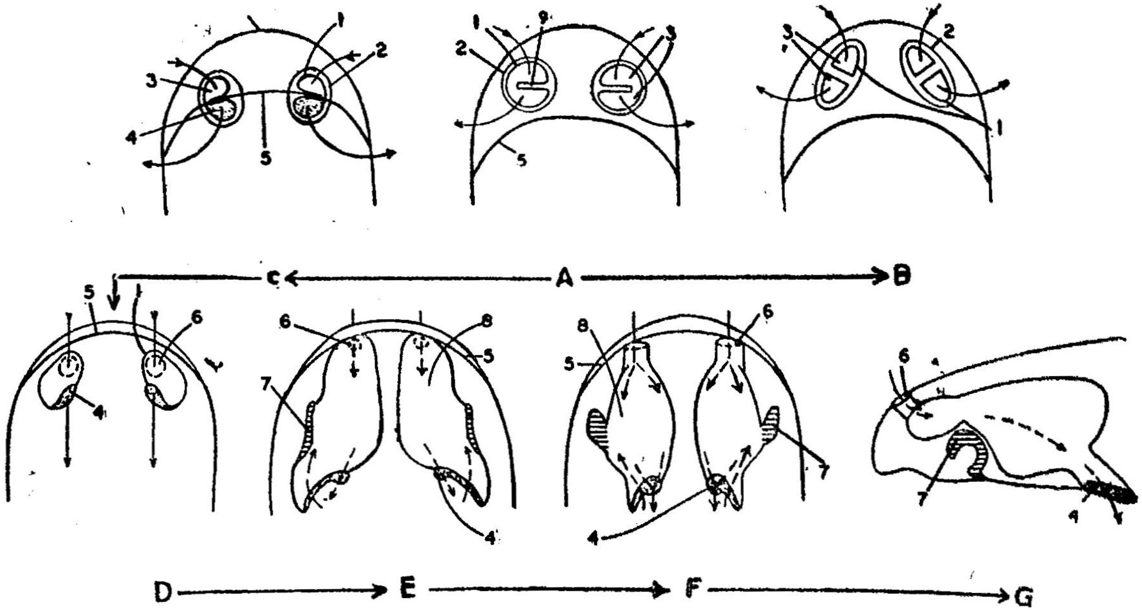
கொயனிக்தியன் மீன்களிலும் நாற்கால் விலங்குகளிலும் புற நாசித் துளைகளன்றி, அகநாசித்துளைகள்(internal nares) வழி வாய்க் குழியினுள் திறக்கின்றன. ஆகவே இவ் வமைப்பினுல் முகர்தல் பை வழி ஒரு திறப்பு புறத்தினின்றும் வாய்க்குழிக்கு அமைகிறது. அக நாசித்துளைகள் முதன்முதலில் மீன்களிலேயே தோன்றுவதால் அவற்றில் அவைகளின் பணி நாற்கால் விலங்குகளிலுள்ள பயனை விட வேறுபட்டதாக இருந்திருக்கும். அவை பாய்மங்கள் (fluids) செல்லும் வழியாகச் செயல்பட்டிருக்கும். முகர்தல் செயல் மிகுதிப்படுத்தப்பட்டு நேரடியான பாய்மப் போக்கு அதிகரித்திருக் கலாம்; அக நாசித்துளைகளற்ற முகர்தல் பைகள் செயல் திறன் குன்றியனவாகச் செயல்பட்டன என்பதில் ஐயமேதுமில்லை. முகர்தல் உணர்வு சிறப்புற்றவுடன் முகர்தல் பை குழாய் அமைப்பு டையதாகியது எனலாம். இவ் வமைப்பினுல் உட்புகும் நீரினை முகர்தல் தெளிவுற நடைபெற வாய்ப்புண்டு. ஆகவே முகர்தல், வாழும் தகுதியினை மீன்களுக்கு அளித்திருக்கவேண்டும். ஆகவே இப் பைகள் மிகுந்த செயலற்றவைகளாக இருந்த போதும், மறைந்து அழியாமலிருந்தன எனலாம். தற்செயலாகத் தான் முகர்தல் பைகள் வாய்க்குழிக்குள் அக நாசித்துளைகள் வழித் திறப்புற்றன இவ் வமைப்புக்கூட ஒருசில மீன்களில்தான் காணப்படுகின்றன.

கொய்னிக்தியன்களில் காணப்பட்ட அக நாசித் துளைகள், நிலத்தில் வாழ முற்பட்டவுடன் பெரிதும் பயனுடைய சுவாசித் தலுக்கு ஏற்ற முன் தகவமைப்பாக (pre adaptation) அமைந்தது. நீருக்குப் பதிலாக இவ் வழி காற்று வழியாகச் செயல்படத் துவங் கியது.

இரண்டாம் நிலை அண்ணமுடைய நாற்கால் விலங்குகளைத் தவிர்த்து ஏனையவற்றில், அகநாசித் துளைகள் வாய்க்குழிக்குள் ளேயே திறக்கின்றன. இரண்டாம் நிலை அண்ணம், வாய்க்குழியினை முகர்தல் அறையினின்றும் தொண்டைவரை பிரிவு செய்வதாக உள்ளது.

இரண்டாம் நிலை அண்ணம் (Secondary palate)

கருச்சவ்வற்றவைகளில் வாய்க்குழியின் கூரை முதனிலை அண்ணத்தினுல் உருவானது. காற்றினைச் சுவாசிக்கும், கருச்சவ் வற்றவைகளில் காற்று, உணவு, நீர் முதலியன செல்லும் பொது வழியொன்று இவ்வமைப்பினுல் உருவாகிறது இப் பொதுவழி வாய்க்குழியின் முன்முனையினின்றும் தொண்டைவரை நீள்கிறது. பெரும்பான்மையான கருசசவ்விகளில் இப் பொதுவழி இரண்டாம்



படம் 18-15-258

முகர்தல் புழைகள், உறுப்புகள், குழிகள் என்பனவற்றின் பரிணாமப் படிநிலைகள்

A-காண்ட்ரிக்தியின் நிலை; B-எலும்பு மீன்களில் நிலை; C—கொயானிக்தியனுக்கு முற்பட்ட நிலை; D-கொயனிக்தி நிலை; E-யூரோடில் நிலை; F-அன்யூரான் நிலை; G-ஊர்வனவற்றில் அமைப்பு.

1. முகர்தல் உறுப்பு; 2. முகர்தல் பெட்டகம்; 3. புறநாசித் துளை; 4. அகநாசித் துளை; 5. வாயின் விளிம்பு 6. முதுகுபக்கத்தில் புறநாசித் துளைகள்; 7. வோமோரோ நேசல் உறுப்பு; 8. நேசல் உறுப்பு; 9. நேசல் தடுப்பு.

நிலை அண்ணம் என்ற பகுதியினால் இரண்டு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப் படுகிறது இவ் வமைப்பு முழுமையுற்ற நிலை, முதலைகளிலும் பாலூட்டிகளிலும் காணப்படுகிறது. இவ் வமைப்பு இரு வழிகளில் நன்மை பயப்பதாகும். வாய்க்குழியிலுள்ள முக்கிய உணர் உறுப்புகளும் சுரப்பிகளும், உலருவதினின்றும் பாதுகாக்கப்படுகிறது. மேலும் சுவாசப் பாதையில் எவ்வித இடையூறும் நிகழா வண்ணம், நாக்கும் பற்களும் உணவினைச் செயல்படுத்துகின்றன. ஆகவே நாற்கால் விலங்குகளில் உணவுப்பாதை, சுவாசப்பாதையினின்றும் பிரிக்கும் பரிணாமப் போக்கு செயல்பட்டுள்ளது எனலாம். முழுமை யான இரண்டாம் நிலை அண்ணம் உடைய விலங்குகளில் மிகக் குறுகிய பொதுவழியே காணப்படுகிறது. முழுவதும் இரண்டு பாதைகளும் தனித்தமையானமைக்குக் காரணங்களாக இரண் டினைக் கூறலாம். 1. முகர்தல் பைகள் (olfactory sacs) பின் பகுதியிலோ அல்லது பக்கங்களிலோ அமைக்கப்படாமல் வாய்ப் பகுதிக்கு முன்பாக அமைந்துள்ள நிலை. 2. குடலினின்றும் உரு வாகும் நுரையீரல் முன்னோடிகள், முதுகு பக்கமாக இடம் பெய ராமல் வயிற்றுப்பக்கமாகவே அமைதல். இவ்வாறு முற்றும் பிரிக்கப்படாத நிலையில் சுவாசப் பாதையும், உணவுப்பாதையும் அமைந்துள்ளது வருந்துதற்குரியதே. ஏனெனில் அமைப்பு ஏற்படு மானால் நீக்குதல் கடினமானதே. எப்படியிருப்பினும், மனி தனிலும், பாலூட்டிகளிலும் அடைப்பு ஏற்படும்போது மாற்றுப் புழையாக வாய் செயல்படுவது தெரிந்ததே. இது வாழும் தகுதியினை (Survival value) பாலூட்டிகளுக்கும் மனிதனுக்கும் பரிணாம வரலாற்றில் அளித்தது என்பது தெளிவு.

நாக்கு (Tongue) மீன்களில் நாக்கு என்ற ஓர் உறுப்பு இருப்ப தாகக் கருதப்படுகிறது. ஆனால் அவற்றில் பேசிஹயல் குருத் தெலும்பு அல்லது எலும்பின் நீட்சி அல்லது மெலிந்த பஞ்சமைப் பகுதியே காணப்படுகிறது. முற்றும் செவுள் செயலற்ற உண்மை யான நாக்கு உறுப்பு இருவாழ்விகளில்தான் உள்ளன. இருவாழ்வி களின் லார்வாக்களில் கூட உண்மையான நாக்கு இல்லை. முதிர்ச் சியுற்ற இரு வாழ்விகளில் நாக்கு காணப்படுகிறது.

நாக்கினைத் தாங்கும் சட்டகப்பகுதிச் செவுள் வளைவுகள் (branchial arches) அல்லது ஹயாய்டு வளைவு (hyoid arch) அல்லது இவையிரண்டும் சேர்ந்து உருவாகின்றது. ஆனால் எல்லா நிலை களிலும் காணப்படுவது பேசிஹயல் (basihyal) என்பதே. இது குறுக்கமைப்புடைய சட்டமாகவோ அல்லது முன்னோக்கி நீண்டுள்ள நாக்கு நீட்சியாகவோ (processes lingualis) காணப்படும். இவ்

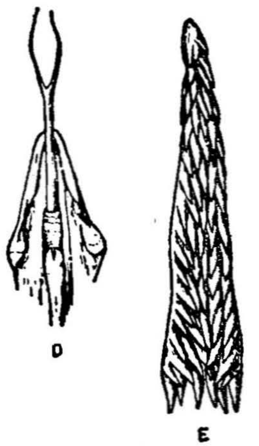
வமைப்பில், பேசிஹயல் நாக்கின் முனைவரை நீண்டு நாக்கின் மத்தியிலமைந்து நாக்கினைத் தாங்கும்.

பெரும்பாலும் நாக்கின் சதைப்பகுதி தசை நார்களாலும் ஒரு சிலவற்றில் நிணநீர் குருதி விரிவுப்பைகளாலும் (lymph and blood sinuses) ஆனது. தசைகள் செவுள் கீழ்ப்பகுதியினின்றும் தோன்றுவன. இத் தசை, நாக்கினை முன்னே நீட்டவும் செயல்

படம் 13-16 (a, b, c)—259

நாற்கால் விலங்குகளில் நாக்கின் தோற்றமைப்பில் வேறுபாடு.

A-தொன்மை நிலை. பெரும்பான்மையான தவளைகள், சலமாண்டர்களில் காணப்படுவது. B-காளான் அமைப்புடைய நாக்கு: சில சிறப்புற்ற சலமாண்டர்களில் காணப்படுவது. C-பெரும்பான்மையான பல்லிகளில் காணப்படும் பிளவுற்ற நாக்கு.



படம் 13-16 (d, e)—260

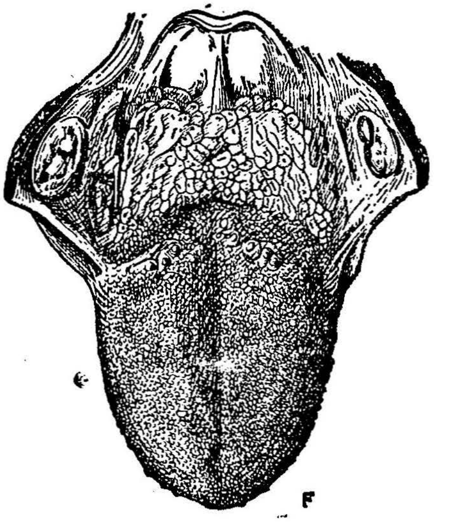
D. எல்லா பாம்புகளிலும், ஒரு சில பல்லிகளிலும் காணப்படுவது. E-பறவைகளில் காணப்படும் அமைப்பு.

படுத்தவும் பயன்படுகின்றன. பாலூட்டிகளில் லிங்குவாலிஸ் (lingualis) என்ற தசை நாக்கில் அமைந்துள்ளது. இது பாலூட்டிகளுக்கே உரிய சிறப்பமைப்பாம். இத்தசை நாக்கின் பெரும் பகுதியினை உருவாக்குவதாம். ஏனைய விலங்குகளில் நாக்கின்

சதைப்பகுதி ஹயோகிளாசஸ் (hyoglossus) என்ற தசையினுலேயே அமைகிறது. பாலூட்டிகளில் இத்தசை காணப்படுகிறது. இது ஒரு புறத் தசையே. இத் தசை நாக்கின் அசைவுக்குக் காரணமாக அமைந்துள்ளது.

ஒருசில முதுகெலும்பிகளில் விரிவுப்பைகளில் திடீரென நிண நீரினையோ அல்லது குருதியினையோ நிரப்புவதால் நாக்கு புறத்தே நீட்சியுறுகிறது.

நாக்கின் தோற்றம் வேறுபாடுடையதாக விலங்குகளில் காணப்படுகிறது. மெலிந்த நீண்ட மிகவும் புறத்தே நீளுந் தன்மையதான நாக்கு பாம்புகள் பல்லிகள் பறவைகள் எறும்பு தின்னிகள் ஆகியவற்றில் காணப்படுகின்றது. தடித்த சதைத்



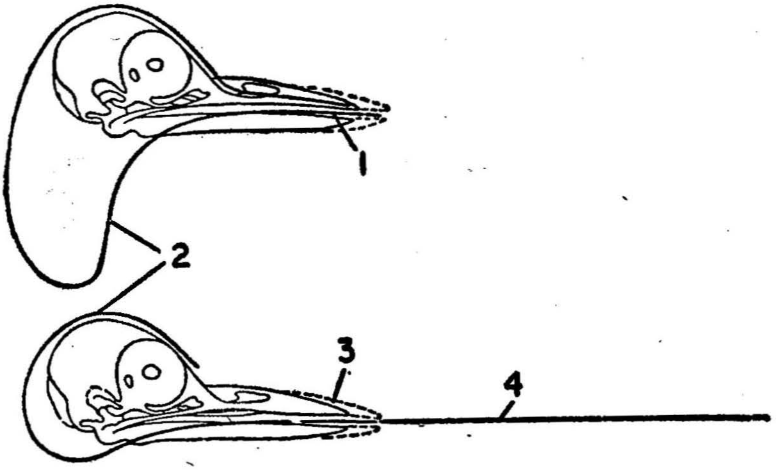
படம் 13-16(f)-261

F- பாலூட்டிளிகல் காணப்படும் அமைப்பு.

தன்மையதாகவும் ஓரளவு புறத்தே நீளுவதாகவும் உள்ள நாக்கு மற்ற விலங்குகளில் காணப்படுகின்றது. பெரும்பாலும் சிறப் படையா நிலையில் நாக்கு வாயின் பின்பகுதியில் ஹயாய்டு சட்டத் திலேயே இணைக்கப்பட்டிருக்கும். ஆனல் அன்யூரன்களில் இரண்டாம் நிலையில் நாக்கு வாய்க்குழியின் முன்பகுதியிலேயே இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

சுவாசித்தல் (Respiration)

பல பொருள் தருவதாகச் சுவாசித்தல் என்ற சொல் பயன் படுகிறது. கீழ்க்கண்ட விளக்கத்தில் சுவாசித்தல் என்பது காற்று மாற்ற நிகழ்ச்சியினையே குறிப்பதாகும். இக் காற்றுமாற்றம் குருதிக் குழாய்களுடன் நெருக்க நிலையிலுள்ள ஈரப்பதனமுடைய ஒரு படலத்தின் ஊடே நிகழ்வதாம். இப் படலத்தினைச் சுவாசப்படலம் எனலாம். இப் படலம் குருதியிலுள்ள கரியமிலவாயு ஆக்ஸிஜன் என்பனவற்றிற்கும் காற்றிலுள்ள கரியமிலவாயு ஆக்ஸிஜன் ஆகிய



படம் 13-17-262

பறவைகளில் நாக்கு செயல்படுமுறை

1. நாக்கு உள்ளிழுக்கப்பட்டுள்ளது; 2. நாக்கு உறுப்பின் கொம்புகள்; 3. மூக்குக் கொம்புறை; 4. நீட்சியுற்ற நாக்கு; நாக்கு உள்ளிழுக்கப்பட்டுள்ள போது, நாக்குக் கொம்பு மேல்தாடையின் முன்புனைவரை தோலடி உறையிலமைந்து நீண்டுள்ளது. நாக்கு புறத்தே நீட்சியுறும்போது நாக்குக் கொம்பு தொண்டைப் பகுதியில் முன்னோக்கி இழைக்கப்படுவதுடன் மேல் மாண்டிபுலர் உறையில் பின்னோக்கி நழுவி விழிக்குழியருகே அமைகிறது.

வற்றின் செறிவிற்கும் இடையே ஓர் இயல்பு செறிவினை உருவாக்கவே துணைபுரிகிறது. குருதியில் மிகுதியாகவுள்ள கரியமில வாயு சுவாசப்படலம் வழி கரியமிலவாயு குறைவான காற்றிற்கு மாற்றமுற்றுப் பரவுகிறது. காற்றில் மிகுதியாகவுள்ள ஆக்ஸிஜன் குருதியில் குறைவான செறிவில் உள்ளமையால் செறிவு மிகுந்த காற்றினின்றும் படலம் வழி ஊடுருவிக் குருதியினைக் அடைகிறது.

பரப்பு படலம் மெலிந்தும் ஈரப்பதனமுடைய உடலின் எல்லாப் பகுதிகளிலும் இவ் வகையான சுவாசித்தல் நடைபெறும்.

பல்வேறு முதுகெலும்பிகளில் பல்வேறு உடற்பகுதிகளில் சுவாசிக்கும் பரப்புகள் காணப்படுகின்றன. ஆனால் முதுகெலும்பிகள் பலவும், இப் பரப்புகளைப் பாதுகாப்பற்ற நிலையில் சுவாசச் செயல் நடைபெறும் அமைப்பினை உடையன அல்ல. ஆகவே தோலினைப் பெருமளவு சுவாசித்தலுக்குச் சார்ந்திருக்கும் இரு வாழ்விகளைத் தவிர்த்து ஏனைய முதுகெலும்பிகளில் சுவாசித்தல் என்ற நிகழ்ச்சி குறிப்பிட்ட பகுதிகளிலேயே நிகழ்வதொன்றும். இக் குறிப்பிட்ட பகுதிகள் செவுள்களாகவோ நுரையீரல்களாகவோ அமையும்.

சுவாசித்தலுக்கு வேறு இரு பொருள்களும் உண்டு. சர்க்கரை, கொழுப்பு, புரதம் என்பன ஆக்சிகரணம் (oxidation) அல்லது ஆக்ஸிஜன் ஏற்றம் அடைவதால் சக்தி உருவாக்கம் அடையும் நிகழ்ச்சியும் சுவாசித்தல் என்பதின்பால் அடங்கும். மற்றுமொரு பொருளாவது உடலின் இயந்திரச் செயலால் காற்று உடலுள் சுழற்றப்படும் நிகழ்ச்சியும் சுவாசித்தலாம். முன்னது செல்லினுள் நிகழ்வதால் அதனை அகச்சுவாசம் (internal respiration) என்றும் பின்னது குருதிக்கும் காற்றுக்கும் இடையே நிகழ்வதால் இதனைப் புறச் சுவாசம் (external respiration) என்றும் கொள்ளலாம். புறச்சுவாசம் இரு சூழல்களைப் பயன்படுத்துகிறது : ஒன்று நீர்; மற்றது காற்று. உடலின் தோல் இரு சூழல்களிலும் திறம்படச் செயல்புரியும் தன்மையது. ஆனால் மற்ற இரு சுவாச உறுப்புகளாகிய செவுள், நுரையீரல் என்பன ஒவ்வொன்றும் ஒரே சூழலில் தான் செயல்படும் தன்மையன. செவுள் நீரிலும், நுரையீரல் காற்றிலும் செயல்படும் என்பதாம்.

நீரில் செயல்படும் சுவாச உறுப்புகள் (Organs of aquatic respiration)

நீரினை ஒரு சுவாச ஊடகமாகப் பயன்படுத்த முதுகுதண்டுடையவைகளில் ஏறக்குறைய ஐந்து வகையான சுவாச உறுப்புகள் பரிணமித்துள்ளன எனலாம். அவை புறவுறை (integument) அகத் தொண்டைச் செவுள்கள் (internal pharyngeal gills) புறச் செவுள்கள் (external gills) வாய்க்குழித் தொண்டை பரப்படுக்கு (buccopharyngeal epithelium, பொதுக்கழிவறைப் பைகள் (cloacal bursae) என்பனவாம்.

முதன்முதலில் முதுகுதண்டுடையவைகளில் உருவாகிய சுவாசிக்கும் படலம் புற உறையே. இவ் வுறை சிறப்படையா முதல் முதுகுதண்டுடையவைகளில் காணப்பட்டது. இவ் வுறை காற்று மாற்ற நிகழ்ச்சியினைச் செயல்படுத்துவதாக மெலிந்து காணப் பட்டது. பின்தோன்றிய முதல் முதுகெலும்பிகள் எலும்பாலான சுவாசிக்கும் தன்மையற்ற புறவுறையினைத் தோற்றுவித்தது. இத்

நிலையில் புறவுறைக்குப் பதிலாக தொண்டைப் பிளவுகளைச் சுவாச உறுப்புகளாகச் செயல்படுத்தின. இச் சுவாச உறுப்புகள் அகச் செவுள்கள் (internal gills) எனப்பட்டன. இச் செவுள்கள் நீரில் வாழும் மீன்களுக்குப் பயனுடைத்து. ஆனால் அவை காற்றுச் சுவாசத்திற்கு (aerial respiration) பயனற்றனவாயின. திறனுடை காற்றுச் சுவாச உறுப்பாக்கத்தில் திரும்பவும் இருவாழ்விகள் தோலினைத் தங்களின் சுவாச உறுப்பாக்கின. இவற்றில் தடித்த எலும்பாலான புறவுறை நீக்கப்பட்டமையால் தோல் காற்றுச் சுவாசத்தினை நிகழ்த்த ஏதுவாகியது. இச் சுவாசச் செயல் தோலுக்கு முற்றும் இரண்டாம் நிலையானதொன்றே. நீரிலும் நிலத்திலும் வாழும் தன்மையுடைய இருவாழ்விகளில் தோல் இரண்டு சூழல் களில் திறம்படச் செயல்படும் ஒரு சுவாச உறுப்பாம் காற்றில் அது சுவாச உறுப்பாகச் செயல்பட ஈரப்பதன முடையதாக இருத்தல் அவசியம். குளிர்கால உறக்கம் (hibernate) கொள்ளும் மெலிந்த ஓடுடைய ஆமைகளில் தோல் சுவாச உறுப்பாகச் செயல்படுவதாகக் கூறுவர். இவற்றில் தோல் கொம்பாக்கம் (cornification) அடையாமையால் ஏனைய ஆமை களின் தோல்களினின்றும் வேறுபட்டது என்பது தெளிவு. பல இருவாழ்விகளின் வாய்க்குழி தொண்டையின் பரப்படுக்குத் தோல் போன்றே நீர் காற்று என்ற இரு வேறு சூழல்களிலும் திறம்படச் செயல்படும் ஒன்றும். இப் பரப்படுக்கு குருதித் தந்துகிச் செறிவு மிக்கது என்பது நினைவிற் கொள்ளத்தக்கது. இருவாழ்விகளின் முன்னோர்களில் செயல்பட்ட அகச் செவுள்களின் திறன் குறைந் தமையால் இருவாழ்விகளின் லார்வாக்களில் புறச் செவுள்கள் (external gills) தோன்றுகின்றன. இவை செவுள் சட்டங்களின் புறப்பகுதியினின்றும் புறப் பரப்படுக்கு வளர்ச்சியாக உருப்பெறு கின்றன. அகச் செவுள்களைச் சென்றடைந்த குருதி வளை குழல் களினின்றே (aortic arches) புறச் செவுள்களுக்கு குருதி வந்தடை கின்றது. புறச் செவுள்கள், அகச் செவுள்கள் போன்றே நீரில் மட்டும் செயல்படுவனவாம். ஆகவே நெக்டியூரஸ் என்ற சல மாண்டர் நான்கு வழிகளில் சுவாசிக்கிறது. சுவாசத்திற்குப் பயன் படுவன புறச் செவுள்கள் (external gills) நுரையீரல்கள் (lungs) தோல் (skin) வாய்க்குழி தொண்டைப் பரப்படுக்கு (buccopharyngeal epithelium) என்பனவாம்.

நன்னீரில் வாழும் பெரும்பான்மையான ஆமைகள் குளிர் காலத்தினை உறக்க நிலையில் நீருக்கடியில் கழிப்பனவாம். இவை நீண்ட நுரையீரல் சுவாச முறையினைக் கொண்ட முன்னோர் களினின்றும் தோன்றியவை. ஆதலால் குளிர்கால உறக்கத்தில் சுவாசச் செயலை செய்விக்க என தனித்த பொதுக்கழிவறை

யினின்றும் தோன்றும் இணையான பைகளையுடையன. இப் பைகள் நீரில் சுவாசித்தலுக்கு துணையுறுப்புகளாம். பொதுக்கழி வறைப்பைகளுள் நீர் உள்ளிழுக்கப்பட்டு புறத்தே தள்ளப்படுகிறது. இச் செயலின்போது காற்று மாற்றம் நிகழ்கிறது இவ்வமைப் பினால் ஆமைகள் நீண்ட நாள்களுக்கு நீருக்கடியில் வாழ முடிகிறது. செவுள்களற்ற ஏனைய முதுகெலும்பிகள் குளிர்கால உறக்கத்தின் போது தோலினையும் வாய்க்குழி தொண்டைப் பரப்படுக்கினையும் சுவாச உறுப்புகளாகச் செயல்படுத்துகின்றன.

காற்றுச் சுவாச உறுப்புகள் (Organs of aerial respiration)

முற்றும் வளர்ந்த முதுகெலும்பிகளில் காற்றுச் சுவாசத்திற் கென ஏறக்குறைய நான்கு வகையான உறுப்புகள் உருவாயின எனலாம். அவை தோல் (Skin) வாய்க்குழித் தொண்டைப் பரப் படுக்கு (buccopharyngeal epithelium) நாசிப் பரப்படுக்கு (nasal epithelium) நுரையீரல் (lungs) என்பனவாம். முதல் மூன்று உறுப்புகளும் இருவாழ்விகளில் (amphibians) பெருமளவு செயல் படுகிறது. இவற்றில் இப் பரப்புகள் சுவாசச் செயலில் ஈடுபட ஈரப்பதனமுடையதாயிருத்தல் இன்றியமையாததாம். மாறாக இப் பரப்புகள், உலர்ந்த நிலையினையே அடையுமானால் இருவாழ்வியில் சுவாசித்தல் நிகழாதது மட்டுமன்றி உடலினின்றும், நீர் இழக்கப் பட்டு உலரும் தன்மையையும் அடையும் என்பதாம். ஏனெனில் இரு வாழ்விகளின் மேற்கூறிய பரப்புகளில் பாய்மங்கள் உள்நோக் கியும் புறம் நோக்கியும் ஊடுருவ முடியும் என்பதால்தான். செதில்களோ, கேராட்டினுக்கமோ தோலில் உருவாக்கப்பட்டு மேற்கூறிய பாதுகாப்பற்ற நிலையினைத் தவிர்க்கவும் முடியாது. ஏனெனில் செதில்களும் கேராட்டினும் காற்று மாற்றத்தினைத் தடுப்பன. ஆகவே நுரையீரல்களுக்குத் துணையாகச் செயல்படும் காற்றுச் சுவாசஉறுப்புகள் அனைத்தும் செயல்திறன் குன்றியவையே என்பதில் ஐயமேதுமில்லை. ஆனால் இவ்வுறுப்புகளே நீர்ச்சுவாச முறையினை விடுத்துக் காற்றுச் சுவாசமுறையினை மேற்கொள்ளும் மாறும் நிலையில் பெரிதும் துணைபுரிந்தன என்பது தெளிவு. பாலூட்டிகளில்கூட தோல் வியர்வைச் சுரப்பிகளின் வழி ஓரளவு கரியமிலவாயுவினை நீக்குகிறது எனலாம்.

நுரையீரல்களே, காற்றுச் சுவாசத்திற்கென உருவாகிய முதனிலைச் சுவாச உறுப்புகளாம். சலமாண்டர்களில் ஒருவகையான பிளித்தோடாண்டாய்டுகளைத் (plethodontoids) தவிர்த்து ஏனைய அனைத்தும் நுரையீரல்களைப் பெற்றுள்ளன. இவ்வகையிலுள்ள வளர்ச்சியுற்றவைகளில் கூடச் செவுள்கள் காணப்படவில்லை,

ஆகவே இவற்றில் சுவாசம் முற்றும், தோல் என்ற புறவுறை; வாய்க்குழித் தொண்டைப் பரப்படுக்கு என்பனவற்றால்தான் நிகழ்கிறது. இவ் வகையில் ஒரு சில சிற்றினங்களில் (species) புறநாசித் துளைகள் பெருமளவு பெருத்தும், குருதித் தந்துகி செறிவு மிகுந்தும் சுவாசச் செயலில் ஈடுபடுகின்றன. இவற்றில் நாசிச் சுவாசம் (nasal respiration) உள்ளது எனலாம்.

அகச் செவுள் என்பது நீர்ச்சுவாசத்திற்கும் நுரையீரல் காற்றுச் சுவாசத்திற்கும் முக்கிய உறுப்புகளாகச் செயல்படுவதால், இவ்விரு உறுப்புகளும் தொண்டையினின்றும் தோன்றுவதால் தொண்டையின் பரிணமம் கீழே விளக்கப்பட்டுள்ளது.

தொண்டை (Pharynx)

உணவுப்பாதையில் வாய்க்குழிக்கு பின்னமைந்துள்ள பகுதியே தொண்டை எனப்படும். இதன் பக்கச் சுவர்கள் கருநிலையிலாவது பிளவுகளினால் துளைப்புற்றிருக்கும். சிறப்படையா முதுகு தண்டுடையவைகளில் தொண்டைப் பகுதி மிகவும் நீண்டு பரந்து காணப்பட்டது. ஆனால் கருச் சவ்விகளில் (amniotes) இப் பகுதி 1. குரல்வளைத்துளை (glottis) முன்னேக்கி அமைவதாலும் 2. இரண்டாம் நிலை அண்ணம் (secondary palate) உருவாவதாலும் பெருமளவு குறுகியதாக அமைவுற்றது எனலாம்.

முதனிலைத் தொண்டையின் செயல்நிலை பரிணமம் (Evolution in function of primary pharynx)

முதன்முதலில் உணவினைமட்டும் வடிகட்டும் உறுப்பாகச் செயல்பட்ட தொண்டை முதுகெலும்பிகளில் பல்வேறு செயல்களுக்காகப் பெருமளவு மாற்றமடைந்துள்ளது. தொண்டை, மேலும் அதன் சுவரினின்றும் தோன்றிய உறுப்புகளின் செயல்களாவன : 1. உணவினைச் செயல்திறனோடு பிடிப்பதற்கும் செயல்படுத்துவதற்கும் பயன்படுதல் (தாடை), 2 வளர்சிதை மாற்ற விகிதத்தினை ஒழுங்கமைக்கும் உறுப்பாகச் செயல்படுதல் (தைராய்டு சுரப்பி), 3. சுண்ணம் (calcium) பாஸ்பரஸ் (phosphorus) என்பனவற்றின் வளர்சிதை மாற்றத்தினை ஒழுங்கமைத்தல், 4 சுவாசிக்கும் செயலின் விகிதத்தினை ஒழுங்கமைத்தல், 5. செவியின் கேட்டல் செயலுக்குத் துணைபுரிதல் (நடுச்செவிக்குழியும், நுண் எலும்புகளும் (ossicles) தொண்டையின் பகுதியே. 6. நாக்கிற்குத் தேவையான தாங்குறுப்பினை நல்குதல், 7. ஒலி உருவாகத் துணைபுரிதல் (குரல்வளை), 8. முகபாவத்தினை (facial expression) வெளிப்படுத்தப் பயன்

படும் தசை உருவாக்கத்தில் செயல்படுதல் (முகத்தசைகள்), 9. சுவாச உறுப்புகளாகிய செவுள் நுரையீரல் முதலியவற்றின் உருவாக்கத்தால் சுவாசச் செயலினைச் செய்தல். தொண்டையினைப் போன்று பல்வேறுபட்ட உறுப்புகளைத் தோற்றுவித்து முதுகெலும்பிகளின் பரிணாமத்தில் முக்கியத்துவம் அடைந்த உறுப்புகள் வேறு எதுவுமே இல்லை எனலாம். பல்வேறு உறுப்புகள் தொண்டையில் தோன்றியதாலேயே முதுகெலும்பிகள் உலகின் பலதரப்பட்ட வாழிடங்களில் வெற்றிகரமாக வாழமுடிந்தது எனக்கூடக் கூறலாம். முதுகுதண்டுடையவைகளின் பரிணாமத்தில் தொண்டையின் செயல் மூன்று முக்கிய செயல் நிலைகளை உடையது எனத் தெளிவாகத் தெரிகிறது.

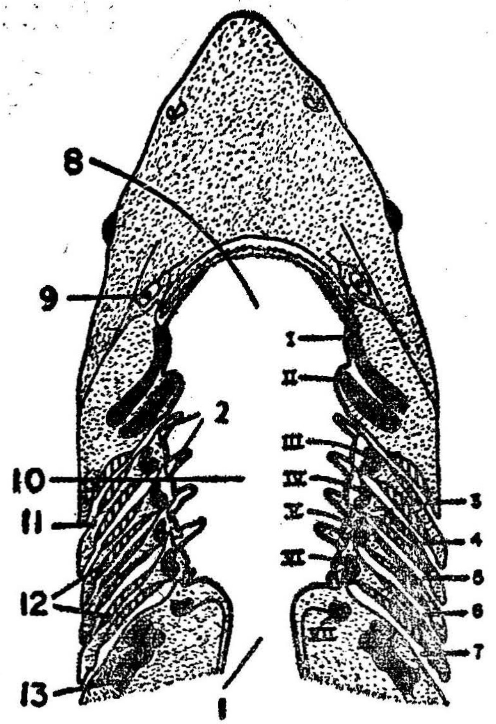
1. தொண்டை வழி உணவு உட்கொளல். (முதல் முதுகு தண்டுடையவை) 2. செவுள் வழி சுவாசித்தல் (மீன்கள்) 3. உட்கொளலை (intake) ஒழுங்கமைத்தல் (நாற்கால் விலங்குகள்). நாற்கால் விலங்குகளில் தொண்டை, சுவாச, உணவுப் பாதைகள் வெட்டும் ஒரு குறுக்குப்பாதையே (cross road). உட்கொள்ளப் படும் காற்று, உணவு ஆகியவற்றினை ஏற்ற வழிகளுக்குக் கடத்துதலைச் சீரமைத்தலே அதனால் ஏற்படும் பயன் சிறப்பாம். செவுள் சுவாசத்திற்குப் பயன்படும் தொண்டையின் அமைப்பு, மேற்கூறப் பட்ட அதன் செயலுக்கு முற்றும் மாறானது.

முதுகுதண்டுடையவைகளின் முன்னோர்களில் உணவு சேகரிக்க உச்சி நீட்சிகளுறுப்பினை (lophophore) பயன்படுத்தியதாலேயே தொண்டை, உணவு சேகரிக்கும் பணியினை மேற்கொண்டிருக்கலாம் என்று கருதப்படுகிறது.

செவுள்களின் அடிப்படை அமைப்பு (Basic gill structure)

வேறுபட்ட மீன்களில் தொண்டையின் அமைப்பு பெரிதும் மாற்றமுடையது. முதல் முதுகு தண்டுடையவைகளின் சந்ததிகளில், செவுள்கள், இணையான எளிய பிளவுகளாகத் தோன்றி, தொண்டையினைப் புற உலகோடு தொடர்பு கொள்ளுமாறு அமைத்துப் பரிணமித்திருக்கலாம் என எண்ணப்படுகிறது. இவ்வாறு தோன்றிய தொண்டைப் பிளவுகள், தொண்டைச் சட்டங்களால் வலுப்படுத்தப்பட்டது. இவ்வாறு எளிய அமைப்புடன் தோன்றிய உணவு வடிப்பான் (food filter) மாற்றமுற்றுச் சுவாச உறுப்பாகியது. இம் மாற்றத்தில் செவுள்கள், அக புறப்புழைகளையும், புழைகளுக்கிடையே ஒரு குழாயினையும் உடையவையாகவும் மாறின. இவ்வாறு உருவாக்கம் பெற்ற குழாய் பரிணாமத்தில்

பெருத்த மாறுதல்களையுற்றது. குழாய் பை போன்ற அமைப்பினையடைந்து, அதன் சுவர்கள் சிக்கல் நிறைந்த மடிப்புகளையுற்றதோடு மட்டுமின்றிக் குருதித் தந்துகி செறிவு மிக்கதாகவும் மாறிச் செவுள் அறை (gill chambers) யாகியது. ஒவ்வொரு மடிப்பும், செவுள் மடிப்பு அல்லது இலை (lamella) எனப்படும். இவ்விலைகள் ஒவ்வொன்றும் குருதிக் குழாய்களையுடையனவாகிச் சுவாசம் நிகழும் பகுதிகளாயின. ஒவ்வொரு செவுள் அறையின் முன்பின்



படம் 13-18-263

சுறுமீனின் தொண்டை வழியே முகப்பு வெட்டுத் தோற்றம். இவ்வமைப்பு செவுள் அமைப்பின் தொன்மை நிலையினைக் காட்டுகிறது.

1. உணவுக்குழல்; 2. செவுள் முள்கள்; 3-7. செவுள் பிளவுகள்; 8. வாய்க்குழி; 9. உதட்டுக் குருத்தெலும்பு; 10. தொண்டை; 11. செவுள் இடைத்தடுப்பு; 12. செவுள் இலை; 13. மார்பு வளையம்; I-VII செவுள் சட்டகங்கள்.

சுவர்களினின்றும். இச்செவுள் இலைகள் துவங்கிச் செங்குத்துக் கோணத்தில் நீட்சியுற்றிருந்தன. இவ்விலைகளின் அகமுனைகள்

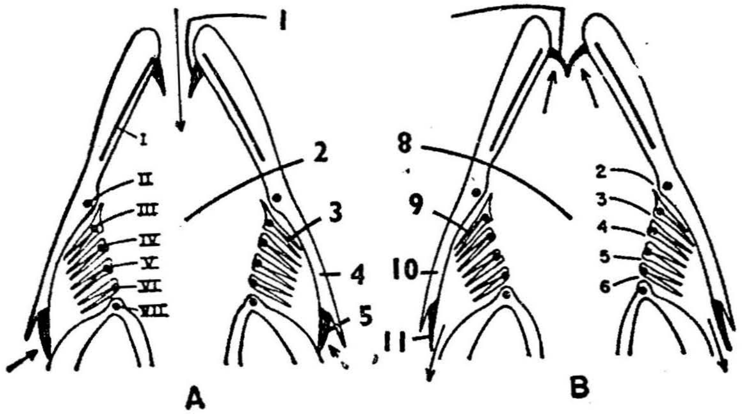
(inner ends) தொண்டைச் சட்டத்தினருகே அமையப் பெற்றிருந்தன. தொண்டைச்சட்டம், தொண்டைச்சுவரின் வளைவுக்கேற்ப வளைந்த அமைப்பினையுடையதாக இருந்தது. இந்நிலை செவுள் இலை தொண்டைச் சட்டத்தின் ஆர அமைப்பில் நீட்சியுற்றதாகக் காணப்பட்டது. இரண்டு செவுள் அறைகளுக்கிடைப்பட்ட இணைப்புத்திசு உறுதியான செவுள்களிடைத் தடுக்காக (intra-branchial septum) அமைகிறது. இத்தடுக்குகளின் ஊடே எலும்பு அல்லது குருத்தெலும்பாலாகிய செவுள் ஆர இழைகள் (gill rays) செவுள் சட்டத்தினின்றும் நீண்டு தடுக்கிற்கு உறுதியளிப்பதாக அமைந்திருக்கும். அடுத்தடுத்துள்ள செவுள் பைகளின் ஒன்றையொன்று ஒட்டிய சுவர்களினின்றும் தோன்றும் செவுள் இலைகள் ஒரு செவுளினை அல்லது முழுமைச் செவுளை உருவாக்கியது (holo-branch) ஒரு சுவரின் செவுள் இலைகள் சேர்ந்தாற் போன்று அரைச் செவுள் (demibranch) எனப்படும். இரண்டு அடுத்தடுத்துள்ள அரைச்செவுள்கள் ஒரு முழுமைச் செவுளினை உருவாக்கும். எல்லா அரைச் செவுள்களும் இணையாக அமைவதில்லை. முதல், கடைசி அரைச் செவுள் எப்போதும் தனித்தே காணப்படுகின்றன. செவுள் பிளவுகளின் அகப்புழைகள் செவுள்முட்களினால் (gill - rakees) பாதுகாக்கப்படுகின்றன. சிறப்படையா நிலையில் புறப்புழைகள் எவ்வித பாதுகாப்பும் அற்றதாகவே காணப்பட்டது.

செவுள்கள் மாற்றமுறும் வழிகள் (Lines of modification)

மீன்களில் செவுள்கள் மூன்று வழிகளில் மாற்றமுற்றன என்பது தெற்றெனத் தெரிவதாகவுள்ளது. முதலில் முதுகெலும்பிகள் குறைந்தது பன்னிரெண்டு செவுள் பிளவுகளையுடையனவாயிருந்தன. சுவாசச் செயல்திறனை மிகுதியாக்கச் செவுள் பைகளின் எண்ணிக்கை குறைக்கப்பட்டது. இவ்வெண்ணிக்கைக் குறைபே முதல் மாற்றம் எனலாம். செவுள்களின் எண்ணிக்கை ஒரு சில சுறா மீன்களைத் தவிர்த்து (ஹெக்சான்க்கஸ் (Hexanchus) ஹெப்டான்க்கஸ் (Heptanchus) என்பன மட்டும் ஐந்துக்கும் மேற்பட்ட செவுள் பிளவுகளை உடையன) எல்லாத் தாடைசூழ் வாயுடையமீன்களிலும் மூன்று முதல் ஏழுவரை என்பதாகக் குறைக்கப்பட்டது. நாற்கால் விலங்குகளில் செயல்படும் செவுள்களே அற்ற நிலை உருவாகியது. இவ்வாறு அழிந்த செவுள்களின் முடிவினைப்பற்றிப் பின்பு காண்போம்.

எஞ்சிய செயல்படும் நிலையிலுள்ள செவுள்கள் சிறப்படையா அமைப்பினை (சுறாமீன்களிலுள்ளது போன்று) பெற்றுள்ளன. பெரும்பான்மையான மீன்களில் செவுள்கள் பெருத்த மாற்றங்

களையும் அடைந்துதுள்ளன. அடுத்தபடியாகத் தோன்றும் மாற்றம் செவுள்களின் பாதுகாப்புக்கான செவுள் மூடியின் உருவாக்கமே. ஒரு சில மீன்களில் செவுள்மூடி சதைப் பற்றினதாகவும் ஏனைய எலும்பு மீன்களில் எலும்புத் தன்மையதாகவும் செவுள்மூடி அமை



படம் 13-19-264

எலும்புகளின் தொண்டைவழி முகப்புத் தோற்றம். செவுள்களின் அடிப்படை அமைப்பும், நீர்ச்சுழற்சியினை ஒழுங்குபடுத்தும் வால்வுகளின் அமைப்பு.

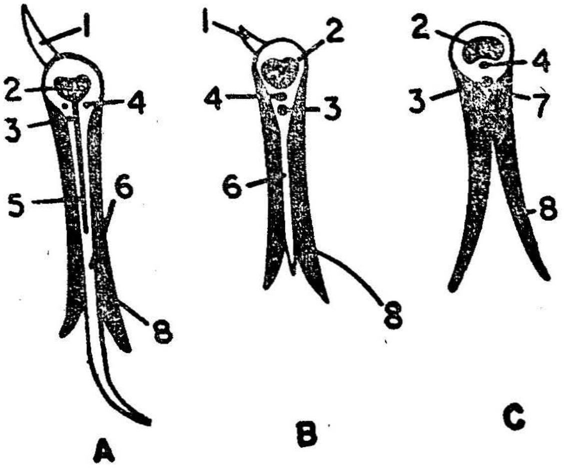
A-நீர் உட்புகும் நிலையினையும்; **B**-நீர் வெளியேறும் நிலையினையும் விளக்குகின்றன.

1. வாய்க்குழி வால்வு; 2. தொண்டை; 3. செவுள் இழைகள்; 4. செவுள் மூடி; 5. செவுள்மூடி படலம்; B--6. செவுள் அகப்புழைகள்; 7. வாய்க்குழி வால்வு; 8. தொண்டை; 9 செவுள் இழைகள்; 10 செவுள் மூடி; 11. செவுள் மூடி படலம். அம்புக்குறிகள் நீரின் போக்கினைக் காட்டுகின்றன.

வுற்றிருக்கும். செவுள்மூடி உருவாக்கத்தால் தனித்தனியான செவுள் புறப்புழைகள் நீக்கப்பட்டு எல்லாச் செவுள்களும். செவுள்மூடி அறையினுள் (opercular chamber) திறக்கின்றன. செவுள்மூடி அறை புற உலகோடு தனித்த பெருத்த திறப்பு வழியே தொடர்பு கொளகிறது.

மூன்றுவது பரிணமப் போக்கு செவுள்களிடைத் தடுக்கினை (intra branchial septa) குறைப்பதாம். இந்நிலை பரிணமிக்கும் போது செவுள் இலைகள் (gill lamellae செவுள் சட்டங்களோடு இணைந்த நிலையில் காணப்படும். இந்நிலையில் தனித்தனியான செவுள் அறைகள் (gill chamber) என்ற நிலைகள் மறைந்தமை கின்றன. ஒரே ஒருவகை எலும்பு மீன்களில் மட்டும் சயாமீஸ்

சண்டை போடும் மீன்கள் அல்லது பெட்டா (betta) செவுள் பகுதியில் செவுள் மேல் துணை அறை (supra branchial chamber) என்பது காணப்படுகிறது. செவுள் அறையின் முதுகுபக்கச் சுவரினின்றும் பிதுக்கமாக இது தோன்றுகிறது. இவ்வாறு



படம் 13-20-265

மீன்களில் செவுள் இடைத்தடுக்கின் பரிணாமம்.

A-தொன்மை நிலை—இலையமைப்புடையது. B-அரைச்செவுள்;

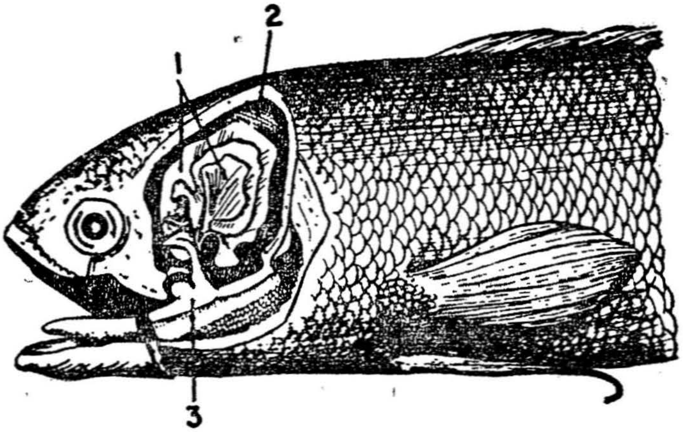
C-இழையமைப்பினையுடைய அரைச் செவுள்.

1. செவுள்முள்; 2. செவுள் வளைவு; 3. உட்செல் தமனி; 4. வெளிச்செல் தமனி; 5. செவுள் ஆரக்குச்சி; 6. செவுள் இடைத்தடுக்கு; 7. செவுள் இடைத் தடுக்கின் எச்சம்· 8. இழையமைப்பினையுடைய அரைச் செவுள்.

தோன்றும் செவுள் மேல் துணை அறையின் சுவர்கள் சிக்கல் நிறைந்த மடிப்புகளாக மாற்றமுற்றுத் துணைச்செவுள்களாகவும் செயல்படும். இதனைச் சிக்கல் உறுப்பு (labyrinth organ) என்பர். மூன்றாவது உள்ளுறுப்பு வளைவுகளினின்றும் நீட்சிகள் தோன்றி இதனைத் தாங்குவதாக அமைந்துள்ளது. இதில் தந்துகிச் செறிவு மிகுந்து காணப்படும். இதன் பணி காற்றுச் சுவாசத்தினை ஏதுவாக்குவதே. இவ் உறுப்புடைய மீன்கள் ஆக்சிஜன் பற்றாக்குறை ஏற்படும் நிலைகளில் காற்றினை விழுங்கும். இச்சிக்கல் உறுப்பு வழியாகச் சுவாசித்துப் காற்றுப் பற்றாக் குறையினைப் போக்கிக் கொள்ளும்.

செவுள்களினின்றும் தோன்றுவன (Gill derivatives)

பைக்குழிகள் : முந்தைய உணவு சேகரிக்கும் பணியினை விடுத்துச் சுவாசச் செயலைச் செவுள்வழி செய்விக்கத் தொண்டைப் பகுதி, மாற்றப்பட்டு ஒழுங்கமைப்பினைப் பெறும்போது பகுப் பமைப்பில் உள்ள பகுதிகள் குறைவுறும் என்பது தெளிவான



படம் 13-21-266

அனுபஃஸ் என்ற மீனின் செவுள் சிக்கலுறுப்பு

1. சிக்கலுறுப்பு; 2. செவுள் மேல் அறை; 3. தொண்டை வளைவு.

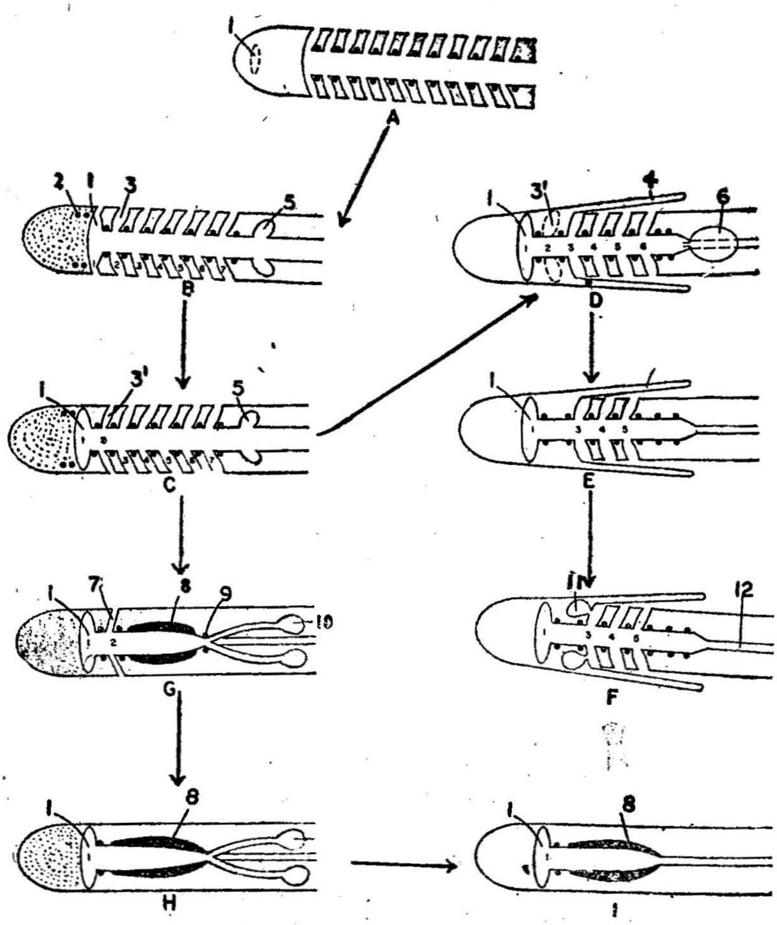
தொன்றே. தொண்டையின் முன்பின் பகுதிகளிலுள்ள பைகளும் சட்டகப் பகுதிகளும் மேற்கூறிய நிகழ்ச்சியில் மறைந்துள்ளன எனலாம். மேற்கூறிய மாற்றத்தில் பங்கு கொண்ட எல்லாப்பகுதி களும் மறைந்தன என்று கூறுவதற்கில்லை. ஓர் உறுப்பின் முதனிலைச் செயல் இழக்கப்பட்டு உறுப்பு வேறு செயலினை மேற்கொள்ளும் போதுகூட மிக அரிதாகவே பயனுள்ள துணையுறுப்புகளைச் சிக்கல் நிறைந்த முன்னமைப்பினுன்றும் தோற்றுவிக்காமல் அமைவதில்லை. தாடை சூழ் வாயுடைய மீன்களில் செயல்படும் கடைசிச் செவுள் பைக்குப் பின்னமைந்துள்ள ஓர் இணை செவுள்களின் புறப்புழைகள் மட்டும் (external gills) மூடப்பட்டு, செவுளின் ஏனைய பகுதி மாற்ற மடைந்து, காற்றுப் பையாக (air bladder) உருவாகின்றன அல்லது முற்றும் மறைகின்றன. தாடைசூழ் வாயுடையவைகளில் உள்ள ஏழு செவுள் பைகளில் முதலாவது இணை மறைகின்றது அல்லது வாய்க்குழியுடன் இணைக்கப்படுகிறது என்பர். வாய்க்குழி யுடன் இணைகிறது என்பதே ஏற்புடையதாம்.

இரண்டாவது செவுள்பை, மீன்களில் காற்றுப்புழை (air hole or spiracle) யாக மாற்றமடைகிறது அல்லது முற்றும் மறைகிறது. எலும்பு மீன்களில் இப் புழை முற்றும் இல்லை. ஆகவே அவற்றில்செயல் நிலையில் ஐந்து செவுள் பைகள் அல்லது நான்கு முழுமைச் செவுள்கள் (bolobranchs) உள்ளன. ஒரு சில எலும்பு மீன்களில் செயல்படும் செவுள் பைகளின் எண்ணிக்கை மேலும் குறைவுற்று மூன்று செவுள் பைகள் இரண்டு முழுமைச் செவுள்கள் என்று அமைந்துள்ளது. காற்றுப்புழையுடைய (Spiracle) மீன் முன்னோர்களினின்றும் பரிணமித்த நாற்கால் விலங்குகளில் இப் புழை பயனுடைய நடுச்செவிக் குழியாகவும் (middle ear cavity) யூஸ்டேசியன் குழாயாகவும் மாற்றமுற்றுள்ளது. யூஸ்டேசியன் குழாய் நடுச்செவிக் குழியினைத் தொண்டையுடன் தொடர்புடையதாக்குகிறது. ஒரு சில நாற்கால் விலங்குகளில், இரண்டாவது செவுள் பையினின்றும் உருவாகும் மேற்கூறப்பட்ட பகுதிகள் மறைந்தோ அல்லது இழக்கப்பட்ட நிலையிலோ உள்ளன. இவ்வுயிரிகள், காற்றுல் கடத்தப்படும் ஒலி அலைகளை உணரும் தன்மையையிழந்து செவிட்டு நிலையுடையன எனக் கருதப்படுகிறது. இவ் விலங்குகளின் இப் பகுதி வளர்ச்சி குன்றிக் கேடுற்றன என்றே கொள்ளப்படுகிறது.

நிலவாழ்வினை நாற்கால் விலங்குகள் மேற்கொள்ளும்போது தொண்டைப்பகுதி உறுப்புகளின் செயல் இரண்டாவது மாறு கட்டத்தினைக் (crisis) கடந்தது எனலாம். தோலும் வாய்க்குழிப் பரப்படுக்கும் நுரையீரல்களும், சுவாசித்தலை முதனிலைச் செயலாகக் கொண்டமையால் தொண்டைச் செவுள்கள் தேவையற்றனவாயின. இப் புதிய சூழலில் செவுள் பையின் பரப்பு செவுள் தசைகள் (branchial muscles) தமனி வளை குழல்கள் (aortic arches) சட்டக வளைவுகள் (skeletal arches) புதிய செயல்களை உடைனவாயின. ஆனால் தொண்டைப் பைக் குழிகள் (pharyngeal pouch cavities) புதிய பணியினை மேற்கொள்ளாமல் முற்றும் மறைந்தன. மூன்றாவது பையிலிருந்து ஏழாவது பை வரை எல்லாம் மறைந்தன. நாற்கால் விலங்குகளின் கருவளர்ச்சியில் மீண்டும்பெறல் (recapitualate)' என்ற அடிப்படையில் இத் தொண்டைப் பைகள் காணப்படுகின்றன. ஊர்வனவற்றின் கருக்களில் ஐந்து இணைப்பைகளும், பாலூட்டிகள் பறவைகளின் கருக்களில் நான்கு இணைப்பைகளும் உள்ளன.

பைப்புழைகள் (Pouch Slits)

மீன்களில் தொண்டை இரண்டாவது பரிணமப் படி நிலையில் மாற்றமடையும்போது செவுள்களின் அகப் புறப்புழைகள் செவுள்



படம் 13-22-267

முதுகெலும்பிகளின் தொண்டைப் பைக் குழிகளின் குலவளர்ச்சி.
A-தாடையற்றவை; **B**-பிளாக்கோடெர்ம்கள்; **C**-கொயனிக்தியன்கள்; **D**-பல ஆக்டினுப்டீரன்கள்; **E**-சிறப்புற்ற ஆக்டினுப்டீரன்கள்; **F**.மிகச்சிறப்புற்ற ஆக்டினுப்டீரன்கள்; **G**. பெரும்பான்மையான நாற்கால் விலங்குகள்; **H**-சிசீலியன்கள் மற்றும் பெரும்பான்மையான சலமாண்டர்கள்; **I**-சிறப்புற்ற சலமாண்டர்கள்.

1. வாய்; 2. உதட்டுக் குருத்தெலும்பு; 3. காற்றுப்புழை(**spiracle**)யின் முன்னமைப்புக் குழி; 3. காற்றுப்புழை; 4. செவுள் மூடி; 5. காற்றுப்பை; 6. மிதவைப்பை; 7. காற்றுப்புழைக் குழி; 8 குரல்வளை நாக்குச் சட்டகம்; 9. குரல்வளை வளையம்; 10. நுரையீரல்; 11. செவுள் மேலறை; 12. உணவுக்குழல்.

பைகள் அமைந்த பகுதிகளிலேயே, காற்றுப்பையும் அதனின்று தோன்றும் உறுப்புகளையும் தவிர்த்துக் காணப்படுகின்றன. காற்றுப் பை உருவாக்கத்தில் பங்கு கொள்ளும் செவுள் பைகளின் புறப் புழைகள் மறைவது தெரிந்ததே. உணவுக்குழாயுடன் தொடர் பற்ற காற்றுப் பையுடைய எலும்பு மீன்களில் அகப்புழையும் மறைகிறது. எல்லா நாற்கால் விலங்குகளிலும், காற்றுப் பையினை உருவாக்கும் செவுள் பையின் அகப்புழைகள் இரண்டும் ஒன்றி ஒரே புழையாக மாற்றமுற்று குரல்வளைத் துளை யாகி (glottis) யுள்ளது. நாற்கால் விலங்குகளின் பரிணுமத்தில் பங்கு கொள்ளாச் சிறப்புடைய மீன்களில் இரண்டாவது செவுள் பையும் அதனுடைய அகப் புறப் புழைகளும் மறைந்தன. இவ்வகை மீன்களில் முதல் செவுள் பையின் புறப்புழை வாயின் திறப்பில் ஒரு பகுதியாகவும் அகப்புழை தெளிவுறு வாய்க்குழி உறுப்பாலும் அமைந்துள்ளது. ஆனல் ஏனைய செவுள் பைகள் தங்களின் அகப் புறப்புழைகளுடன் மறைந்தன.

நாற்கால் விலங்குகளில் இரண்டாவது செவுள் பையின் புறப் புழை பெரும்பாலும் செவிப்பறையினுல் (tympanic membrane) மூடுற்றும், மற்றும் சிலவற்றில் தசையாலோ அல்லது எலும்பினுலோ மூடுற்றும் அமையும். ஒருசில விலங்குகளில் அகப் புழை மூடிய நிலையினை யடையும். இவ் விலங்குகள் முற்றும் செவிட்டுத் தன்மையன எனலாம். சலமாண்டர்கள், பாம்புகள், ஒருசில பல்லிகள், ஒரு சில அன்யூரன்களில் இவ்வமைப்புக் காணப் படுகிறது. இவற்றில் நடுச்செவிக் குழியும் (middle ear cavity) யூஸ்டேசியன் குழாயும் முற்றும் இல்லை. இரு வாழ்விகளின் லார்வாக்களில் பல செவுள்கள் உள்ளன. இவை சுவாசப் பணியினை உடையனவாயிருந்த போதும் வளர்ச்சியுற்ற உயிரிகளில் ஏனைய நாற்கால் விலங்குகளிலுள்ளது போன்ற செவுள்களற்ற நிலை காணப்படுகிறது. இனப்பெருக்க நிலைகளில் சலமாண்டர்கள் செவுள்களையும் செவுள் பிளவுகளையும் உடைய தன்மையை கரு உறுப்புத் தோற்றமைப்பு அல்லது இனம்பெருக்கும் லார்வா (paedomorphic) என்பர். இவற்றில் லார்வா நிலை முற்றும் மறைந்து வளர்ச்சியுற்ற தன்மை உருவாவதற்கு முன்பே இனம் பெருக்கும் பண்பை அடைதலே கருஉறுப்புத் தோன்றமைப்பு என்பர். இவ்வமைப்பினையுடை [illegible]வை நாற்கால் விலங்குகளின் ப[illegible]ணுமத்தில் [illegible] இடை நிலையினைத் தவருகக் குறிப்பனவாம். மீன்களிலுள்ள நிலையினை ஒத்த அமைப்பு எல்லா நாற்கால் விலங்கு களிலும் தெளிவாக அல்லது சந்தேகத்திற்கிடமின்றி அமைந்

துள்ளது என்பது எல்லோராலும் ஒப்புக்கொள்ளப்பட்ட தொன்றே. ஆகவே சலமாண்டர்களில் காணப்படும் அமைப்பு குழிவுப் பரிணும (convergent evolution) செயல்பாடே. மேலும் கருஉறுப்புத் தோற்றமைப்பினை (paedomorphic) உடைய சலமாண்டர்கள் அனைத்தும் நிலத்தில் வாழும் வளர்ச்சியுற்ற இனம் பெருக்கும் தன்மையுடைய முன்னோர்களினின்றே பரிணமித்தன என்பது தெளிவான அடிப்படையில் ஒப்புக் கொள்ளப்படுகிறது.

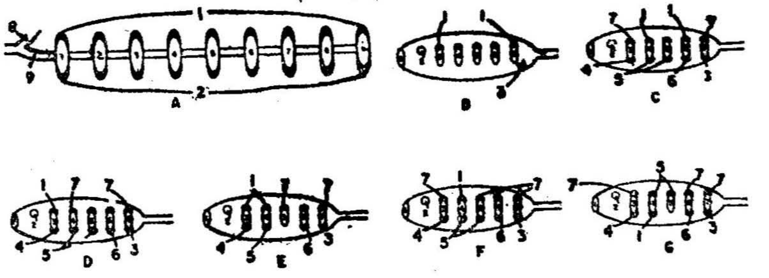
செவுள் பைச்சுவர் (Pouch wall)

செவுள் பைகளின் சுவர் திறம்பட சுவாச உறுப்பாகச் செயல் பட மிகுதியான குருதிச் செறிவுடையதாக (vascularised) இருந்த போதும் சுவாசச் செயல் மறைந்தவுடன் வேறு பணியினை ஏற்கும் தன்மையதாகிறது. செவுள் பைகளின் சுவர்கள் சுரப்பிகளாக மாற்றமுற நாற்கால் விலங்குகள் தோன்றுவதற்கு முன்பே துவங்கின என ஐயமின்றிக் கூறலாம்.

ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் உள்ள செவுள் பைகளின் முதுகு பக்கமாகத் தனித்த பகுதிகள் ஒன்றுவதாலேயே தைமஸ் சுரப்பி (Thymus gland) உருப்பெறுகிறது. ஆனல் முதுகெலும்பிகளில் இது உருப்பெறும் செவுள் பைகளின் எண்ணிக்கை வரையறுக்கப் பட்டுள்ளது. வட்ட வாயுடையவைகளில் எல்லாச் செவுள் பைகளும், தைமஸ் சுரப்பித் திசுவினை உருவாக்குகின்றன. தாடை சூழ் வாயுடையவைகளில் நான்கு இணைப்பைகளே சுரப்பித் திசுவினைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இருவாழ்விகளில் மூன்று இணைப்பைகளும், கருச்சவ்விகளில் (amniotes) இரண்டு இணைப்பைகளும் தைமஸ் சுரப்பித் திசுவினை உண்டுபண்ணுகின்றன. பாலூட்டிகளில் காணப்படும் இரண்டு செவுள் பைகளில் ஒன்றுகூட தைமஸ் சுரப்பித் திசுவினை உருவாக்கவில்லை என்று சொல்லலாம். பாலூட்டிகளின் செவுள் பைகளின் வயிற்றுப் பக்க தனித்த பகுதி களினின்றும் சுரப்பித் திசு உருவாக்கம் அடைவதாகக் கூறுவர். எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும் தைமஸ் சுரப்பி காணப்பட்ட போதும் அதன் தெளிவான செயல் என்னவென்று வரையறுத்துக் கூற முடியவில்லை. எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும் இது காணப்படு வதால் இன்றியமையாததொன்று என்று எல்லோராலும் கருதப் படுகிறது. இதற்குப் பல செயல்கள் உண்டு என்று கூறுவாருமுண்டு. அவ்வாறு கூறச் சான்றுகளேது மில்லை. இனப்பெருக்கு முதிர்ச்சியினை (sexual maturation) இனம்வளர் நிலைகளில் குன்றச்

செய்யும் தன்மையது என்பர். இதனை உறுதி செய்யும் பொருட்டு இச் சுரப்பி பெருத்த அமைப்பினை இளம் உயிரிகளிலும் முதிர்ந்த உயிரிகளில் சிறுத்தோ அல்லது முற்றும் மறைந்த நிலையிலோ காணப்படுகிறது. இந்த நிலையினை உறுதி செய்வதற்கு ஏற்ற ஆய்வுச் சான்றுகள் (experimental evidence) இல்லை என்றே கூற வேண்டும். இச் சுரப்பி நிணநீர்மைத் தன்மையது. இது உடலுக்கு எதிர்பொருள்களை உருவாக்கும் தன்மையது என்றும் கூறுவர்.

செவுள் பைச் சுவர்களினின்றும் தோன்றும் இரண்டாவது தொகுதியினைச் சாருவது டான்சில்கள் (Tonsils). இத் தொகுதியில் முதன்முதலில் தோன்றியது இருவாழ்விகளில் காணப்பட்டது. இவ் வுயிரிகளில் இது வாய்க்குழிக் கூரையின் பின்பக்கத்தில் காணப்



படம் 13-23-268

வேறுபட்ட முதுகெலும்பிகளில் செவுள் பைச் சுவரினின்றும் தோன்றும் சுரப்பிகள்

A-வட்டவாயுடையவை; B-குருத்தெலும்பு மீன்கள்; C-சலமாண்டர்கள் D-அன்யூரன்கள்; E-பல்லி; F-பறவை; G-பாலூட்டிகள்.

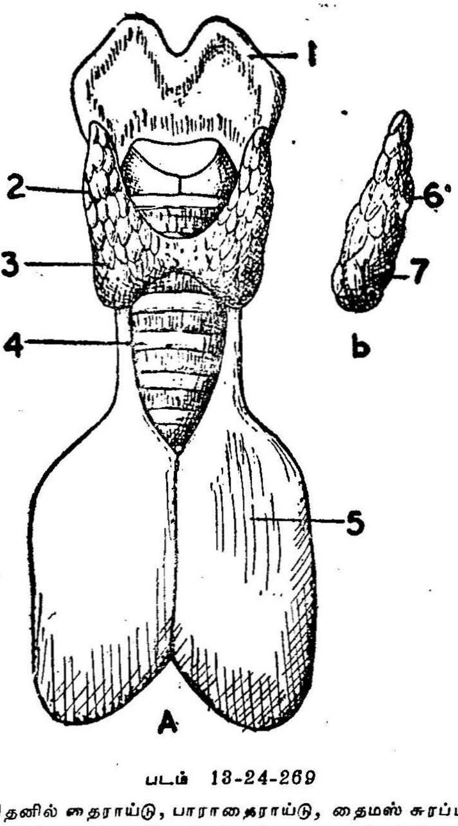
1. தைமஸ்; 2. பரப்படுக்கு கார்பசல்கள்; 3. செவுள் பின் உறுப்பு; 4. கரோடிட்; 5. பாராதைராய்டு; 6. தமனிச் சுரப்பி; 7. டான்சில்கள்.

படுகிறது. இவற்றினைத் தொண்டை டான்சில்கள் (pharyngeal tonsils) என்பர். இவையே கருச்சவ்விகளிலும் காணப்படுகின்றன. மனிதனில் டான்சில்கள் அடினாய்டுகள் (adenoids) எனப்படும். பாலூட்டிகளின் மென்மை அண்ணத்தின் (Soft palate) பின்முனையிலமைந்துள்ள அண்ண டான்சில்களும் (palatine tonsils) நாக்கின் அடிப்பகுதியிலுள்ள நாக்கு டான்சில் களும் (lingual tonsils) தொண்டை டான்சில்களினின்றும் தோன்றியவைகளே. தொண்டைச் செவுள் பைச் சுவர்களினின்று அண்ண டான்சில்கள் மட்டும் உருவாவதாக ஐயமின்றிக் கூறலாம். ஆகவே இதனை உண்மையான டான்சில்கள் (true tonsils) என்று கூறுவாரும் உண்டு. இவை நிணநீர்மத் திசுவால் ஆனவை.

அதனால் இவை நிணநீர்ச் செயலின எனப்படும். இந்த அமைப்பினையும், செயலினையும் உடையதால் இவற்றினை வேண்டப்படாத நிலையில் ஏனைய நிணநீர் முண்டுகளை அகற்றுவது போன்று எளிதில் அகற்றிவிடலாம். செவுள் பைகளின் சுவரினின்றும் ஏனைய சுரப்பிகள் வயிற்றுப் பக்கத் தனித்த பகுதிகளினின்றும் உருவாக்கம் பெறுகின்றன. வட்ட வாயுடையவைகளில் வயிற்றுப் பக்கமாகச் சுவர்களினின்று தனித்த பகுதிகள், பரப்படுக்கு கார்ப்பசல்களாக (epithelial corpuscles) உருப்பெறுகின்றன. தாடைசூழ் வாயுடைய மீன்களில் பரப்படுக்கு கார்ப்பசல்கள், செவுள் பின் உறுப்புகளைத் (post branchial bodies) தவிர்த்து மறைந்து விடுகின்றன. ஆனால் சிறப்படையா மீன்களில் அவை இருந்தன என்பது நாற்கால் விலங்குகளில் தைராய்டு பக்கச் சுரப்பிகள் (parathyroid) கரோட்டிட் சுரப்பிகள் (carotid glands) அமைந்துள்ளமையால் தெளிவாகிறது. தைராய்டு பக்கச் சுரப்பிகள் அல்லது பாராதைராய்டு சுரப்பிகள் எல்லா நாற்கால் விலங்குகளிலும் உள்ளன. மூன்றாவது நான்காவது இணைச் செவுள் பைச்சுவர்களின் முதுகுபக்கத் தனித்த பகுதியாகப் பாலூட்டிகளிலும் வயிற்றுப் பக்கத்தனித்த பகுதியாக ஏனையவற்றிலும் சிறப்புற்ற வளர்நீட்சியாக உருப்பெறுகின்றன; பாரா தைராய்டு சுரப்பிகள். ஆகவே இச் சுரப்பிகள் ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் இரண்டு அல்லது மூன்று தனித்த பகுதிகளாக உள்ளன. பாலூட்டிகளில் தைராய்டு சுரப்பிகளில் பாரா தைராய்டு சுரப்பி பொதிந்தமைந்த நிலையிலும், தைராய்டு சுரப்பிகளுக்கு அருகே அமைந்த நிலையில் ஊர்வனவற்றிலும் பறவைகளிலும் இருவாழ்விகளில் கழுத்துப் பகுதியின் பல இடங்களிலும் காணப்படுகின்றன. குருதியில் சுண்ண, பாஸ்பரஸ் அளவினை பாரா தைராய்டு சுரப்பிகள் ஹார்மோன்களைச் சுரந்து நிர்ணயிப்பதால், அவை வாழ்வுக்கு இன்றியமையாதன. பாலூட்டிகளில் இச் சுரப்பியினை அகற்றினால் இறப்பு சில நாள்களில் நிகழ்கிறது. இதே அடிப்படையில் ஏனைய நாற்கால் விலங்குகளில் இச்சுரப்பி இன்றியமையாததா என்பது தெரியவில்லை. மீன்களில் இவை இன்மையால் குருதியில் சுண்ண பாஸ்பரஸ் அளவினை நிர்ணயிக்கும் வேறு செயல்முறை அமைந்திருக்கும் என்றும் இச் செயல் படிப்படியாகப் பல்வேறு நாற்கால் விலங்குகளில் பரிணாம முறையில் மாற்றப்பட்டு பாராதைராய்டுகளுக்கே உரியதாகப் பாலூட்டிகளில் அமைந்தது எனலாம்.

எல்லா நாற்கால் விலங்குகளிலும் கரோட்டிட் சுரப்பிகள்(carotid glands) உள்ளன. இவை குருதியில் உள்ள ஆக்ஸிஜனின் அளவினைக் காண்பதாகச் செயல்படுகிறது. குருதியிலுள்ள கரியமில வாயுவின் செறிவினை உணரும் தன்மையுடைய மூளையின் செயலிடங்களுடன்

சேர்ந்து கரோட்டிட் சுரப்பி செயல்படுகிறது. ஆக்ஸிஜனின் அளவு குறைந்தாலோ அல்லது கரியமில வாயுவின் அளவு மிகுந்தாலோ் இயக்குத் தூண்டல் வழி சுவாசித்தலை அதிகரிக்கச் செய்து ஆக்ஸிஜனை மிகுதியாக ஏற்று ஒழுங்கமைக்கிறதுகரோட்டிட் சுரப்பி. இச் செயலன்றி கரோட்டிட் உறுப்பு மண்டையோட்டில் செல்லும் குருதியின் வேறுபடும் குருதி அழுத்தத்தினை (blood pressure) உணரும் தன்மையது.



படம் 13-24-269

மனிதனில் தைராய்டு, பாராதைராய்டு, தைமஸ் சுரப்பிகள்

A—வயிற்றுப் பக்கத் தோற்றம்; b—முதுகுபக்கத் தோற்றம்.

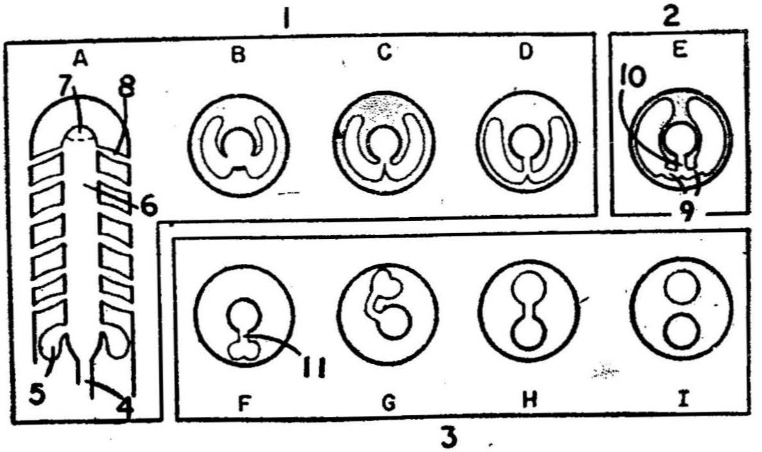
1. தைராய்டு குருத்தெலும்பு; 2 தைராய்டு சுரப்பி; 3. குறுகிய இணைப்பு; 4. மூச்சுக்குழல் வளையம்; 5. தைமஸ் சுரப்பி; 6. முன்பாரா தைராய்டு; 7. பின் பாரா தைராய்டு.

பாலூட்டிகளில் காணப்படும் மற்றுமொரு பகுதி தமனி உறுப்பு (aortic body) என்பதாம். இதுவும் கரோட்டிட் உறுப்பின்

செயலை ஒத்தது எனலாம். இதுவும் தொண்டைச் செவுள் பையி னின்றும் பரிணமித்ததே.

தைராய்டு சுரப்பி (Thyroid gland)

தொண்டை, செவுள்பைச் சுவர், செவுள் புழை போன்றவை களிலிருந்து தோன்றிய சுரப்பிகள் பற்றியெல்லாம் அறிந்தோம்.



படம் 13-25-270

முதுகெலும்பிகளில் நுரையீரல், மிதவைப் பைகளின் பரிணமம். கருதுகோளமைப்பினைப் படம் விளக்குகிறது.

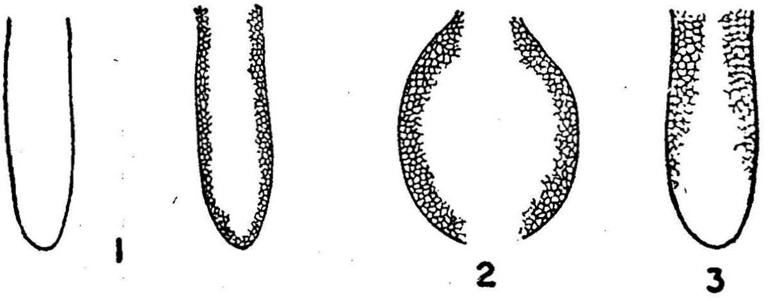
A—முகப்பு வெட்டுத் தோற்றம்; **B-I** காற்றுப்பை அல்லது அதனின்று தோன்றினவற்றின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றங்கள்; **B-D**-காற்றுப்பை (**air bladder**) முழுமையடைவதின் படிநிலைகள்; **E**-காற்றுப் பை நுரையீரலாக மாற்ற முறல்;\ **F-I.** காற்றுப்பை மிதவைப் பையாக மாற்றமடைதல்.

1. காற்றுப்பை; 2. நுரையீரல்; 3. மிதவைப் பை; 4. உணவுக்குழல்; 5. காற்றுப்பை; 6. தொண்டை; 7. வாய்; 8. காற்றுப்புழை; 9. கிளை மூச்சுக் குழல்; 10. மூச்சுக்குழல்; 11. காற்றுப்பைக் குழாய்.

ஆனால் தைராய்டு சுரப்பி தொண்டையின் மேற்கூறிய பகுதிகளி லிருந்து தோன்றியதன்று. முதல் முதுகுதண்டுடையவைகளில் எண்டோஸ்டைல் என்ற பகுதியினின்றும் தைராய்டு சுரப்பி உருவாக்கம் அடைகிறது. முதுகெலும்பிகளின் தொண்டையின் வயிற்றுபக்கப் புறப்பிதுக்கத்தினின்றும் தோன்றுகிறது தைராய்டு. இப் புறப் பிதுக்கம் முதல் முதுகுதண்டுடையவைகளில் எண்டோஸ் டைல் அமையுமிடத்தினை ஒத்தது எனலாம். பரிணமத்தில் மேலும் சுரக்கும் திசு இவ்வாறு உருவாகிய முன்னமைப்புடன் இணைக்கப் பட்டிருக்கிறது. இச் சுரப்பி உணவு மண்டலத்துடன் நெருங்கிய

செயல், தொடர்புடைய தன்மை உடையது அன்று. இது சுரக்கும் தைராக்சின் என்ற ஹார்மோன், உணவு மண்டலச் செரிநீர்களால் பாதிக்கப்படாதது.

இச் சுரப்பி தைராக்சின் என்ற ஹார்மோன் வழியே செயல்படு கிறது எனலாம். இது எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும் வளர்சிதை



படம் 13-25(a)-271

பல முதுகெலும்பிகளில் நுரையீரலின் வெட்டுத் தோற்ற அமைப்பு

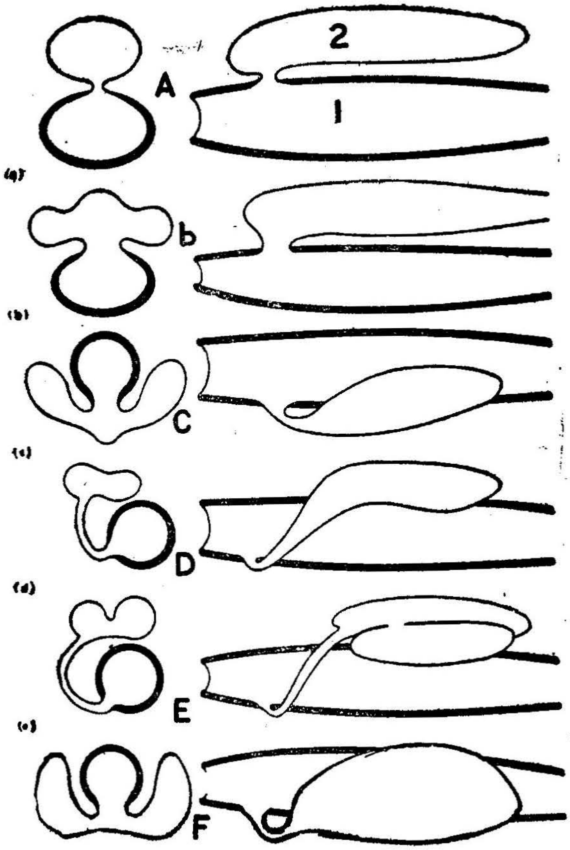
1. சலமாண்டர்; 2. அன்யூரன்; 3. பாம்பு.

மாற்றத்தை ஒழுங்கமைப்பதாகும். இருவாழ்விகளின் உருமாற் றத்தின் போதும், இருவாழ்விகளின் ஊர்வன ஆகியவற்றில் தோலு ரித்தல் என்ற செயலிலும் முக்கிய பணிபுரிவது இந்த தைராய்டு சுரப்பியே.

காற்றுப்பையும் அதனின்று தோன்றுவனவும் (Air bladder and its derivatives)

முந்தைய வரலாறு : பிளாக்கோடெர்ம்களிலேயே (placo derms) காற்றுப்பைகள் இருந்தன எனக் கருதப்படுகிறது. பல சான்றுகளும் காற்றுப்பை கடைசி இணைச் செவுள் பைகளினின்றும் தோன்றின என்பதை உறுதிப்படுத்துகின்றன. எட்டாவது, ஒன்ப தாவது, பத்தாவது செவுள் பைகள், இச் செயலில் ஈடுபட்டிருக் கலாம். செவுள்கள் திறம்படச் சுவாச உறுப்பாகச் செயல்படத் துவங்கியவுடன் அவற்றின் எண்ணிக்கை குறைக்கப்பட்டது. இவ்வாறு குறைவுற்றவை கடைசியில் அமைந்த செவுள்பைகளாம். இப்பைகள் காற்றினைச் சேமிப்பனவாகச் செயல்பட்டன எனலாம். இச்சேமிப்புப் பைகளே பின் சுவாசித்தலில் துணை புரிவனவாகவோ அல்லது மிதவை உறுப்பாகவோ மாற்றமுற்றிருக்கலாம். பிளாக்

கோடெர்ம்கள் நன்னீரில் வாழத் துவங்கியவுடன் மிதவை உறுப் பாக மாறின என்பதே பொருத்தமுடையது.



படம் 13-26-272

மிதவைப் பையின் குலவளர்ச்சி. குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றங்களும் நீள் வெட்டுத் தோற்றங்களும் காட்டப்பட்டுள்ளன.

A-வாயுடைய பை நிலை, **B**-ஹாலாஸ்டியன் அமைப்பு; **C**-பாலிப்டீரஸ் அமைப்பு; **D**-நியோசெரடோடஸ்; **E**-புரோடாப்டீரஸ்; **F**-இருவாழ்விகள்.

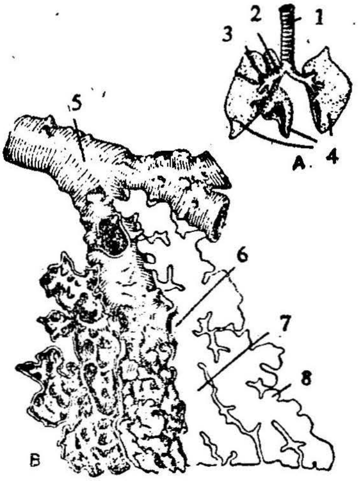
1. உணவுப் பாதை; 2. மிதவைப் பை.

வெவ்வேறு விலங்கின வகைகளில் காற்றுப்பை மூன்று வேறு பட்ட நிலைகளை மாற்றமுற்று அடைந்தன. அவையாவன:

1. கொயனிக்தியன்களிலும் (choanicthyans) சில எலும்பு மீன்

களிலும் முற்றும் மறைந்தன. 2. பெரும்பான்மையான ஆல்ட்டியிக்தியன்களில் மிதவைப் பையாக (swim bladder) மாறின. 3. கொயனிக்தியன்களிலும் அதனின்று தோன்றிய நாற்கால் விலங்குகளிலும் சிறப்புற்று நுரையீரல்களாக மாற்றமடைந்தன.

உண்மையான மிதவைப் பையின் பண்புகளாவன: 1. இணையாக அமைந்த அறைகள் ஒன்றுடன் ஒன்று முதுகுபக்கமாக ஒன்றி ஒரே அறையாக அமைதல். 2. குடலுடன் உள்ள தொடர்பினை இழந்திருத்தல் அல்லது தொடர்பிருக்குமாஞல் அது முதுகுபக்கத்திற்கு இடப்பெயர்ச்சி உற்றிருத்தல். 3. நுரையீரல் தமனியோ சிரையோ அற்ற நிலையினையுடையதாயிருத்தல். 4. ஒப்பு அடர்த்தியினை (specific gravity) மாற்றும் செயலினையுடையதாயிருத்தல்.



படம் 13-27-273

பாலூட்டிகளின் நுரையீரலின் அமைப்பு

A-எலியின் நுரையீரலும் மூச்சுக்குழலும; **B**-நுண் கதுப்பு ஒன்று பெரிதாக்கப் பட்டுள்ளது.

1. மூச்சுக் குழல்; 2. முதனிலைக் கிளை மூச்சுக்குழல் 3. இரண்டாம் நிலை கிளை மூச்சுக்குழல்; 4. நுண்கதுப்புகள்; 5. நுண்கிளை மூச்சுக்குழல்; 6. நுண்ணறைக் குழாய்; 7. நுண்ணறைப் பை; 8. நுண்ணறை.

உண்மையான நுரையீரல்களின் பண்புகளாவன: 1. இணையாக அமைந்த அறைகள் ஒன்றுடன் ஒன்று ஒன்றுதலின்றித் தனித்தேயிருத்தல். 2. குடலுடன் உள்ள தொடர் வயிற்றுப்பக்கத்திற்கு மாறி அமைதல். 3. இணையான நுரையீரல் தமனியும் சிரையும் உடை

யனவாயிருத்தல். 4. ஒவ்வொரு பையிலும் உட்பிளவுகள் வழி சிக்கலமைப்பு உருவாதல். 5. காற்றுச்·சுவாசச் செயலினை உடைய தாயிருத்தல்.

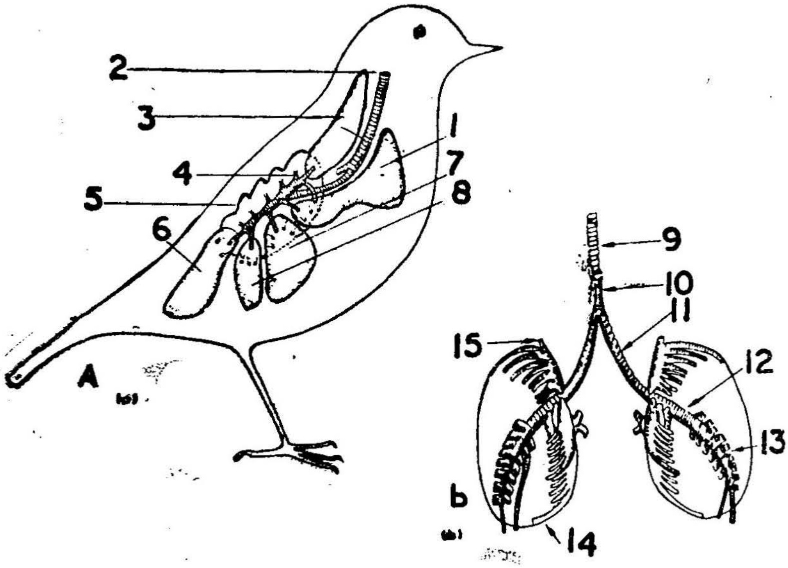
சிறப்படையா வாழும் மீன்களில் காற்றுப்பை, நுரையீரல் இவைகளுக்கிடைப்பட்ட நிலைகள் காணப்படுகின்றன. இடைப் பட்ட இந் நிலைகள், காற்றுப்பையும் நுரையீரல்களும் பொதுவான ஓர் பகுதியினின்றே தோன்றின என்பதை உறுதிப்படுத்துகின்றன.

நுரையீரல்களின் அமைப்பு (Lung structure)

சிறப்படையா நிலையில் நுரையீரல்கள் எளிய அமைப்பினை யுடைய சுவர்களேயே பெற்றிருந்தன. குறுகிய மூச்சுக்குழல் குரல் வளைத் துளையினின்றும் துவங்கிப் பின்னேக்கி நீண்டு இரண்டு கிளை மூச்சுக் குழல்களாகிய (branchi) நுரையீரல்களை அடைந்தன. நுரை யீரலின் சிறப்புற்ற பகுதிகள் நீண்ட பரிணமச் செயலினுல் உருவாக்கம் பெற்றன. ஊர்வனவற்றில் மூச்சுக்குழலும் கிளை மூச்சுக்குழலும் ஓரளவு நீண்டுள்ளன. நுரையீரலின் சுவர் பைக ளமைப்புள்ளது. இப் பைகள் ஆழமான தன்மையுடையன. மேலும் ஒரு நடுக்குழாய் இப்பைகளைச் சென்றடைகின்றது. பாலூட்டி களில் நடுக்குழாய் தனக்கெனத் தனித்த சுவரினைப் பெற்றுள்ளது. இக்குழாய் பன்முறை கிளைத்து காற்று நுண்ணறைகளில்(alveoloi) முடிவுறுகின்றன. இந் நுண்ணறைகளில் காற்று மாற்ற நிகழ்ச்சிகள் நடைபெறுகின்றன. இந்த நுண்ணறைகள் ஒருபுறம் மட்டும் திறப்பனவாகவும் மறுபுறம் மூடிய நிலையிலும் உள்ளமையால் ஒவ்வொரு முறையும் வெளிச்சுவாசம் (exhalation) நிகழும்போது இவ்வறைகளிலுள்ள காற்று புறத்தே தள்ளப்படுவதில்லை. இவற்றில் செயலற்ற காற்று (inert air) அமைகிறது என்பதும் தெளிவு.

பறவைகளில் செயல்திறன் மிக்க நுரையீல் அமைப்புக் காணப் படுகிறது. காற்று நுண்ணறைகள் மிகவும் நுண்ணிதான காற்றுத் தந்துகிகளாக (air capillaries) மாற்றமுற்றுள்ளன. இத்தந்துகிகளில் காற்று மாற்றம் நிகழ்கிறது. இத்தந்துகிகள் பிறைவடிவ அமைப்பில், உருவத்தால் பெருத்த மூன்றும்நிலைக் கிளைமூச்சுக்குழல் களின் நீள் அச்சினை அடுத்து அமைந்திருக்கும். இம் மூன்றும்நிலை கிளை மூச்சுக்குழல்கள், கிளைமூச்சுக்குழல்களினின்றும் கிளைப்பதாகும். ஒவ்வொரு காற்றுத் தந்துகியின் இரு முனைகளும் மூன்றும் நிலைக் கிளை மூச்சுக்குழலுடன் தொடர்புற்று, மேற்கூறப்பட்ட அமைப்பில் காணப்படும். இரு முனையிலும் திறந்த அமைப்புள்ளமையால் சற்றுக் காற்று தந்துகிக்குழாயின் பரப்புடன் முற்றும் தொடர்பு கொண்டு சுழற்சியுறுகிறது. ஒவ்வொரு மூச்சிழுப்பின்போது காற்று

முற்றும் மாற்றமுறுகிறது எனக் கூறமுடியாது ஏனெனில், காற்றினை காற்றுத் தந்துகிகள் வழியாக அழுக்கத்துடன் செலுத்த ஏற்ற அமைப்பு இல்லை. ஆகவே காற்றுத் தந்துகிகளில் ஏற்ற காற்று அழுத்தம் (gaseous tension) ஐயமின்றி ஊடுபரவல் (diffusion) வழிதான் உருவாக்கப்படுகிறது. ஆகவே ஊடுபரவல் நிகழ்ச்சி



படம் 13-28-274

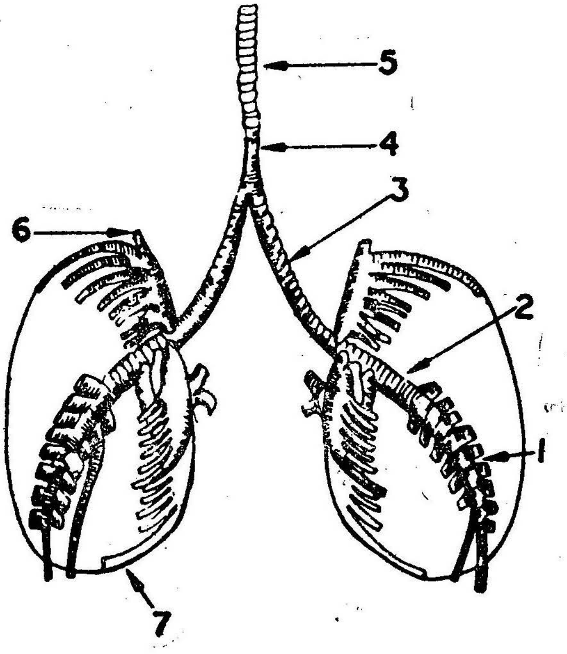
பறவையில், நுரையீரலும், காற்றுவழியும்.

A—பறவைகள் பெருமளவு காற்றினைத் தங்களது காற்றுப்பைகளில் கொண்டுள்ளன. இக் காற்றுவழிகள் அவைகளின் சட்டகப் பகுதிகளில் மிகுதியாக அமைந்துள்ளன. இக்காற்று, பறவைகள் உடலின் எடையையும் ஒப்பு அடர்த்தியையும் குறைக்கப் பயனுறுவதோடு சுவாசச்செயலுக்கும் பயன்படுகிறது.

1. கிளாவிக்கிளிடை காற்றுப் பை; 2. மூச்சுக்குழல்; 3. கழுத்து காற்றுப் பை; 4. முதனிலை கிளை மூச்சுக்குழல்; 5 நுரையீரல்; 6. வயிற்றறைக் காற்றுப்பை; 7. முன் மார்பு காற்றுப் பை; 8. பின் மார்பு காற்றுப் பை; b. முதனிலை இரண்டாம் நிலை கிளை மூச்சுக்குழல்கள், காற்றுப் பைகளை இணைக்கும் குழாய்களாகச் செயல்படுகின்றன. மேற் கூறப்பட்டவை மூன்றும் நிலை கிளை மூச்சுக் குழல்களுடனும் தொடர்பு கொள்கின்றன. இம்மூன்றும்நிலை கிளை மூச்சுக்குழல்களில்தான் சுவாசித்தல் நடைபெறுகிறது. 9. மூச்சுக் குழல்; 10. சிரீங்க்ஸ்; 11. வலது முதனிலைக் கிளை மூச்சுக்குழல்; 12. முதுகுபக்க நான்கு தொகுதி முன் இரண்டாம் நிலை கிளைமூச்சுக்குழல்; 13. முதுகு பக்க வயிற்றுப்பக்க இரண்டாம் நிலை கிளை மூச்சுக்குழல் (பின் தொகுதியினைச் சார்ந்தவை) 14. இடது நுரையீரலின் புறப்பகுதி; 15. முதுகுப்பக்க முன் இரண்டாம் நிலைக் கிளை மூச்சுக்குழல் 1ன் முடிவு. இது கழுத்துக் காற்றுப்பையில் முடிவுறுகிறது.

விரைவாகச்செயல்பட்டால்தான் காற்றுத்தந்துகிகளிலுள்ள காற்று முழுமையும் மாற்றமடையும் என்பது தெளிவு. பறவைகளின்

நுரையீரல் செயலாக்கம் மிக்க அமைப்பினை யுடையதாக அமைக்கப் பெற்றிருந்தும் செயல்திறன் மிக்கதாக மூன்றும்நிலைக் கிளைமூச்சுக் குழல்வரைதான் செயல்படுகிறது. காற்றுத் தந்துகிகளில் இச் செயல்திறன் பாலூட்டிகளின் காற்று நுண்ணறையிலுள்ள திறனை ஒத்ததே எனலாம். பறவைகளின் நுரையீரல் செயல்திறன் 25



படம் 13-29-275

பறவையின் நுரையீரலும் காற்று வழியும்.

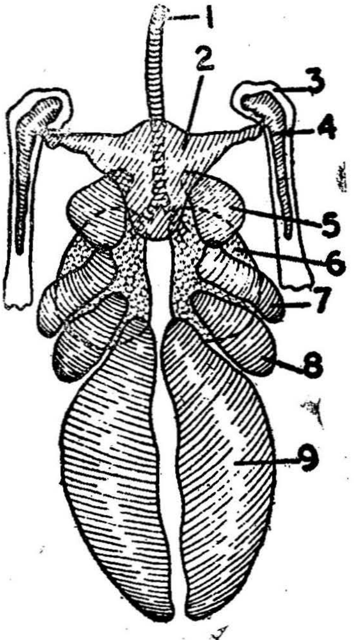
முதனிலை, இரண்டாம் நிலைக் கிளை மூச்சுக் குழல்கள், காற்றுப்பைகளையும் மூன்றும்நிலை கிளைமூச்சுக்குழல்களையும் இணைக்கின்றன. மூன்றும்நிலை கிளைமூச்சுக் குழல்களில் தான் சுவாச செயல் நடைபெறுகின்றது.

1. முதுகுப்பக்க வயிற்றுப்பக்க 16 இரண்டாம் நிலை கிளை மூச்சுக்குழல்கள் (பின்தொகுதியினைச் சார்ந்தவை); 2. முதுகுபக்க நான்கு தொகுதி முன் இரண்டாம் நிலை கிளைமூச்சுக்குழல்; 3. வலது கிளை மூச்சுக்குழல்; 4. சிரிங்க்ஸ் 5. மூச்சுக்குழல்; 6. முதுகுபக்க முன் இரண்டாம்நிலை கிளை மூச்சுக் குழல் 1ன் முடிவு. இது கழுத்துக் காற்றுப்பையில் முடிவுறுகிறது. 7. இடது நுரையீரலின் புற விளிம்பு.

விழுக்காடு என்றும், பாலூட்டிகளில் 10 விழுக்காடு என்றும் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது.

பறவையில் நுரையீரலைச் சூழ்ந்து ஐந்து இணைக் காற்றுப் பைகள் உள்ளன. ஹுயூமரஸ், ஸ்டேர்னம், கோரக்காய்டு, ஸ்காப்புலா

போன்ற எலும்புகளிலுள்ள காற்று வெளிகளுடன் ஒன்றிரண்டு காற்றுப்பைகள் தொடர்புடையன. வளர்ச்சியுற்ற பறவையில் நுரையீரலின் அளவு மாற்றமடைவதேயில்லை. ஏனைய முதுகெலும்பி



A

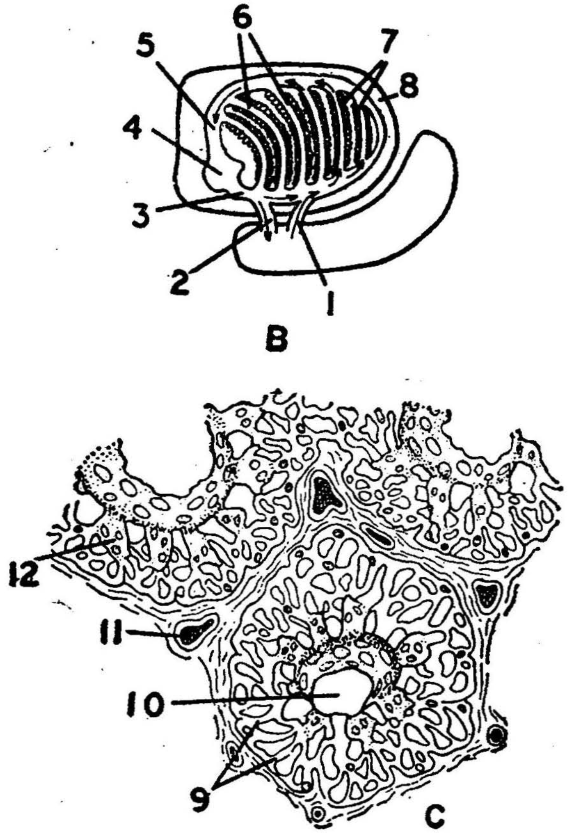
படம் 13-30(a)—276

பறவைகளின் நுரையீரலும் காற்றுப்பைகளும்

A-காற்றுப்பைகள், நுரையீரல்களின் வயிற்றுப் பக்கத் தோற்றம். 1. மூச்சுக் குழல்; 2. கிளாவிக்கிள் இடை காற்றுப்பை; 3. ஹியூமரஸ்; 4. ஹியூமரஸ் எலும்பின் காற்றுப்பையின் நீட்சி; 5. கழுத்துக் காற்றுப்பை; 6. நுரையீரல்; 7. முன் மார்பு காற்றுப்பை; 8. பின் மார்பு காற்றுப்பை; 9. வயிற்றறைக் காற்றுப்பை.

களிலோ, காற்று மாற்ற நிகழ்ச்சியினைப் பொறுத்து நுரையீரலின் அளவு வேறுபடும். பறவைகளில் காற்று மாற்ற நிகழ்ச்சியினை அடிப்படையாகக் கொண்டு அளவில் பெருத்தும் குறைவதும் காற்றுப் பைகளே. இவ்வாறு அவை செயல்படும்போது காற்று காற்றுத் தந்துகிகளின் வழியே உட்சுவாசம், வெளிச்சுவாசம் என்ற இரு நிலைகளிலும் விசையுடன் செலுத்தப்படுகிறது. மூச்சுக் குழல் இரண்டாகக் கிளைத்து, முதனிலைக் கிளை மூச்சுக்குழல்களாகின்றன. இவை ஒவ்வொன்றும் ஒரு நுரையீரலைச் சென்றடைகின்றன. இவை ஒவ்வொன்றும் மீண்டும் இரண்டாகக் கிளைக்

கின்றன. இவை முறையே உட்செல் கிளை மூச்சுக்குழல் (afferent branchi) என்றும், மூன்றும்நிலை கிளைமூச்சுக்குழல் (carabronchi) என்றும் அழைக்கப்படும். கிளைமூச்சுக் குழல் வழியாக உட்செல் கிளை மூச்சுக்குழல் காற்றுப் பையினையடைகிறது.மூன்றும்நிலை கிளைக் மூச்சுக்குழல்கள் மேலும் பன்முறை கிளைத்துக் காற்றுத் தந்துகிக



படம் 13-30(b)-277

பறவைகளின் நுரையீரலும் காற்றுப்பைகளும்.

B-நுரையீரல்களும், காற்றுப்பைகளும் வெட்டுத் தோற்றத்தில்

1. திரும்பு கிளை மூச்சுக்குழல்; 2 காற்றுப்பையின் கிளைமூச்சுக் குழல்; 3. வெளிச்செல் கிளைமூச்சுக்குழல்; 4. முதனிலை கிளை மூச்சுக்குழல்; 5. வெளிச் செல் கிளைமூச்சுக்குழல்; 6. மூன்றும்நிலை கிளைமூச்சுக் குழல்; 7. காற்று நுண் குழாய்கள் 8. நுரையீரல்; C. மூன்றும்நிலை கிளை மூச்சுக்குழலினைச் சூழ்ந்துள்ள பகுதியின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம். 9. காற்று நுண்குழாய்கள்—குருதி வெளிகளையிடையீடு உடையன. 10. மூன்றும் நிலை கிளை மூச்சுக்குழல்; 11. பெருத்த குருதிக் குழாய்; 12. முன்னறைகள்.

ளாகின்றன. காற்றுத் தந்துகியின் மறுமுனை ஒன்றிணைந்து வெளிச்செல் கிளை மூச்சுக்குழல்களாகின்றன (afferent bronchi). இவ் வெளிச் செல் கிளைமூச்சுக் குழல்களே முதனிலைக் கிளைமூச்சுக்குழல்களுடன் இணைகின்றன. பெரும்பான்மையான காற்றுப் பைகளில் காற்று புறத்தே செல்லத் தனித்த கிளை மூச்சுக்குழல்கள் காணப் படும். இவ் வழிகள் திரும்பு கிளை மூச்சுக்குழல்கள் (recurrent bronchi) எனப்படும். இவை உட்செல் கிளை மூச்சுக்குழல்களுடனோ அல்லது மூன்றும்நிலைக் கிளைமூச்சுக்குழல்களுடனோ இணைந்திருக்கும். உட்சுவாசத்தின்போது (inhalation) பெரும்பான்மையான காற்று முதனிலை, கிளை மூச்சுக் குழல் வழியாக உட்செல் கிளை மூச்சுக்குழலினை அடைந்து காற்றுப்பைக் கிளைமூச்சுக்குழலினையும் தாண்டிக் காற்றுப்பையினை யடையும். ஓரளவு காற்று மூன்றும்நிலைக் கிளை மூச்சுக்குழல்வழிக் காற்றுத் தந்துகிகளையும் அடையும். வெளிச் சுவாசத்தின்போது காற்று, காற்றுப்பைகளைவிட்டுத் திரும்புகிளை மூச்சுக்குழல் (recurrent bronchi) அமைவுற்றிருக்குமானால், அதன் வழியாக மூன்றும் நிலைக்கிளை மூச்சுக்குழலையடைந்து காற்றுத்தந்துகிகளில் காற்று மாற்ற நிகழ்ச்சியில் ஈடுபட்டு வெளிச்செல் கிளை மூச்சுக்குழல், முதனிலைக் கிளை மூச்சுகுழல் வழியாக வெளியே செல்லும். காற்று செல்லும் பாதை நேரானதாகவும் எளிதானதாகவும் காணப்படுகிறது. இப்பாதையில் காற்று சுழற்சியுற வால்வுகள் தேவை. அவ் வால்வுகள் உள்ளனவா என்பது இன்னும் தெளிவாகப் புரியவில்லை.

இரண்டு முதனிலைக் கிளை மூச்சுக்குழல்களும் பிரிவுறும் இடத்தில் பறவையினத்திற்கே சிறப்பான சிரிங்க்ஸ் (Syrinx) என்ற ஒலிப்பெட்டி காணப்படுகிறது. இதற்கு உறுப்பொத்தது வேறெந்த முதுகெலும்பியிலும் இல்லை.

சுவாசச் செயலியக்கம் (Breathing machine)

மீன்களில் சிக்கல் நிறைந்த செவுள்பகுதித் தசைகள் நீரினைச் செவுள்களினூடே சுழலச் செய்கின்றன. நிலத்தில் வாழப் புதிய தகவமைப்புத் தேவைப்பட்டது. ஏனெனில் நுரையீரலே முக்கிய சுவாச உறுப்பாகப் பயன்பட்டமையால் அதனை இயக்க ஏற்ற அமைப்பு புதியதாக உருவாக்கப்பட வேண்டியிருந்தது. நில வாழ்வினை ஏற்றவுடன் செயல்படக்கூடிய அமைப்பு ஏதுமின்மையாலும் புதிய அமைப்பு பல படிநிலைகளிலேயே உருவாக்க வேண்டிய அவசியமிருந்தமையாலும், ஒவ்வொரு படிநிலையும் முந்தையபடிநிலையோடு தொடர்புடையதா யிருந்தமையாலும், இவ் வமைப்பு மெதுவாகவே உருப்பெற்றது எனலாம். மற்றெந்த முதுகெலும்பிகளிலும், அமையாத செயல் திறனுடைய செயலியக்க

அமைப்பு பாலூட்டிகளிலும் பறவைகளிலும் செயல்படுகிறது. இருவாழ்விகள், வாய்க்குழித் தொண்டைப் பகுதியின் அசைவினால் சுவாச இயக்கத்தினை நிகழ்த்துகிறது. வாய்க்குழி தொண்டைப் பகுதி மிகுதியான அளவு குருதிச் செறிவு உடையதானபடியால் காற்றினை நுரையீரல்களுக்குச் செலுத்தி, சுவாசித்தலை நீண்ட நேரத்திற்குச் செயல்படுத்தாமலே, இருவாழ்வி வாய்க்குழித் தொண்டை சுவாசத்தில் வாழலாம். நுரையீரல் அற்ற ஒருவகை சலமாண்டர்கள் இம் முறையிலேயே முற்றும் சுவாசிக்கின்றன. ஒருவகை அன்யூரன்கள் முற்றும் தோல் சுவாசத்தினையே சார்ந்திருக்கின்றன. இவ் வகை அன்யூரன்கள் முற்றும் நீரில் வாழ்வன. தொண்டைப் பகுதியில் நீர் ஏற்றும் முறையில் செயல்படும் தசைகளின் செயலியக்கம் நுரையீரல் சுவாசத்திற்குப் பயனற்றது. ஏனெனில் இத் தசைகள் தொண்டைப் பகுதியின்பால் காணப்படுகின்றன. ஆனால் நுரையீரல்களோ தொண்டைக்குப் பின்னமைந்துள்ளன. விலா எலும்புகளை அசைக்கும் தசைச்செயல், அதுவரை உருவாகவில்லை. ஆகவே நிலத்தில் வாழ முற்பட்டவுடன் வாய்க்குழித் தொண்டை சுவாசம் ஒரு தாற்காலிக ஏற்பாடே. ஏற்ற சுவாசச் செயலியக்கம் தோன்றியவுடன் இது மறையுமென்பதே. மேலும் இச் சுவாசச் செயல் முறை பெரிதும் செயல்திறன் குன்றியது எனலாம். இவ் வழிச் சுவாசிக்கும், உயிரிகள், உண்ணுதலையும், சுவாசித்தலையும் சேர்ந்த நிலையில் செயல்படுத்த முடியாது.

ஊர்வனவற்றில் வாய்க்குழித் தொண்டை சுவாசமுறைக்குத் துணையான அமைப்பில் நுரையீரல்களைச் சுவாச செயலுக்கு ஈடுபடுத்த விலா எலும்புகளை அசைக்கும் தசைகள் செயல்பட்டன. ஆமைகளில் அசையும் விலா எலும்புகளின்மையால், சுவாசித்தல் சிறப்புற்ற அச்சுக் கீழ்த்தசைகள் அமைந்துள்ள உடற்குழிப் படலங்கள் சுருங்குவதால் நடைபெறுகிறது.

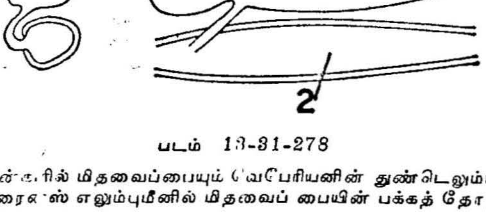
பறவைகளும் ஏறக்குறைய ஆமைகள் போன்றே சுவாசிக்கின்றன. சிறப்புற்ற அச்சுக் கீழ்த்தசைகள் சுருக்கமடைவதால் சுவாசித்தல் நிகழ்கின்றது. இத் தசைகள் சுருங்கி விரிவதால் உள்ளுறுப்புக் காற்றுப் பைகள் பெருத்தும் சிறுத்தும் சுவாசிக்கப்பயன்படுகின்றன.

பாலூட்டிகளில் சுவாசச் செயலியக்கம், விலா எலும்பிடைத் தசைகள் (intercostal muscles) உதரவிதானம் (diapharagm) வயிற்றுத் தசைகள் என்பனவற்றில் உருவாகிறது. உதரவிதானமும் விலா எலும்பிடைப் புறத்தசையும் (external intercostal muscles) சுருக்கமடையும்போது புளூரல்குழி (Pleural cavity) பெருக்கமடைகிறது. இந் நிலையில் காற்று உள்ளிழுக்கப்படுகிறது. இத் தசைகள்

விரிவுற்றுத் தன்னிலையடையும்போது காற்று வெளியே தள்ளப்படு கிறது. இவ்வாறு காற்று வெளித்தள்ளல், புற அக அழுத்தச் சமன நிலை வரையே நடைபெறுகிறது. இச் சமன நிலையையும் கடந்த நிலையில் காற்று, வயிற்றுத் தசைகள் (abdominal muscles) சுருக்க மடைவதால், விசையுடன் வெளியே தள்ளப்படுகிறது. ஆகவே பாலூட்டிகளில், சுவாசித்தல் சமனநிலைக்குக் கீழேயும் அதனைக் கடந்த நிலையிலும் நிகழ வாய்ப்புண்டு. இதே அமைப்பு ஏனைய நாற்கால் விலங்குகளிலும் வேறுபட்ட செயலியக்கத்தால் நிகழ் கிறது எனலாம்.

மிதவைப் பை (Swim bladder)

பிளாக்கோடெர்ம்கள் (Placoderms), கொயனிக்தியன்கள் (choanicthyans), காண்டிராஸ்டியன்கள் (chondrosteans) ஹாலாஸ் டியன்கள் (holosteans) ஆகியவற்றில் மிதவை, சுவாசித்தல் என்ற இரு வேறுபட்ட செயல்களைப் புரிந்த சிறப்படையாக் காற்றுப்பை (air-bladder) எலும்பு மீன்களில் முற்றும் சிறப்புற்று மிதவைப் பையாக மாற்றமுற்றது அல்லது முற்றும் மறைந்தது எனலாம். கடலில் மட்டும் காணப்படும் காண்டிரக்தியன்களில் (chondricthyans) மிதவைப் பை தேவையற்றதாகையால் மறைவுற்றது. ஏனெனில் ஒப்புச் செறிவு மிகுந்த கடல்நீரே மீன்களுக்கு மிதவைச் செயலில் துணைபுரிகிறது எனலாம். கடலில் வாழும் பல எலும்பு மீன்களும், தேவையற்ற தன்மையால் காற்றுப் பைகளை இழந்தன எனலாம். நன்னீரில் வாழும் மீன்களில் நீரின் அடர்த்தி குறை வானதால் அதனை ஈடு செய்யவும் தங்கள் உடலின் ஒப்பு அடர்த்தி யினைக் குறைத்துக் கொள்ளவும் மிதவைப் பை காணப்படுகிறது.



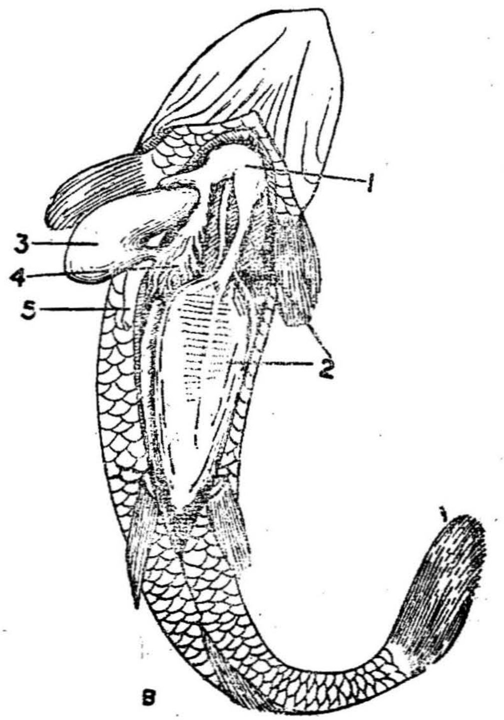
படம் 13-31-278

எலும்பு மீன்களில் மிதவைப்பையும் வெபேரியனின் துண்டெலும்புகளும், எரித்திரைனஸ் எலும்புமீனில் மிதவைப் பையின் பக்கத் தோற்றம்.

1. மிதவைப்பை; 2. உணவுக்குழல்.

முன்பே குறிப்பிட்டது போன்று மிதவைப்பை (Swim bladder) நுரையீரல் என்ற இரு அமைப்புகளுக்கும் இடைப்பட்ட அமைப்பு

ஒருசில மீன்களில் காணப்படுகின்றது. இவை மிதவைப் பையாக வும், நுரையீரல்களாகவும் திறம்படச் செயல்படத் தகவமைப்பினைப் பெற்றுள்ளன. இருசுவாசி (Dipnoans) மீன்களிலும் பாலிப்டீரஸ் (polypterus) மீனிலும், மிதவைப்பை குடலோடு மூச்சுக்குழல் போன்ற பொதுவான குழாயினுல் வயிற்றுப்பக்கத்தின் மத்தியில்



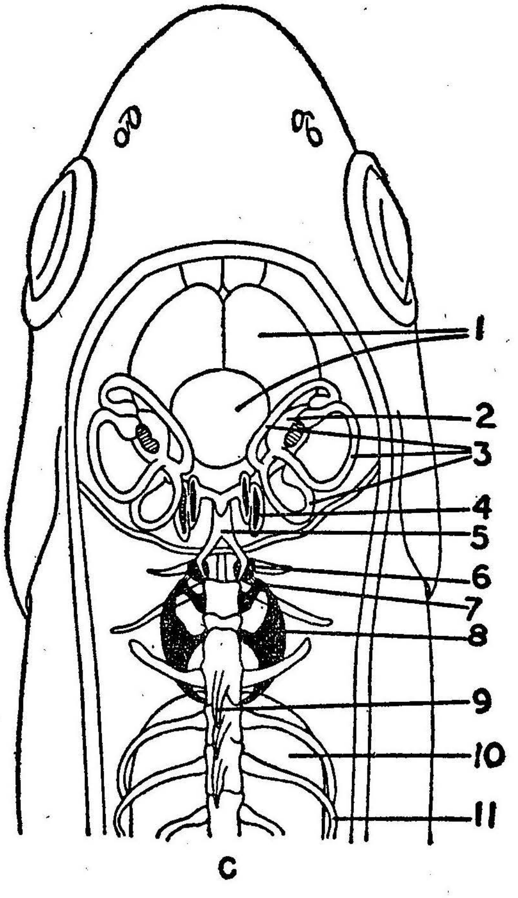
படம் 13-32-279

எரித்திரைனஸ் எலும்புமீனில், மிதவைப்பையும் அதனுடன் தொடர்புடைய ஏனைய உறுப்புகளும் வயிற்றுப் பக்கத் தோற்றத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன.

1. தொண்டை; 2. மிதவைப்பை; 3. இரைப்பை; 4. பைலோரிக் பிதுக்க நீட்சிகள்; 5. குடல்.

இணைக்கப்பட்டுள்ளது. அகப்பகுதியில் மிதவைப் பை பல உட் பிரிவுகளையுடையது. ஒருசில இருசுவாசி மீன்களிலும் பாலிப்டீரஸ் சிலும் (polypterus)இணையான கிளைமூச்சுக்குழல் போன்ற அமைப்பு உள்ளது. ஆனுல் நியோசெரடோடஸ் (Neoceratodus) என்ற இரு சுவாசி மீனில் ஒரே குழாய் குடலினின்றும் மிதவைப் பையினைச் சென்றடைகிறது. இக் குழாய் தனித்திருந்த போதும் இணையான

தோற்றத்தை நினைவுறுத்துவதாக உள்ளது எனலாம். ஒரு எலும்பு மீனில் மட்டும் மிதவைப்பை குடலோடு பக்கநிலையில் (lateral) குழாய்வழி இணைப்புற்றிருக்கிறது. இவ் வகை இணைப்பு சிறப் படையாக் காற்றுப்பைகளின் (primitive air bladder) இணைப்பு



படம் 13-33-280

முதுகுபக்கத் தோற்றத்தில் வேபேரியனின் துண்டெலும்புகளும் (முழுவதும் கருமையானவை) மற்றத் தொடர்புடைய உறுப்புகளும்

1. மூளை; 2. யூட்ரிக்குலஸ்; 3. அரை வட்டக் குழாய்கள்; 4. லாகீனு; 5. சூழ்நிணநீர்க் குழாய்; 6. பொய் அங்கவடித் துண்டெலும்பு; 7. பொய்ப்பட்டறை எலும்பு; 8. பொய்ச் சுத்தி எலும்பு; 9. நியூரல் முள்; 10. மிதவைப்பை; 11. விலா எலும்பு.

நிலைக்கும் மிதவைப் பைகளின் இணைப்பு நிலைக்கும் இடைப்பட்ட தொன்றும். ஒருசில மீன்களில் மிதவைப் பை குடலோடு உள்ள தொடர்பினை இழந்த நிலையில் காணப்படுகிறது. இதனை மூடிய பைநிலை (physoclistous) என்பர்.

குடலோடு இணைப்புடைய மிதவைப்பையினையுடைய மீன்களில் பைகள் மிதவைச் செயலுக்குத் துணைபுரிகின்றன. இச் செயலில் மீன்கள் நீரின் பரப்பினை அடைந்து விரைவாகக் காற்றினை வாயின் வழி உள்ளிழுத்து மிதவைப் பையினை நிரப்பி மிதவைத் தன்மையை அடைகின்றன. தேவையற்ற நேரங்களில், மிதவைப்பை தசைச் சுருக்கத்தால் அழுத்தமுற்றுக் காற்றினை வெளியேற்றி மீன்கள் நீரினுள் மூழ்குகின்றன. இவ்வாறு குடலோடு இணைப்புடைய மிதவைப் பையினையுடையவை வாயுடைய பைநிலை (phystostomous)என்பர். மூடிய பையுடைய(physoclistous) மீன்களில் சிவப்பு உறுப்பு அல்லது சிவப்புச் சுரப்பி (red gland) என்பது காணப்படுகிறது. இவ்வுறுப்பே செயல் வேகத்துடன் மிகுதியான வாயுக்களை மிதவைப் பையினுள் சுரந்து ஒப்பு அடர்த்தி மாற்றத்தில் துணை புரிகின்றன. காற்றுப் பையில் வாயுக்கள் தேவையற்ற நிலையில் காற்றுப் பையினைச் சூழ்ந்துள்ள திசுவிலுள்ள குருதி மிகுதியான வாயுக்களை உறிஞ்சி வெளியேற்றுகிறது.

படம் 13-34-281

மிதவைப்பையில் சிவப்புச் சுரப்பி

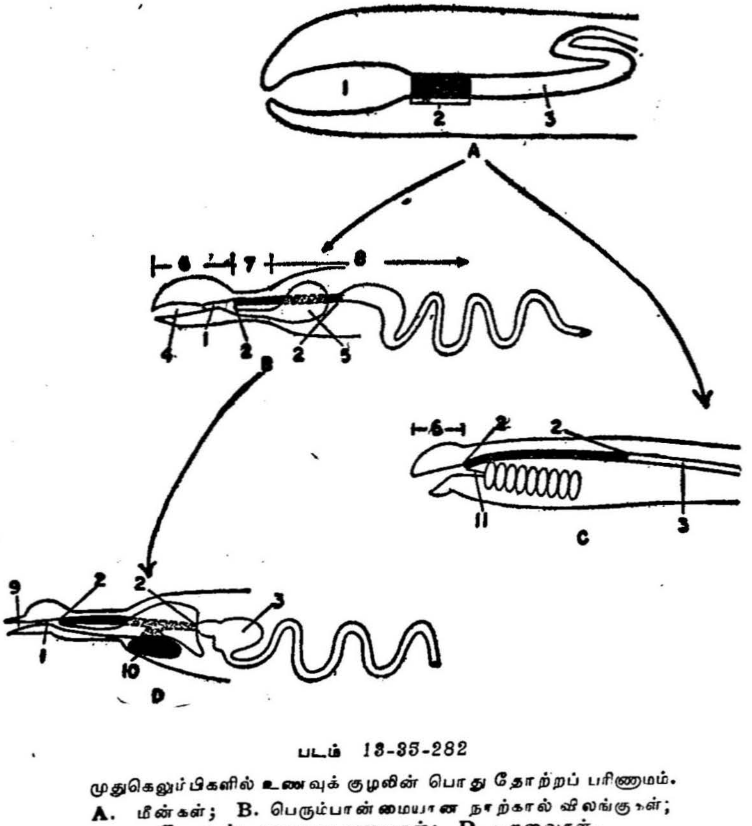
1. மிதவைப்பை-முதுகு பக்கத்திலிருந்து அறுவை செய்தது; 2. சிவப்புச் சுரப்பி.

ஒரு சில மீன்களில் மிதவைப் பைகள் இரண்டாம் நிலைப் பணியாக ஒலியெழுப்பவும் பயன்படுகின்றன. பையின் சுவர்ப் படலத்தின் மீது தசைகள் சுருக்க

மடைவதால் ஒலி உருவாகிறது. இவ்வதிர்வுகள் (vibration) இனத்திற்கு இனம் வேறுபடுவதாக உள்ளது. மற்றும் சில மீன்களில் மிதவைப்பை ஒலி அலைகளைக் கடத்தும் பணியினைச் செய்கின்றது. அகச்செவிக்கு வேபேரியனின் சிற்றெலும்புகள் வழி ஒலி அலைகள் கடத்தப்படுகின்றன. இவ்வெலும்புகள் முன்னமைந்துள்ள சில முள்ளெலும்புகளினின்றும் (vertebrae) மாறியமைந்தனவாம்.

உணவுக்குழல் (Oesophagus)

மீன்களிலும், இருவாழ்விகளிலும், உணவுக் குழல் குட்டை



படம் 13-35-282

முதுகெலும்பிகளில் உணவுக் குழலின் பொது தோற்றப் பரிணமம்.

A. மீன்கள்; **B.** பெரும்பான்மையான நாற்கால் விலங்குகள்;
C. வட்ட வாயுடையவைகள்; **D.** பறவைகள்.

1. தொண்டை; 2. உணவுக் குழல்; 3 இரைப்பைக் குடல்: 4. வாய்க்குழி; 5. நுரையீரல்; 6. தலை; 7. கழுத்து 8. நடுவுடல் 9 வாய்க்குழி; 10. கொள்பை; 11, சுவாசக் குழாய்.

யானதாகவும், கருச்சவ்விகளில் (amniotes) நீண்டும் காணப்படு கிறது. புதியதாக உருவாக்கம் பெற்றுள்ள நுரையீரல்களைக் கடப்பதற்காகவும், நிலத்தில் வாழ்வதற்கென ஏற்பட்ட கழுத்துப் பகுதியினைக் கடப்பதற்காகவும்தான் உணவுக்குழல் கருச்சவ்வி களில் நீண்டுள்ளது எனலாம். வட்ட வாயுடைய லாம்ப்ரேக் களில் (lamprey) தொண்டையானது உணவுப்பாதையினின்றும் தனித்த பின்பு நீண்ட உணவுக் குழலையுடையதாக அமைந் துள்ளது. கருச்சவ்விகளைப் போன்ற இவ்வமைப்பு இணைப்போக்கு நிலையினை (Parallelism) குறிக்குமே தவிர பொதுத் தோற்றத்தை (common origin) குறிக்காது என்பதைக் கருத்தில் கொள்ளுதல் வேண்டும்.

துவக்க நிலையில் உணவுக்குழல் பெரும்பாலும் இயங்கு தசை களாலேயே (involuntary muscle) அமைக்கப்பட்டதாயிருந்திருக்கும். ஆனால் பின்தோன்றிய விலங்குகளில் படிப்படியாக இப்பகுதியில் இயக்கு தசைகள் அமைய ஆரம்பித்து, ஓரளவு இயக்க அமைப்பினை யடைந்தது எனலாம். பெரும்பாலும் இவ் வியக்க அமைப்பு உணவுக்குழல் மேல்முனைப்பகுதிவரைதான் காணப்படுகிறது. ஆனால் அசைபோடும் விலங்கினங்களில் இயக்கு தசைகள் இரைப்பையிலும் உள்ளன.

பறவைகளின் உணவினைச் சேமிப்பதற்கெனத் தனித்த கொள் ளை (crop) ஒன்று உருவாக்கம் பெற்றுள்ளது. இவ்வமைப்பினால் பறவைகள் விரைவாக உணவினை உண்ண வாய்ப்பேற்படுகிறது.

இரைப்பை (Stomach)

இரைப்பை துவக்க நிலையில் உணவு சேகரிப்பிடமாகவே செயல்பட்டது. பின்பு மீன்களிலும் நாற்கால் விலங்குகளிலும் உணவினைச் செரிக்கச் செய்யும் செயலினையும் மேற்கொண்டது. எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும் குடலினின்றும் இரைப்பையினைப் பைலோரஸ் (pylores) என்ற சுருக்குத் தசை பிரிக்கிறது. இதனை யொத்த பாகுபாடு உணவுக்குழலுக்கும் இரைப்பைக்குமிடையே இல்லை.

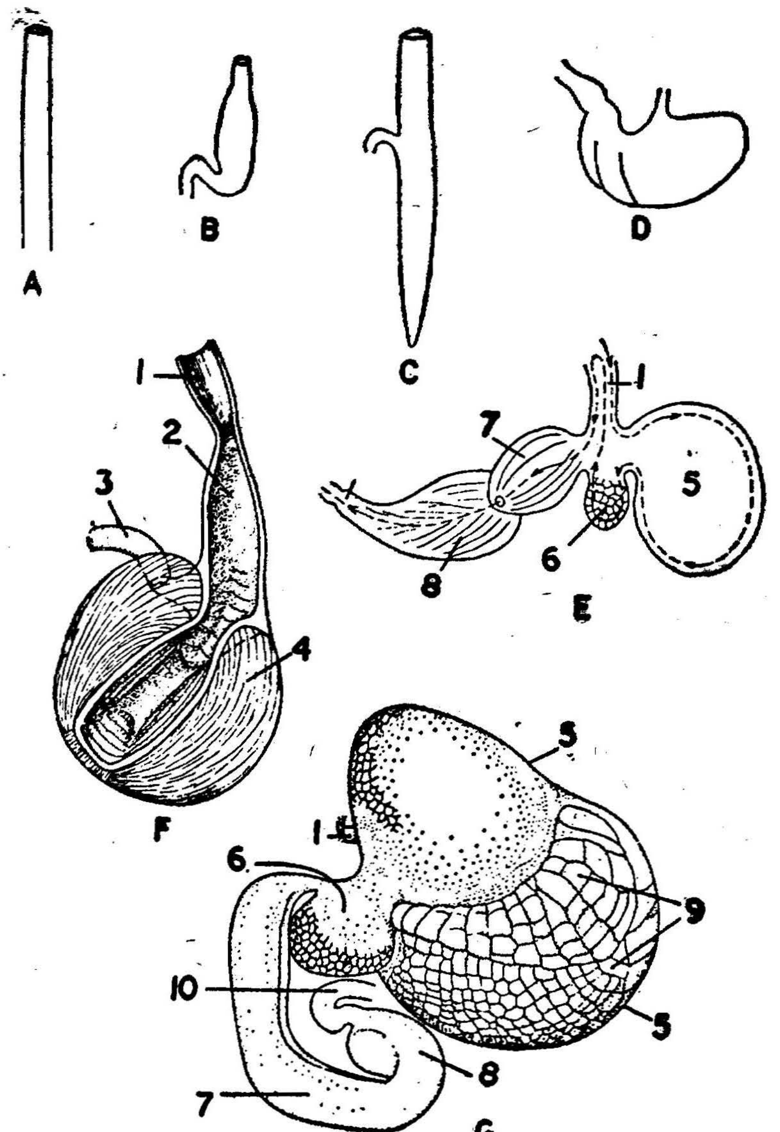
எளிய பை போன்ற அமைப்பையுடைய இரைப்பை, வட்ட வாயுடைய மீன்கள், ஹாலோ செஃபலன்கள், இரு சுவாசிகள், ஒருசில எலும்பு மீன்களில் காணப்படுகின்றன. ஆனால் ஏனைய வற்றில் இரைப்பை சிக்கலுடைய அமைப்பினைப் பெறுகிறது. இச் சிக்கலுடைய அமைப்பில் இரைப்பையின் ஒவ்வொரு பகுதியும் தனித்தனியான பணியினைச் செய்வதாகவுள்ளது. இச் சிக்கல்

அமைப்பு தாவர உண்ணிகளில் (herbivores) தெளிவாகத் தெரிகிறது. உணவுக்குழலின்றும், இரைப்பையின் பைலோரஸ் பகுதி வரை நான்கு பகுதிகளையுடையது என்பர். அவை முறையே உணவுக்குழல் பகுதி கார்டியேக் பகுதி, அடிப்பகுதி (fundus), பைலோரிக் பகுதி என்பனவாம்.

உணவுக்குழல் பகுதி

இரைப்பையின் இப்பகுதி உணவுக் குழலுக்கு அண்மையிலுள்ளது. இப்பகுதியில் இரைப் பையின் சுவர் சுரப்பிகளற்ற அடுக்கமை பரப்படுக்கினுல் (stralified epithelium) ஆனது. கார்டியேக் இரைப்பைப் பகுதியில் தூணமை பரப்படுக்கும்(Columnar Epithelium) செரித்தல் செயலில் பங்குகொள்ளச் சுரப்பி நீர்களை உருவாக்கும் சுரப்பிகளும் காணப்படுகின்றன. இச் சுரப்பிகள் ஒரு சில பாலூட்டிகளில் மட்டுமே காணப்படுகின்றன. அடிப்பகுதி (fundus) தூணமை பரப்படுக்குச் செல்களையும் செரிநீர்ச் சுரப்பிகளையும் உடையது. இந்த நான்கு பகுதிகளும் இரைப்பையின் பொதுத் தோற்றத்தோடு தொடர்புற்றதானலும் திசுத் தோற்றமைப்பில் (histomorphology) வேறுபட்டுள்ளது என்பது தெளிவு. இரைப்பையின் உணவுக்குழல் பகுதி என்பது விரிவுற்ற உணவுக்குழலே. ஒருசிலவற்றில் இப் பகுதி இல்லை என்றே கூறலாம்.

முதுகெலும்பிகளின் இரைப்பையில் பொதுப்படையான அடிப்படை அமைப்பு இல்லை எனலாம். முதலைகளில் மெலிந்த சுவருடைய முன்சிறு இரைப்பை (proventriculus) என்ற பகுதியும் அதனையடுத்த தடித்த சுவருடைய அரைவை இரைப்பை (gizzard)யும் உள்ளன. பறவைகளிலும் இதே அமைப்புக் காணப்படுகிறது. அசைபோடும் பாலூட்டிகளில் மேலும் சில உட்பிரிவுகள் காணப்படுகின்றன. அசை போடுவனவற்றில் இரைப்பை குறைந்தது மூன்றுபகுதிகளாகவாவது பிரிவுற்றிருக்கும். பன்றிகளிலும் நீர்யானைகளிலும் (Hippopotamus) இப்பிரிவுகள் இல்லை. பொதுவாக அசைபோடுவனவற்றில் நான்கு பகுதிகளை இரைப்பையில் காணலாம். இவற்றில் முதன் மூன்று உணவுக்குழலின் மாற்றத்தினுல் உருவானவைகள். அவைகளாவன: அசை உணவு அறை (rumen) அல்லது முதல் இரைப்பை அறை, வலை அறை (reticulum) அல்லது இரண்டாவது இரைப்பை அறை, மூன்ருவது இரப்பை அறை (omasum) நான்காவது இரைப்பை அறை (abomasum) என்பதில்தான் கார்டியேக் பகுதி அடிப்பகுதி பைலோரிக் பகுதி என்ற இரைப்பைப் பகுதிகள் உள்ளன. அசைபோடும் விலங்கினங்கள் உணவினை விழுங்கி முதல் இரப்பையில் சேகரிக்கின்றன. ஓய்வு நேரத்தில்



படம் *13-36-283*

முதுகெலும்பிகளில் இரைப்பையின் தோற்றத்தில் வேறுபாடு

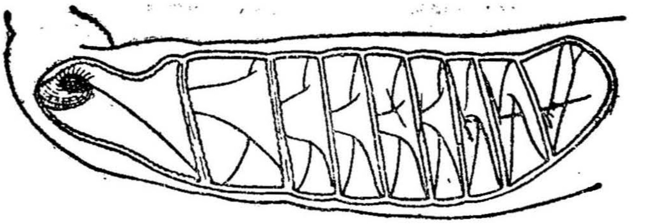
A. சலமாண்டர்; B. சுறுமீன்; C. பாலிப்டிரஸ்; D. முயல்; E. அசைபோடும் பாலூட்டி; F. பறவை; G. ஒட்டகம்;

1. உணவுக்குழல்; 2. முன்சிறு இரைப்பை; 3. டியோடினம்; 4. அரைவை இரைப்பை; 5. அசை உணவு அறை; 6. இரண்டாவது இரைப்பை அறை; 7. மூன்றாவது இரைப்பை அறை; 8. நான்காவது இரைப்பை அறை; 9. நீர்ப் பிதுக்க நீட்சிகள்; 10. டியோடினம்.

உணவினை மீண்டும் வாய்க்குழிக்கு இரைப்பையினின்றும் கொண்டு வந்து மீண்டும் அசைபோட்டு நன்கு அரைக்கின்றன. உணவு இச் செயலுக்குப் பின் இரண்டாவது அறைக்கு (reticulum) அனுப்பப் படுகிறது. ஒட்டகங்களில் நீரினை கொள்ளும் பிதுக்க நீட்சிகள் (water diverticula) பல காணப்படுகின்றன. இவை உணவு செரித்தலில் துணைபுரிகின்றன எனலாம். ஆனால் இவை நீரினைச் சேகரிக்கப் பயனுறுவதில்லை. குருதி உண்ணும் வௌவால்களில் இரைப் பையின் பைலோரிக் பகுதியில் பைநீட்சி (caecum) காணப்படு கிறது.

குடல் (Intestine)

முதல் முதுகு தண்டுடையவைகளிலும், வட்ட வாயுடையவைகளிலும் குடல் நீண்ட அமைப்பினையுடையதாய் மாற்றமேது

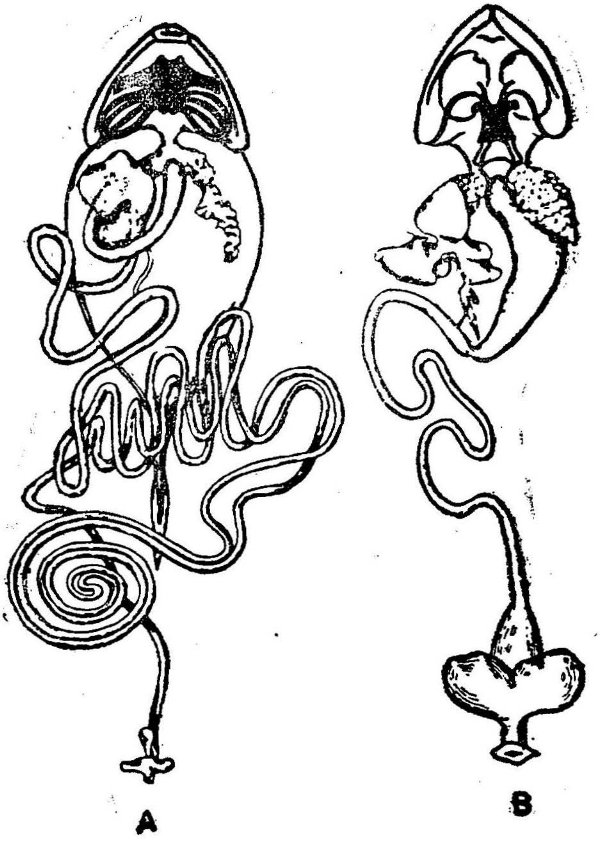


படம் 13-37—284
குருத்தெலும்பு மீனில் சுருள்வால்வின் அமைப்பு

மின்றி அமைந்துள்ளது. தாடை சூழ் வாயுடையவவைகளில் தான் குடலின் முன்பகுதி சிறுகுடல் என்றும் பின்பகுதி பெருங்குடல் என்றும் பாகுபாடுற்றுள்ளது. பெருங்குடல், பொதுக்கழிவறையிலோ (clooca) அல்லது மலப்புழையிலோ (anus) முடிவுறுகிறது. முடிவுநிலையில் குடலில் நேர்குடல் (rectum) என்ற பகுதியுண்டு, மீன்கள் சிலவற்றில் சிறுகுடலில் சுருள் வால்வுகள் (Spiral valve) உள்ளன. இவ்வமைப்பினால் உணவு செல்லும் பாதையின் பரப்பளவு உணவுப் பாதை நீளம் மாற்றமுறாமல் பெருக்கமடைகிறது. குன்றிய வளர்ச்சியுடைய சுருள் வால்வே வட்ட வாயுடையவைகளில் டிப்ளோசோல் (Typlosole) என்று காணப்படுகிறது. சுருள் வால்வு திறனுடைய அலைவு இயக்கம் தேவைப்படுவதாலும் மிகுதியான உணவினை மீன்கள் கொள்வதாலும் படிப்படியாக மீன்களில் மறைந்தது. எலும்பு மீன்களில் சுருள்வால்வுகள் முற்றும் இல்லை. நாற்கால் விலங்குகள் ஒன்றில்கூட அதன் சுவடே இல்லை.

தாவர உண்ணிகளில் குடல் நீட்சியுறல் வேண்டும் என்ற விதி செயல் படுத்தப்பட்டுள்ளது. ஊனுண்ணிகளில் குடல் உடலின்

நீளத்தைவிட ஓரளவு பெரியதாகக் காணப்படும். விலங்குத் திசுவினைச் செரித்தல் தாவரத் திசுவினைச் செரித்தலைவிட எளிமையானது. இவ்வுண்மை இரு வாழ்விகளில் அன்யூரன்களை உற்று நோக்குவோமானால் தெளிவாகும். தாவர உண்ணியாக வாழும்



படம் 13-38-285
தவளையின் தலைப்பிரட்டை, வளர்ச்சியுற்ற தவளை இவைகளின் உணவுக் குழலில் காணப்படும் நீளத்தின் வேறுபாடு
A. தலைப்பிரட்டை; B. தவளை.

தலைப்பிரட்டைகளின் குடல் உடலைப் போன்று பன்மடங்கு நீண்டும் ஊனுண்ணியாக வாழும் வளர்ச்சியுற்ற உயிரியின் குடல் உடலைப்போன்று இரண்டு அல்லது மூன்று மடங்கு நீளமுடையதாகவும் காணப்படுவதால் தெளிவாகும்.

தாடைசூழ் வாயுடையவைகளில் சிறுகுடலின் முன்பகுதி டியோடினம் எனவும், பாலூட்டிகளில் மட்டும் இதனை அடுத்தது

ஜீஜுனம் (gejunum) என்றும் அதனையடுத்து இலியம் என்றும் அழைக்கப்படும்.

பொதுக் கழிவுறை (Cloaca)

சிறப்படையா நிலையில் கழிவுறுப்பு இனப் பெருக்க உணவு மண்டலக் குழாய்கள் அனைத்தும் பொதுக்கழிவறையில் (cloaca) திறப்புற்றன. சிறுநீரக இனப்பெருக்கு குழாய்கள் பொதுக்கழிவறையின் பின்பகுதியின் முதுகுப்பக்கச் சுவரில் திறப்புற்றன. ஒரு வரை அல்லது மேடு அல்லது அடுக்கமைப்பு பொதுக்கழிவறையில் சிறுநீரக இனப்பெருக்கப் பகுதியினை உணவு மண்டலப் பகுதியினின்றும் ஓரளவு பிரித்தமைக்கிறது. கோப்ரோடியம் என்னும் பகுதிதான் உணவு மண்டலத்தின் நேர்குடலினைப் பெறுமிடம். யூரோடியப் பகுதியில் இனப்பெருக்க குழாய்கள் திறக்கின்றன. கருச்சவ்வற்றவைகளில் கோப்ரோடியம் முன்பகுதியிலும் கருச்சவ்விகளில் பின்பகுதியிலும் அமையப் பெற்றுள்ளது.

மானோட்டீரிம்களைத் (monotremes) தவிர்த்து ஏனைய பாலூட்டிகளிலும் மீன்களிலும் பொதுக்கழிவறை (cloaca) இல்லை. இவற்றில் சிறுநீரக இனப்பெருக்கப் புழைகள் தனியாகவும் மலப் புழை தனித்தும் அமைந்துள்ளன. இவ்வமைப்பினையுடைய மீன்களில் மலப்புழை முன்பாகத்திலும், பாலூட்டிகளின் பின்பாகத்திலும் அமைந்துள்ளன. இவ்வாறான மாற்றம் ஏற்படக் காரணமாக அமைந்தது, புதியதொரு உறுப்புத் தோன்றலே. அவ்வுறுப்பு சிறுநீர்ப்பையே (Urinary bladder). இச் சிறுநீர்ப்பை பொதுக்கழிவறையின் வயிற்றுப்பக்கப் பிதுக்க நீட்சி (diverticulum) யாக வளர்ச்சியடைவதால், மேற்கூறிய மலப்புழை இடமாற்றம் அடைந்துள்ளது. இச் சிறுநீர்ப்பை முதன்முதலில் இரு வாழ்விகளில் தோன்றுகிறது. பாலூட்டிகளில் சிறுநீரக இனப்பெருக்கக் குழாய்கள் சிறுநீர்ப்பையுடன் தொடர்பு கொள்ளுகின்றன. ஆகவே பாலூட்டிகளில் குடலும் சிறுநீர்ப்பையும் முற்றும் ஒன்றிலிருந்து மற்றது தனித்தமைகிறது.

எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும் கருவளர்ச்சியின் போது புற அடுக்கு (ectoderm) பரப்படுக்காக அமைந்து ஓர்உட்பிதுக்கம் (invagination) நிகழ்கிறது. இது பிராக்டோடியம் (Proctodaeum) எனப்படும். இவ் உட்பிதுக்கம் உடலின் பின்பகுதியில் நிகழ்கிறது. பொதுக்கழிவறை உள்ள முதுகெலும்பிகளில் பிராக்டோடியம் (Proctodaeum) ஓரளவு மாற்றமுற்று வளர்ச்சியுற்ற நிலையில் பொதுக்கழிவறை ஆகிறது. பொதுக்கழிவறை அற்ற முதுகெலும்பிகளில் பிராக்டோடியம் உட்பகுப்படைந்து பின்பு வளர்ச்சியுற்ற முதுகெலும்பிகளில் மறைந்து விடுகிறது.

குடல் பிதுக்கங்கள் (Gut derivatives)

கல்லீரல் : கருவளர்ச்சி நிலையிலே குடலின் வயிற்றுப்பக்கப் பிதுக்கமாகக் கல்லீரல் தோன்றுகிறது. இவையிரண்டிற்கும் இடையே உள்ள தொடர்பே வளர்ச்சியுற்ற உயிரியில் பித்தநாளமாக (bile duct) நிலைக்கிறது. இதன் அமைப்பு முதுகெலும்பிகளில் வேறுபடுகின்றது. ஆனல் எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும் முக்கிய உறுப்பாக அமைந்துள்ளது கல்லீரல்.

உணவினைச் செரித்தலில் பங்கு கொள்ளும் கல்லீரல் வேறுபல பணிகளையுடையது. வட்ட வாயுடைய லாம்ப்ரேக்களில் (lamprey) கல்லீரல் செரித்தல் பணியினை இழந்துவிட்டது. எவ்வாறெனில் பித்த நாளமின்மையால் குடலோடு தொடர்பற்ற நிலையில் கல்லீரல் செரித்தல் பணியினை மேற்கொள்ள முடியாதென்பது தெளிவு. ஆகவே கல்லீரல் குருதிச் சுழற்சி மண்டலத்தின் வழியே மற்ற மண்டலங்களுடன் தொடர்புடையது. பித்த நாளத்தின் புறப்பிதுக்கமாகத் தோன்றும் பித்தநீர்ப்பை (gall bladder) என்பதில் கல்லீரலின் சுரப்பி நீராகிய பித்தநீர் (bile juice) சேகரிக்கப்படுகிறது. இப் பித்தநீர்ப்பை ஒருசில பாலூட்டிகளிலும் பறவைகளிலும் இல்லை.

கல்லீரல் முதல் முதுகுதண்டுடையவைகளில் தொண்டைக்கு அடுத்தபடியாக அமைந்துள்ள குடலினின்று உட்கூடுடைய பிதுக்கமாக (hollow diverticulum) தோன்றுகிறது. இவ்வாறு தோன்றும் கல்லீரல் ஏனைய முதுகெலும்பிகளிலுள்ள கல்லீரலுடன் உறுப்பொத்தது எனில் முதுகுதண்டுடையவைகளின் கல்லீரல் முதுகெலும்பிகளின் கல்லீரலின் பணிகள் பலவற்றை அற்றது எனலாம். ஆகவேதான் முதுகுதண்டுடையவைகளின் கல்லீரல், கல்லீரல் பிதுக்கப்பை (hepatic caecum) எனப்படும்.

வால் முதுகுதண்டுடையவைகளும் அரை முதுகுதண்டுடையவைகளும் வேறு வகையான செரித்தல் சுரப்பிகளையுடையன. இச்சுரப்பிகள் குடலின் வயிற்றுபக்கத்தில் வரிசையான சிறு பைகளாக உருவாகின்றன. இவை முதுகெலும்பிகளின் கல்லீரலுடன் உறுப்பொத்தனவா அல்லது வேறுபட்டனவா என்பது தெளிவாகவில்லை.

கல்லீரலின் முக்கிய செரித்தல் பணி பித்த நீரினைச் சுரத்தலே. இப்பித்த நீரின் பணி கொழுப்புப் பொருள்களைப் பசைக்குழம்பாக்கலே. இச்செயல் கணையத்தின் செரிநீர்கள் வேதியல் அடிப்படையில் செயல்படத் துணை புரிகிறது. மேலும் கல்லீரல் நச்சுப் பொருள்களை நச்சற்றதாக்குகிறது. வளரும் கருவில் குருதிச் சிவப்பு கார்ப்பசல்களை உருவாக்குவதிலும் வளர்ச்சியுற்றவைகளில் குருதிச் சிவப்புக் கார்ப்பசல்கள் அழிவுறும் இடமாகவும் கல்லீரல் செயல்படு

கிறது. கிளைகோஜன், கொழுப்புப் பொருள்களைச் சேகரிக்கவும் வெப்பம் உண்டு பண்ணுதலிலும் புரத மாவுப் பொருள்களின் வளர் சிதை மாற்றத்தில் பயனுறும் என்சைமினைச் சுரத்தலும் கல்லீரலின் ஏனைய பணிகளாம். உடலில் காணப்படும் சுரப்பிகளில் கல்லீரலைப் போன்று பல்வேறு செயல்களையுடையது வேறெதுவும் இல்லை என்றே கூறலாம்.

கணையம் (pancreas)

முதுகெலும்பிகளில் மட்டுமே கணையம் காணப்படுகிறது. இது எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும் உள்ளது. இது விரவிய அமைப்பிலும் ஒரு சிலவற்றில் மற்ற உறுப்புகளில் பொதிந்தமைந்த நிலையிலும் உள்ளது. கணையம் எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும் இரண்டு பை நீட்சிகளாகக் குடலினின்றும் தோன்றுகின்றது. அவைகளில் முதுகுபக்க நீட்சியாகவும், மற்றது வயிற்றுப்பக்க நீட்சியாகவும் தோன்றுகின்றன. ஒன்று அல்லது பல கணையக் குழாய்கள்வழி கணையம் குடலுடன் தொடர்புடையதாகிறது. இக்குழாய் குடலுடன்பித்தநீர்க் குழாயுடனோ அல்லது தனித்தோஇணைந்திருக்கும்.

ஒருசில கடல் பாம்புகளில் செயல் தெளிவுபடாத பக்கக் கணையங்கள் (parapancreas) வயிற்றுபக்கக் கதுப்புடன் காணப்படுகிறது.

கணையம் ஒரு முக்கிய செரித்தல் பணியினையே உடையது, இது பல என்சைம்களை சுரக்கின்றது. இவ்வென்சைம்கள் புரதம், மாவுப் பொருள்கள் போன்றவைகளைச் செரிக்கும் தன்மையன எனலாம். மேலும் இதனை ஓர் நாளமில்லாச் சுரப்பி (ductless gland) எனவும் கூறலாம். இதனுடைய ஒரு வகைச் செல்கள் லாங்கர் ஹானின் தீவுகளாக (Islands of Langerhans) அமைகின்றன. இவை இன்சுலின் (insulin) என்ற ஹார்மோனைச் சுரக்கின்றன, இந்த ஹார்மோன் கல்லீரலில் கிளைக்கோஜன் சேகரிப்பினை ஒழுங்கமைக்கிறது. மேலும் குருதியில் சர்க்கரையின் செறிவினையும் ஒழுங்குபடுத்துவதோடு செல்களில் சர்க்கரையின் ஆக்ஸிகரணத்தையும் (oxidation) ஒழுங்கமைக்கிறது.

பை நீட்சிகள் (caeca)

பல எலும்பு மீன்களில் ஒன்று அல்லது பல மெலிந்த பை நீட்சிகள் இரப்பையும் குடலும் இணையுமிடத்தில் உள்ளன. இந்தப் பை நீட்சிகளின் எண்ணிக்கை இனங்களை (species) அறியப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. பெரும்பான்மையான பாலூட்டிகளில் ஒரு பெருங்குடல் பை நீட்சி (colic caecum) காணப்படும். அரிதாக இது இரண்டு என்ற எண்ணிக்கையிலும் அமைவதுண்டு. ஒருசில பாலூட்டிகளில் (மனிதன்) இப்பை நீட்சியின் சேய்மை முனை குன்றிய வளர்ச்சியுடையதாகிக் குடல்வால் (appendix) என அழைக்கப்படும்.

பொதுக் கழிவறைப் பை நீட்சிகள் (cloacal caeca) பறவை களிலும், பெரும்பான்மையான ஆமைகளிலும் உள்ளன. ஆமை களிலுள்ளவைகள் பை போன்றமைப்பினையுடையவை. இவை சுவாசச் செயலினையுடையன என்பர். பறவைகளில் உள்ள பை நீட்சிகள், பெருங்குடலின் முதுகுபக்கத்தில் அமைந்து, ஒரே புழை வழி பொதுக் கழிவறையில் திறக்கின்றன. இப்பை நீட்சிகளின் பெருத்த உட்குழிகளின் உட்பரப்பில் தூணமை பரப்படுக்குச் செல்கள் காணப்படுகின்றன. நிணநீர் முண்டுகளில் பொதிந்துள்ள கிளைக்கும் நுண் குழாய்கள் இக் குழிகளினுள் திறக்கின்றன. ஆகவே இவை (பை நீட்சிகள்) பொதுக்கழிவறை டான்சில்களாக (cloacal tonsils) செயல்படலாம் என்று கூறப்படுகிறது.

எல்லா நாற்கால் விலங்குகளிலும் மலப் புழை அல்லது பொதுக் கழிவறைச் சுரப்பிகள் காணப்படுகின்றன. இவை பெரும்பாலும் பாதுகாப்புக்காகப் பயன்படுகின்றன. மற்றும் சிலவற்றில் இன உணர்ச்சியினைத் தூண்டுவனவாகவும் செயல்படுகின்றன.

சிறுநீரகப் பை (Urinary bladder)

பெருங்குடற் பின் பகுதியிலிருந்துவயிற்றுப்பக்கப் பிதுக்கமாகச் சிறுநீரகப்பை இருவாழ்விகளில் தோன்றுகிறது. இருவாழ்விகளில் அவை நேரடியாகச் சிறுநீர்க் குழாயுடன் தொடர்பற்றதாக இருந்தபோதும் சிறுநீர் சேகரிக்கும் பணியினையே செய்கிறது. சிறப்படையா, ஊர்வனவற்றிலும் பாலூட்டிகளிலும் சிறுநீர்ப்பை உள்ளது. பாம்புகள் முதலைகள் மற்றும் பறவைகள் ஆகியவற்றில் சிறுநீர்ப்பை முற்றும் மறைவுநிலையை அடைந்துள்ளது. பாம்பு களிலும், பல்லிகளிலும் சிறுநீரகக் கழிவு திடநிலையிலுள்ளமையால் மலக்கழிவுடன் அவையும் வெளியேற்றப்படுகின்றன. இவ் வுயிரி களில் சிறுநீரகப்பை தேவையற்றதானதால் இழக்கப்பட்டது எனலாம். இருவாழ்விகள், ஆமைகள் பாலூட்டிகள் ஆகியவற்றில் சிறுநீரகக் கழிவு பாய்மத் (fluid) தன்மையதால் அதனைச் சேகரிக்கச் சிறுநீரகப்பை தேவைப்பட்டது எனலாம். அமோனியா நச்சுத் தன்மையதால் சேகரித்துவைப்பது முடியாத தொன்றும்.

கருசூழ் படலங்கள் (Extra embryonic membranes)

துருவ அம்புலி முட்டையுடைய (Telolecithal eggs) எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும் அம்புலிப்பை (yolk sac) சிறுகுடலின் குழி யுடன் தொடர்புடையது. வளர்ச்சியுற்றவைகளின் அம்புலி நாணின் (yolk stalk) சுவடு முற்றும் மறைகிறது.

கருச்சவ்விகளில் மட்டும் நேர்குடல் பிதுக்கப்பை (allantois) காணப்படுகிறது. இது வளர்ச்சியுற்ற விலங்குகளில் கீழ்க்கண்ட வற்றினைத் தவிர்த்து மறைகிறது. 1. நேர்குடல் பிதுக்கப்பையின் அடிப்பகுதி சிறுநீரகப் பையுடையவற்றில் சிறுநீரகப் பையாக மாற்றமடைகிறது. 2. வயிற்றில் தொப்புள் பகுதியுடன் சிறுநீரகப் பையினை இணைக்கும் நாரிணைத்திசுப் பகுதியாக நிலைக்கிறது.

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

சென்னை - 600031

★

தமிழில் பயில்பவர்க்குக் கல்லூரிப் பாடநூல்கள்

(Tamil Medium Books for Colleges)

1975 ஏப்ரல் வரை 650 நூல்கள் வெளியிடப்பட்டுள்ளன

★

மேலும், விரைவில் வெளிவருபவை

பொறியியல்	—	39	நூல்கள்
சட்டம்	—	17	,,
மருத்துவம்	—	18	,,
இயற்பியல்	—	23	,,
வேதியியல்	—	20	,,
தாவரவியல்	—	13	,,
விலங்கியல்	—	14	,,
கணிதம்	—	17	,,
வணிகவியல்	—	37	,,
பொருளாதாரம்	—	21	,,
புவியியல்	—	11	,,
வரலாறு	—	29	,,
மனையியல்	—	1	,,
தத்துவம்	—	4	,,
உளவியல்	—	8	,,
புள்ளியியல்	—	8	,,
கல்வி	—	14	,,
நிலப்பொதியியல்	—	6	,,
அரசியல்	—	19	,,

கிடைக்குமிடம் :

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனக் கிடங்கு

(கல்லூரிக் கல்வி இயக்குநர் அலுவலகச் சுற்றுக்குள்)

கல்லூரிச் சாலை, நுங்கம்பாக்கம்

சென்னை - 600006.

கல்லூரிப் பாடநூல்களுக்கு 20% கழிவு வழங்கப்படும்