உடற்செயலியல்

(பட்டப் படிப்பிற்குரியது)

மங்களா பொ. வினோபா

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

த. பா. நி. (க.வெ.) வரிசை எண்—722

உடற்செயலியல்

(பட்டப்படிப்பிற்குரியது)

ஆசிரியர்

மங்களா பொ. விஞேபா, எம். எஸ்சி.,
துணைப் பேராசிரியர்,
விலங்கியல் துறை,
ஸ்ரீ குமர குருபர சுவாமிகள் கலைக் கல்லூரி,
ஸ்ரீவைகுண்டம்.

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

First Editio — September, 1976

T.N.T.B.S. (C.P.) No. 722

© Government of Tamilnadu

PHYSIOLOGY

MANGALA P. VINOBAH

Price Rs. 10-30

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 out of the Paper allotted by the Government of India.

Printed by
Kandeepam Printers,
3128-C, Anna Nagar,
Madras-600040.

பதிப்புரை

உடற்செயலியல் என்ற இந் நூல், தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனத்தின் **722**ஆவது வெளியீடாகும். கல்லூரித் தமிழ்க் குழுவின் சார்பில் வெளியான **35** நூல்களையும் சேர்த்து இதுவரை **757** நூல்கள் வெளி வந்துள்ளன. இந் நூல் மைய அரசு, கல்வி, சமூக நல அமைச்சகத்தின் 'மாநில மொழியில் பல்கலைக்கழக நூல்கள் வெளியிடும் திட்டத்' தின்கீழ் வெளியிடப்படுகிறது.

மேலாண்மை இயக்குநர்
தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

பொருளடக்கம்

பக்கம்

தோற்றுவாய் ... 1

1. உணவு ... 4

உணவு உட்கொள்வதால் ஏற்படும் நன்மைகள்—உணவின் வகைகள்—புரதம்—புரதத்தின் இரசாயனப் பாகப் பொருட்கள்—புரதத்தின் வகைபாடு—புரதத்தின் குணங்கள்—மாவுப் பொருட்கள்—கொழுப்பு—தாது உப்புகள்.

2. ஊட்டம் ... 37

ஊட்ட வகைகள்—உட்கொள்ளல்—செரித்தல்—நொதிகள்—நொதிகள் வகைபாடு—நொதிகளின் குணங்கள்—புரதத்தின் செரித்தல்—மாவுப் பொருட்களின் செரித்தல்—செலுலோசின் செரித்தல்—கொழுப்பு செரித்தல் — உட்கிரகித்தல் — வெளியேற்றம்.

3. வளர்சிதை மாற்றம் ... 65

அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றம்—சிறப்பு வளர்சிதை மாற்றம்—புரத வளர்சிதை மாற்றம்—மாவுப் பொருட்களின் வளர்சிதை மாற்றம்—கொழுப்பு வளர்சிதை மாற்றம்.

4. சுவாசம் ... 79

காற்றுச் சுவாசம்—காற்றற்ற சுவாசம்—சுவாச உறுப்புகள் — காற்றூட்ட நுரையீரல்கள்—சுவாச ஒழுங்கு முறை—சில விலங்குகளில் காற்றற்ற சுவாசம்—சுவாச நிறமிகள்—சுவாச நிறமிகள் ஆக்ஸிஜனை எடுத்துச் செல்லல்—ஆக்ஸிஜன் சிதைவுறு வளைவுகோடு—கரியமில வாயு எடுத்துச் செல்லப்படல்—சுவாச ஈவு.

பக்கம்

5. இரத்த ஓட்டம் ... 104

இரத்தம்—இரத்த சிவப்பு அணுக்கள்—இரத்த வெள்ளை அணுக்கள்—இரத்தத் துகள்கள்—இரத்தத்தின் வேலைகள்—இரத்தம் உறைதல்—இரத்த வகைகள்—இரத்த ஓட்டத்தின் பொது அமைப்பு—இரத்த நாளங்கள்—இதயம்—தசைத் தூண்டிதயமும் நரம்புத் தூண்டிதயமும்—இதயத் துடிப்பு—இரத்த அளவும் இரத்த அழுத்தமும்.

6. கழிவுப் பொருட்களின் வெளியேற்றம் ... 134

கழிவுப் பொருட்களின் வகைகள்—நைட்ரஜன் வளர்சிதை மாற்றம்—அம்மோனியா நீக்கி விலங்குகள்—யூரியா நீக்கி விலங்குகள்—யூரிக் அமில நீக்கி விலங்குகள்—யூரியா உண்டாகும் முறை—விலங்குகளில் கழிவுப் பொருட்களின் வெளியேற்றம்—முதுகெலும்பு விலங்குகளின் சிறுநீரகம்—குளோமெருலசில் வடித்தல்—நாளங்கள் உட்கிரகித்தல்.

7. ஊடு கலப்பு ஒழுங்குபாடு ... 153

ஒரு செல் உயிரிகளின் ஊடுகலப்பு தகவமைப்புகள்—ஒட்டுண்ணிப் புழுக்களில் ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபாடு—நன்னீருக்கும் கடல் நீருக்குமான ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபாடுகள்—நிலத்தை நோக்கி.

8. தசைகள் ... 174

தசைகளின் வகைகள்—தசைச் சுருக்கம்—தொடர் சுருக்கம்—தசைப்புரதம்—தசைச் சுருக்கத்தின் இரசாயனச் செயல்கள்.

9. நரம்பு மண்டலம் ... 192

நரம்புச் செல்கள்—நரம்பு உணர்வலைகள்—உணர்வலைகள் கடத்தப்படல்—நரம்பு, தசையின் சந்திப்பு—நரம்பு உணர்வலைகளின் வேகம்—அனிச்சைச் செயல்கள்—அனிச்சை வில்—அனிச்சைத் தவளை—அனிச்சைச் செயல்களின் வகைகள்—நரம்பு மண்டலத்தின் பரிணும வளர்ச்சி—நரம்புச் செல்திரள்—மூளையும் தலை சிறப்பெய்தலும்—தானியங்கும் நரம்பு மண்டலம்—பக்கப்பரிவு நரம்பு மண்டலம்—

பக்கம்

பரிவு நரம்பு மண்டலம்—தானியங்கும் நரம்பு மண்டலத்தின் வேலைகள்.

10. உணர்ச்சி உறுப்புகள் ... 236

உணர்ச்சி வாங்கிகளை வகைப்படுத்துதல்—வேதிய உணர்ச்சி வாங்கிகள்—முதுகெலும்பல்லன வற்றுள் சுவை அறிதல்—முதுகெலும்பினங்களின் சுவை அறிதல் உணர்ச்சி—இயக்க உணர்ச்சி வாங்கிகள்—செவி உணர்ச்சி வாங்கி—காதின் அமைப்பு—ரியோ உணர்ச்சி வாங்கிகள்—ரேடியோ உணர்ச்சி வாங்கிகள்—பார்வை உணர்ச்சி வாங்கிகள்—பார்வை நிறமிகள்—தட்ப வெப்ப உணர்ச்சி வாங்கிகள்.

11. இயக்க உறுப்புகள் ... 273

சிலியாக்களும் சாட்டைகளும்—பொய்க்கால்கள்—அமீபா இடப்பெயர்ச்சி—கொட்டும் செல்கள்—நிறமிகள்—மின் உறுப்புகள்—உயிர் ஒளி உறுப்புகள்—விலங்குகளில் உயிர் ஒளி—உயிர் ஒளியின் பௌதிகப் பண்புகள்—உயிர் ஒளி எவ்வாறு உண்டாகின்றது?

12. இனப் பெருக்க மண்டலம் ... 297

பிரிதல்—சிறு கூருகுதல்—மொட்டுவிடுதல்—பால் இனப்பெருக்கம்—இனப்பெருக்க மண்டலம்—பால் செல்களின் தோற்றம்—கருவுறுதல்—பால் இன விருத்தியில் சில சிறப்பு வகைகள்—முதுகெலும் பல்லனவற்றுள் பால் இனப்பெருக்கம்—முதுகெலும் பினங்களின் பால் இனப் பெருக்கம்—ஆண்பால் சுரப்பிகளின் ஹார்மோன்கள் — முட்டையகம்—கலவி உணர்ச்சி வட்டம்—மாதவிடாய்ச் சுழல்—முட்டையக ஹார்மோன்கள்—ஹைப்போபைசிசும் அதன் ஹார்மோன்களும்.

13. நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் ... 327

முதுகெலும்பல்லனவற்றுள் — முதுகெலும்பினங்களில் — பிட்யூட்டரி சுரப்பி—நியுரோஹைப்போ

பக்கம்

பைசிஸ் ஹார்மோன்கள்—அடினோ ஹைப்போ பைசிஸ் ஹார்மோன்கள் — தைராய்டு—பக்க தைராய்டு சுரப்பிகள் — தைமஸ் — அட்ரீனல் சுரப்பிகள் — லாங்கெர்ஹென் அய்லெட்டுகள்— இனப் பெருக்கச் சுரப்பிகள்—முட்டையகத்தின் ஹார்மோன்கள்—வளர்சிதை மாற்றமும் ஹார் மோன்களும்— பீனியல் சுரப்பி.

14. விலங்குகளின் ஒழுகலாறு ... 365

ஒழுகலாற்றின் வகைகள்—ஒரே போக்கான ஒழுகலாறு—கற்றறிதல்—உண்மையறிதல்— விலங்கு களில் சமூக ஒழுகலாறுகள்.

செய்முறைப் பயிற்சிகள் ... 378

மேற்கோள் நூற்பட்டியல் ... 389

கலைச்சொற்கள் ... 391

தோற்றுவாய்

உடலில் உள்ள திசுக்களின், உறுப்புகளின் செயல்களையும் அவை ஒவ்வொரு செயலிலும் செயல்படும் முறைகளையும் கூறும் நூல் உடற்செயலியலாகும். உடற் செயலியல், உறுப்பமைப் பியலிலிருந்து பலவாறு வேறுபடுகின்றது. உறுப்பமைப்பியல் (Anatomy) விலங்குகளின் அல்லது தாவரங்களின் வெளித் தோற்றத்தையும், அவற்றின் உறுப்புகள் எவ்வாறு அமைந்திருக் கின்றன என்பதையும் கூறும் அறிவியலாகும். உடலுறுப்புகளின் செயல்முறையை விளக்கும் பொழுது அவற்றின் செயல்முறைத் தொகுப்பினைத் தனியொரு அறிவியலாகக் கொள்வதே சாலச் சிறந்ததாகும்.

உடற்செயலியலின் ஆங்கிலச் சொல் (Physiology) கிரேக்க மொழியினின்றும் எடுக்கப்பட்ட ஒரு சொல்லாகும். உயிரிகள் எப்படி வேலை செய்கின்றன அல்லது செயல்படுகின்றன என்பதை விளக்கிச் சொல்வதற்கே இச் சொல் கையாளப்பட்டு வருகின்றது. உறுப்புகள் வெளிப்படுத்தும் செயல் முறைகள் வெவ்வேறு உயிரிகளில் சிறிது வேறுபட்டாலும் அவற்றின் அடிப்படை தத்துவம் ஒழுங்கான சில கோட்பாடுகளுக்குட்பட்டே இருக்கின்றன என்று அறியலாம்.

உடற் செயலியலின் வரலாறு

மனித உடற் செயலியலே முதலில் பெரும்பாலும் ஆராயப் பட்டது. *1628*-ல் வில்லியம் ஹார்வி (William Harvey) இரத்த ஓட்டத்தைப் பற்றி முதன் முறையாக விளக்க முயன்றார். ஹார்வியின் முதல் முயற்சிதான் உடற் செயலியல் அறிவியலுக்கு முதல் படியாகும். *1661*-ல் மால்பீஜி (Malpighi) தந்துகிகளைக் கண்டு பிடித்தார். ஹேல் (Hale) என்ற விஞ்ஞானி *1723*-ல் தமனி களின் இரத்த அழுத்தத்தை அளவிட்டார். பொரிலி (Borelli) என்பவரால் சுவாசம் எப்படி நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கிறது என்று கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. அவர் மேலும் எலும்புத் தசை கள் எவ்வாறு வேலை செய்கின்றன என்றும் சொன்னார். *18*ஆம் நூற்றுண்டில் உடற் செயலியல் இரசாயனம் மற்றும் அறிவிய

லோடு விளக்கப்பட்டதால், அது மென்மேலும் வளர்ந்தது. லாவாசியர் (Lavoisier) பிராணவாயுவைத் தனியாகப் பிரித்தெடுக்கும் முறையினைக் கண்டு பிடித்தார். மேலும், அவர் பிராணவாயு திசுக்களில் பயன்படுவதால் உண்டாகும் சக்தியினையும் விளக்க முயன்றார். ஜோகன்ஸ் முல்லர், மார்ஷல் ஹால் (Johannes Muller and Marshall Hall) ஆகிய இரு விஞ்ஞானிகளும் அனிச்சை நியதியைப் (Reflex Theory) பற்றி ஆராய்ந்தனர். *1812-30* வருடங்களில் லெகலாய்ஸ், மேகண்டை, ஃப்ளோரன்ஸ் (Legallois, Magendie, Flourens) போன்ற ஆராய்ச்சியாளர்கள் மூளை, தண்டுவடங்களின் வெவ்வேறு பாகங்களின் அமைப்பினையும், அவற்றின் செயல் முறைகளையும் ஆராய்ந்திருக்கின்றனர்.

*19*ஆம் நூற்றாண்டின் இடைக்காலத்திற்குள் மேற்சொன்னவாறு உடற்செயலியல் அறிவியல் சிறிது, சிறிதாக வளர்ச்சி பெற்று வந்தது. உருப்பெருக்கியின் கண்டுபிடிப்பால் உயிரியலின் மற்ற பிரிவுகளும் வளர்ச்சி பெற்றன போன்று உடற்செயலியலும் விரைவாக முன்னேற்றமடைய ஆரம்பித்தது. வெவ்வேறு நாடுகளில் தோன்றிய உடற்செயலியல் ஆராய்ச்சிக் கூடங்களில் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட உபகரணங்கள், பரிசோதனைப் பொருள்கள் ஆகியவை உடற்செயலியல் மேலும் வளருவதற்கு உபயோகமாயின. வீபர், பெசோல்ட் (Weber, Bezold) இதயத்தை நரம்புகள் எப்படி செயல்படுத்துகின்றன என்ற முறையினையும், மேகன்டை, வேடன்ஸ்கி (Magendie, Wedensky) எலும்புத் தசைகள் பற்றியும் விளக்கியிருக்கிறார்கள். உணர்ச்சி உறுப்புகளின் செயல் முறைகளை ஹெல்மாட்ஸ் (Helmholtz) ஆராய்ந்தார். உணவுப் பொருள்களின் செரித்தல் பற்றி பெர்நார்டு (Bernard) பல ஆராய்ச்சிகள் நடத்தினர். இருபதாம் நூற்றாண்டில் பல உபகரணங்களின் கண்டுபிடிப்பாலும், வரைபடங்களின் உதவியாலும் உடற் செயலியல் மேலும் வளர்ச்சி அடைந்து வந்தது.

மற்றும் அறிவியல்களுடன் தொடர்பு

உடற் செயலியல் காலப்போக்கில் மற்ற அறிவியல்களுடன் தொடர்பு கொண்டதால்தான் அது வேகமாக வளர்ச்சிபெற முடிந்தது. உடற் செயலியல் உயிரிகளின் முக்கிய செயல்களை விளக்குகின்றது. இச் செயல்களைப் புரிந்து கொள்வதற்கு பௌதிக வேதிய அறிவியல்களின் துணை வேண்டியிருக்கிறது. கணிதத்தின் துணை கொண்டுதான் சில உறுப்புகளின் செயல் திறனைக் கணக்கிட வேண்டியிருக்கிறது. மருத்துவம், வேதியியல் போன்ற அறிவியல்கள் உடற்செயலியலின் துணைகொண்டு வளர்ந்து வருகின்றன.

உடற்செயலியலின் உட்பிரிவுகள்

உடற்செயலியல் கீழ்க்கண்ட உட்பிரிவுகளாகப் பிரிகின்றன:

1. **பொது உடற்செயலியல்** (General Physiology): இது உடலுறுப்புகளின் செயல்களை முழுமையாக விளக்குவதாகும்.

2. **சிறப்பு உடற்செயலியல்** (Special Physiology): இப் பிரிவு குறிப்பிட்ட ஒரு திசுவின் அல்லது உறுப்பின் செயல் முறையினை விளக்கமாக எடுத்துச் சொல்லும் பகுதியாகும்.

3. **ஒற்றுமை உடற்செயலியல்** (Comparative Physiology): இப்பகுதி வெவ்வேறு உயிரிகளின் உறுப்புகள் செயல் முறையினை ஒற்றுமைப் படுத்தி விளக்குவதாகும்.

4. **பயன்முறை உடற்செயலியல்** (Applied Physiology): பயன்முறை உடற் செயலியல் தனிப்பட்ட உறுப்புகளின் அல்லது உறுப்பு மண்டலத்தின் செயல் முறைகளைத் தெரிந்து கொண்டு அவற்றை மற்ற அறிவியல்களுடனே அல்லது துறைகளுடனே பயன்படுத்தி விளக்குவதாகும். இதில் பல உட்பிரிவுகள் இருக்கின்றன. **நரம்பு உடற்செயலியல்** (Neuro Physiology), **நொதி இயல்** (Enzymology), **நாளமில்லா சுரப்பி இயல்** (Endocrinology), **செல் உடற் செயலியல்** (Cellular Physiology), **பூச்சி உடற் செயலியல்** (Insect Physiology) போன்றவை பயன்முறை உடற் செயலினுட்பட்டதாகும்.

1. உணவு

உணவு உடலுக்குத் தேவையான முக்கிய பொருளாகும். இவ்வுலகில் பல வகையான உயிரிகள் வாழுகின்றன. உயிரிகள் அனைத்தும் உண்கின்றன, சுவாசிக்கின்றன, கழிவுப் பொருள்களை வெளியேற்றுகின்றன, இனப் பெருக்கம் செய்கின்றன. மேற் சொன்ன எல்லா வேலைகளும் உயிரிகளுக்கு இன்றியமையாதவை யாகும். இவையனைத்தும் உயிரியின் அல்லது உடலின் செயல்கள். இச் செயல்கள் நடைபெறுவதற்கு சக்தி தேவைப்படுகிறது சக்தி உடலுக்கு உணவின் மூலமே கிடைக்கிறது.

உணவு உட்கொள்ளுவதால் ஏற்படும் நன்மைகள்

1. உணவை உட்கொள்வதால் உடலுறுப்புகள் வளர்ச்சி பெறுகின்றன. உடலுறுப்புகள் வளர்ச்சி பெறுவதற்கான அடிப் படைப் பொருள்கள் உணவில்தான் கிடைக்கின்றன.

2. உணவு உட்கொள்வதால்தான் உடலுறுப்புகளில் ஏற்படும் குறைபாடுகள் பழுதுபார்க்கப்படுகின்றன. குறைகள் நீங்குவ தால் உடல் காப்பாற்றப்படுகின்றது.

3. உடலுறுப்புகள் அல்லது திசுக்கள் வெவ்வேறு செயல் களில் ஈடுபட்டுக்கொண்டே இருப்பதால் சக்தி செலவிடப்பட்டு வருகின்றது. இழந்த சக்தியை மீண்டும் பெறுவது உணவை உட் கொள்வதினாலேயே முடிகின்றது.

உணவுப் பொருள்களை நாம் தேவையான அளவு சாப்பிட வேண்டும். உணவின் அளவு குறையும்பொழுது தேவையான சக்தி குறைந்து விடுகிறது. அதனால் உடல் மெலிந்து விடுகிறது. மேலும், சத்துள்ள உணவுப் பொருள்களைச் சாப்பிட வேண்டும். சத்து இல்லாத உணவுப் பொருள்களை அதிகமாக எடுத்துக் கொண்டாலும் உடல் நன்றாக வளராது. அதனால் உடலுக்குத் தேவையான அளவில் சத்துள்ள உணவை உட்கொள்வதால் உடல் நன்கு வளர்ச்சிபெறும் எனலாம். மேலும், எல்லா செய லுக்கும் வேண்டிய சக்தியும் போதுமான அளவில் கிடைக்கும்.

உணவின் வகைகள்

உண்ணப்படும் உணவை நாம் வகைப்படுத்தல் வேண்டும். உணவைப் பொதுவாக இரண்டு முறையாக வகைப்படுத்தலாம். முதலாவதாக உணவை அதன் இரசாயன அல்லது வேதியப் பாகப்பொருள்களைக் கொண்டு வகைப்படுத்தலாம். இம்முறையில் உணவு ஆறுவகைகளாகப் பிரியும்: (1) **புரதம்** (protein), (2) **மாவுப் பொருள்கள்** (carbohydrates), (3) **கொழுப்பு** (fat), (4) **தாது உப்புகள்** (mineral salts), (5) **நீர்** (water), (6) **வைட்டமின்கள்** (vitamins) ஆகியவை ஆறு வகைகளான உணவுச் சத்துகள். இரண்டாவதாக உணவை அதன் செயல்திறனைக் கொண்டும் பிரிக்கலாம்: அவை (1) உடல் வளர்ச்சி உணவுப் பொருள்கள் (body builders); (2) சக்தி கொடுக்கும் உணவுப் பொருள்கள் (energy producers), (3) ஒழுங்குபடுத்தும் உணவுப் பொருள்கள் (regulators) ஆகிய மூன்று வகைகளாகும். உடல் வளர்ச்சிக்கு உறுதுணையாக இருக்கும் உணவுப் பொருள்கள் புரதம், தாது உப்புகள், நீர் போன்றவை. மாவுப் பொருள்களும், கொழுப்புச் சத்தும் உடலுறுப்புகள் செய்யும் பல்வேறு செயல்களுக்குச் சக்தியைக் கொடுக்கின்றன. தாது உப்புகளும் வைட்டமின்களும் உடற்செயல்களை ஒழுங்கு படுத்தவும் தொடர்ந்தியக்கவும் உபயோகப்படுகின்றன.

புரதம்

புரதத்தை உடல் வளருவதற்காக உண்ணுகின்றோம். புரதத்தின் ஆங்கிலச் சொல்லை கிரேக்க மொழியினின்றும் முதலில் கையாண்டவர் **மல்டர்** (Mulder-1938). இது ஓர் உயிர் கூட்டுப் பொருள். புரதமே உணவுச் சத்துகளில் முக்கியமானதும் அத்தியாவசியமானதுமாகும். செல்கள் வளருவதற்கும், புதுப்பிக்கப்படுவதற்கும் புரதம் இன்றியமையாதது. புரதம் எல்லா உணவுப் பொருள்களிலும் குறைந்த அளவாவது இருக்கின்றது. ஆனாலும் மாமிசம், முட்டை, பால், கோதுமை, கடலை, பட்டாணி போன்ற உணவுப் பொருள்களில் புரதம் அதிகமாக இருக்கின்றது.

புரதத்தின் இரசாயனப் பாகப் பொருள்கள்

புரதத்தில் கீழ்க்கண்ட மூலப் பொருள்களே அடிப்படைப் பொருள்களாக அமைகின்றன: (1) **கரிமம்** (carbon), (2) **ஹைட்ரஜன்** (hydrogen), (3) **பிராண வாயு** (oxygen), (4) **கந்தகம்** (sulphur), (5) **நைட்ரஜன்** (nitrogen), (6) **பாஸ்பரஸ்** (phosphorus) போன்றவை முக்கிய பாகப் பொருள்களாகும். புரதங்கள் பல வகைப்படும். மேற்சொன்ன பாகப் பொருள்கள் புரதங்களில் வெவ்வேறு

அளவில் கலந்திருக்கின்றன. அவை மூலப் பொருள்களின் சேர்க்கை விகிதங்களால் உண்டாகின்றன. புரதங்கள் பலவகைப் படுவதாலேயே அவற்றின் பண்புகளும் வேறுபடுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, சில புரதங்கள் நீரில் கரைகின்றன. மற்றவை கரைவதில்லை. சில புரதங்கள் இரும்பு, பித்தளை போன்ற உலோகங்களுடன் கலக்கின்றன. மற்றவை கலப்பதில்லை. ஒரு திரவத்திலும் கரையாத புரதங்கள் சிலவும் உள்ளன.

புரதம் பல அணுத் திரள்களின் அல்லது மூலக்கூற்றின் (molecules) சேர்க்கையாகும். ஒவ்வொரு அணுத்திரளும் நுண்ணிய பொருள்களாலானது. புரதங்களின் மூலப்பொருள்கள் அமினோ அமிலங்கள். அமினோ அமிலங்கள் பல வகைப்படும். அமினோ அமிலங்களின் கூட்டுச் சேர்க்கையால் பல வகையான புரதங்கள் உண்டாகின்றன. புரதங்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று வேறு படுவதன் காரணம் அமினோ அமிலங்கள் வெவ்வேறு அளவில் கலந்திருப்பதால்தான். அமினோ அமிலங்களின் அணுத்திரள் எடை அல்லது மூலக்கூற்று எடை (Molecular weight) *35,000* முதல் *210,000* வரை உள்ளன. அமினோ அமிலங்களில் முக்கிய மானவை: (1) ஆர்ஜினைன் (arginine) (2)ஹிஸ்டிடைன்(Histidine), (3)ஐசோலியூசின் (isoleucine), (4)லியூசின் (leucine), (5) லைசின் (lysine), (6) மெத்தியோனின் (methionine), (7) ஃபினைல் அலனின் (phenyl alanine),(8) திரியோனின் (threonine), (9) ட்ரிப் டோஃபேன் (tryptophane), (10) வாலின் (valine) ஆகியவை களாகும்.

இதுவரை 25 வகையான அமினோ அமிலங்கள் கண்டுபிடிக் கப்பட்டுள்ளன. அமினோ அமிலங்களின் எல்லா வகையும் உயிரி களுக்குத் தேவையே. சில அமினோ அமிலங்களை உயிரிகள் தானாகவே உற்பத்தி செய்கின்றன. மற்றவைகளை உயிரிகள் அவை உட்கொள்ளும் உணவுப் பொருள்களிலிருந்துதான் பெற்றுக் கொள்ளுகின்றன. தானாக உற்பத்தி பண்ணும் அமினோ அமிலங் களை (ஃபினைல் அலனின், ட்ரிப்டோஃபேன் வகையரு முக்கிய அமினோ அமிலங்கள் (essential amino acids) என்றும் மற்ற வைகளை (கிளிசைன், குளுட்டாமிக் அமிலங்கள் வகையரு முக்கிய மற்ற அமினோ அமிலங்கள் (non-essential amino acids) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

அமினோ அமிலங்களின் வேதியியலமைப்பு

அமினோ அமிலங்களில் ஓர் அமினோ (NH_2) பகுதியும் ஒரு கார்பாக்சில் (carboxyl-COOH) பகுதியும் அடங்கும். அமினோ பகுதி ஒவ்வொரு அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்டோ காணப்படும்.

மேலும், அமினோ பகுதியும், கார்பாக்சில் பகுதியும் ஓர் கரி (carbon) அணுவின் உதவியால் தான் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும். மேலும், ஒரு அமினோ அமிலத்தின் அமினோ பகுதி மற்ற அமினோ அமிலத்தின் கார்பாக்சில் பகுதியினுடன் சேரும் தன்மையுடையது. அதனால்தான் இரண்டு அமினோ அமிலங்கள் இணைக்கப்படின் அதனை 'டைபெப்டைட்' (dipeptide) என்றும் மூன்று அமினோ அமிலங்கள் இணைக்கப்படின் 'ட்ரைபெப்டைட்' (tripeptide) என்றும், பல அமினோ அமிலங்கள் இணைக்கப்படின் 'பாலிபெப்டைட்' (polypeptide) என்றும் பிரிவுபடுத்துகிறோம்.

புரதத்தின் வகைபாடு

புரதம், **தனிப்புரதம்** (simple protein), **கலப்புப் புரதம்** (conjugated protein), **வரப்பெற்ற புரதம்** (derived protein) என்று மூன்று வகைப்படும்.

தனிப்புரதம்

தனிப்புரதம் நீருடன் சேர்ந்தால் அமினோ அமிலங்களாகப் பிரிந்து விடும். கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளவை பல வகை தனிப் புரதங்களாகும்:

1. **ஆல்புமின்கள்** (Albumines): இவை நீரில் கரையும். ஆனால் உஷ்ணப்படுத்தினால் உறையும் தன்மையுடையன. இவ்வகையில் முட்டையிலுள்ள வெண்கருவும் இரத்தத்திலுள்ள சீரமும் முக்கியமாகும். கோதுமை, பார்லி போன்ற தானியங்களில் கிடைக்கும் **லியுக்கோசின்** (leucosin), பட்டாணிகளில் கிடைக்கும் **லெகுமெலின்** (legumelin) போன்றவைகளும் தனிப்புரதங்களே.

2. **ஆல்புமினாய்டுகள்** (Albuminoids): இவ்வகைப் புரதம் எந்தவிதமான கரைப்பானிலும் கரைவதில்லை. மேல்தோலிலுள்ள கெராட்டின் (keratin), முடி, கொம்பு, நகம் போன்றவை இவ்வகை புரதத்தைச் சார்ந்ததாகும்.

3. **குளோபுலின்கள்** (Globulins): இவை அமிலங்களிலும், காரங்களிலும் கரைவதில்லை. சீரத்திலுள்ள குளோபுலின், பைபிரினோஜன் தசைகளிலுள்ள மையோசின், முட்டையின் வெள்ளைக் கருவில் உள்ள ஓவோ குளோபுலின் போன்றவை குளோபுலின்களாகும்.

4. **குளுட்டலின்கள்** (Glutelins): இவை நீர்த்த அமிலங்களிலும் காரங்களிலும் கரைகின்றன. நீரில் கரைவதில்லை.

(உ.ம்.) கோதுமையிலுள்ள குளுட்டலின், அரிசியிலுள்ள ஓரிசெனின் (oryzenin) ஆகியவை.

5. **ஹிஸ்டோன்கள்** (Histones): இவை நீர்த்த அமோனியாவில் கரைவதில்லை. ஆனால், நீரில் கரைகின்றன. (உ.ம்.) இரத்த சிவப்பணுவிலுள்ள குளோபின் உயிரின் திசுக்களின் உட்கரு புரதத்திலுள்ள (nucleoprotein) ஹிஸ்டோன் ஆகியவை.

6. **புரோட்டமின்கள்** (Protamins): இவை நீரில் கரையும். சால்மன் விந்துக்களிலுள்ள **சால்மின்**, குளுப்பிடுகளின் (glupid) விந்துக்களிலுள்ள **குளுப்பினும்** சாதாரண புரோட்டமின்களாகும்.

கலப்புப் புரதம்

கலப்புப் புரதங்களில் புரத அணுத்திரள்கள் அல்லது மூலக் கூறுகள் மற்ற மூலக் கூறுகளுடன் கலந்திருக்கும். இவை புரோட்டின் அல்லாத மூலக் கூறுகளாகும். இதைப் பொதுவாக **புராஸ்தெட்டிக் பகுதி** (prosthetic groups) என்று சொல்வதுண்டு. கீழே கொடுக்கப்பட்டவை வெவ்வேறு கலப்புப் புரதங்களாகும்.

1. **குரோமோ புரதங்கள்** (Chromo Proteins): இவற்றில் புரத அணுத்திரள்கள் புராஸ்தெடிக் பகுதியான ஹீம் (haem) அல்லது இரும்பு மூலக் கூறுகளுடன் சேர்ந்திருக்கின்றன. (உ.-ம்) **ஹீமோகுளோபின், ஹீமோசையனின்.**

2. **கிளைக்கோ புரதங்கள்** (Glyco Proteins): இங்கு புரதம் மாவுப் பொருள்களுடன் கூட்டு சேர்ந்திருக்கிறது.

(உ.-ம்.) உமிழ்நீர், வயிற்றிலும் குடலிலும் சுரக்கும் நீர் ஆகியவற்றில் உள்ள ம்யூசின் (mucin), முட்டையின் வெண்கருவிலுள்ள **ஓவோமூக்காய்டு** (ovomucoid) ஆகியவை.

3. **லெசித்தோ புரதங்கள்** (Lecitho Proteins): புரத மூலக் கூறுகள் புராஸ்தெடிக் பகுதியான லெசித்தினுடன் கலந்திருக்கும். (உ.-ம்.) திசு ஃபைபிரிஜேஜன், முட்டை, உணவு.

4. **உட்கரு புரதங்கள்** (Nucleo Proteins): புரோட்டமின் அல்லது ஹிஸ்டோன் புரதங்கள் உட்கரு அமிலங்களுடன் கலந்திருக்கும். (உ.-ம்.) தைமஸ் (thymus), ஈஸ்ட் ஆகியவை.

5. **பாஸ்பரஸ் புரதங்கள்** (Phospho Proteins): புரதம் பாஸ்பரசுடன் இணைந்திருக்கும். (உ.-ம்.) பாலில் உள்ள **கேசின்** (casein) முட்டை மஞ்சட் கருவிலுள்ள ஓவோ விட்டலின்.

வரப்பெற்ற புரதம்

இப் புரதம் இயற்கையான புரதத்தை நீர்த்தும் பொழுது கிடைக்கின்றது. இதில் **புரோட்டியேசஸ் பெப்டோன்கள், பெப்டைடுகள்** (proteases peptones and peptides) போன்ற இடைநிலைப் பொருள்கள் கிடைக்கின்றன.

புரதங்களில் கிடைக்கும் மூலப் பொருள்களைக் கொண்டும் புரதங்களை வகைப்படுத்தலாம். முட்டையிலுள்ள புரதத்தை **முட்டைப் புரதம்** (albumin), தயிரிலுள்ளதைக் கேசின் (casein) என்றும், மாமிசத்திலுள்ளதை **மாமிசப் புரதம்** (meat protein) என்றும், கடலை பட்டாணி போன்றவைகளிலுள்ள புரதத்தைப் **பயிற்றுப் புரதம்** (millet protein) என்றும் அழைப்பதுண்டு.

புரதங்களின் குணங்கள்

1. புரதங்கள் கொலாய்டு போன்றவை. ஆனல், அவற்றில் அடங்கிய பொருள்கள் பெரியனவாக இருக்காது.

2. புரதங்கள் மெதுவாகவே கரைகின்றன.

3. சாதாரணமாக, புரதங்கள் ஜவ்வுகள் வழியாகக் கடந்து செல்வதில்லை. புரதமூலக்கூறுகள் பெரியதாக இருப்பதால் அவை இராட்சத மூலக் கூறுகள் எனப்படுகின்றன.

4. புரதங்கள் கூழ் போன்றிருக்கலாம். ஆனல், அவற்றுடன் நீர் கலந்தால் திரவமுமாகலாம்.

5. புரதங்கள் கரைப்பானில் கரைந்த பிறகு நிலைத்த தன்மை அடைகின்றன. ஆனலும் வெப்பம் pH போன்றவை அதிகரிக்குமானல் அவற்றின் தன்மைகள் மாறிவிடுகின்றன.

6. புரதங்களை உஷ்ணப்படுத்தும்பொழுது அவை பொதுவாகவே உறைகின்றன.

7. புரதங்கள்தான் புரோட்டோபிளாசத்தின் முக்கிய அடிப்படைப் பொருளாகும்.

8. கரி, ஹைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன், பாஸ்பரஸ் ஆகியவையே புரதங்களின் முக்கிய பாகப் பொருள்கள்.

9. உடலுக்குத் தேவையான நைட்ரஜன், கந்தகம், பாஸ்பரஸ் போன்றவை புரதங்களில்தான் கிடைக்கின்றன.

உட்கரு புரதங்கள்-உட்கரு அமிலங்கள்

உட்கரு புரதங்கள் தற்கால ஆராய்ச்சிகளில் மிகவும் முக்கியத்துவம் அடைந்துவிட்டன. உட்கரு புரதங்களில் உட்கரு அமிலத்துடன் ஹிஸ்டோன் அல்லது புரோட்டமைன் சேர்ந்திருக்கும். உட்கரு அமிலங்கள் இரண்டு வகைப்படும்: **(1) டெஸ் ஆக்சிரிபோ உட்கரு அமிலம்** (DNA), (2) **ரிபோ உட்கரு அமிலம்** (RNA) ஆகிய இரண்டும் உட்கரு அமிலங்களாகும். டெஸ் ஆக்சிரிபோ உட்கரு அமிலம் உட்கருவில்தான் காணப்படுகிறது. ரிபோ உட்கரு அமிலம் சைட்டோ பிளாசத்திலும், சிறிதளவு உட்கருவிலும் காணப்படுகின்றது. உட்கரு அமிலம் நியுக்ளியோடைடு என்ற பல சிறிய பகுதிகளால் ஆனது. காஸ் பெர்சனும் (Cas Persson) மற்றும் ஆராய்ச்சியாளர்களும் உட்கரு அமிலங்கள் புரதம் உண்டாக்குவதில் மிகுந்த பங்கு பெறுகின்றன என்று கருதுகின்றனர். கீஸ் (giese), தசைகளிலும், மைட்டோ கோண்டிரியா (mitochondria), குரோமோசோம்கள் (chromosomes) ஆகியவற்றில் இருக்கும் உட்கரு அமிலங்கள் செல்லில் பல செயல்களில் ஈடுபடுகின்றன என்று அறிந்தார். உட்கரு அமிலங்கள் சில மாவுப் பொருள்களை (poly saccharides) உற்பத்தி பண்ணுவதிலும் உதவி செய்கின்றன. குரோமோசோமில் உள்ள டெஸ் ஆக்சி உட்கரு அமிலம் இனவிருத்தி அடைந்து பாரம்பரியத்திற்கு உதவுகின்றது.

மாவுப் பொருள்கள்

மாவுப் பொருள்களில் கரி, ஹைட்ரஜன், பிராணவாயு ஆகிய மூன்றும் வெவ்வேறு அளவில் கலந்திருக்கும். ஸ்டார்ச், சர்க்கரை போன்றவை சாதாரண மாவுப் பொருள்களாகும். மாவுப் பொருள்கள் உடலுக்குச் சக்தியைக் கொடுக்கின்றன. மேலும் இவை தான் நம் உணவுப் பொருள்களில் பெரும்பான்மையாகக் காணப்படுகின்றன.

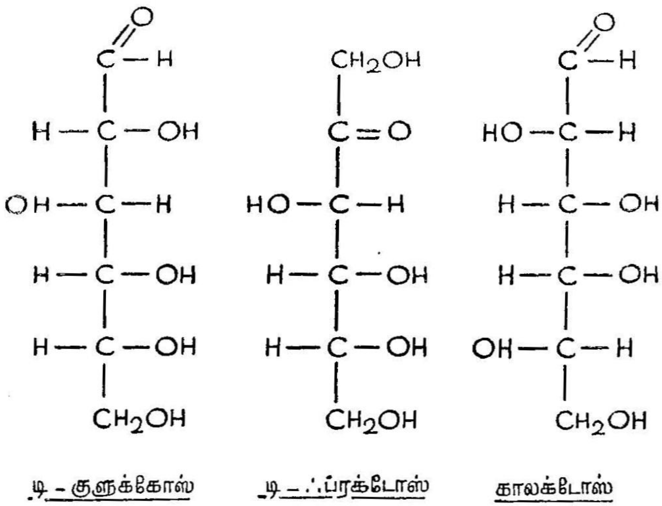
மாவுப் பொருள்கள் மூன்று வகைகளாக வகைப்படுத்தப் பட்டுள்ளன:

1. மானோ சாக்கரைடுகள் (mono saccharides)
2. டை சாக்கரைடுகள் (di saccharides)
3. பாலி சாக்கரைடுகள் (poly saccharides)

மாவுப் பொருள்களின் பொதுப் பொருள்கள் ஹைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன், கரி ஆகிய மூன்றுமாகும். இவற்றில் ஹைட்ரஜனும், ஆக்ஸிஜனும் 2 : 1 என்ற விகிதத்தில் (அவை நீரில் கரைந்திருப்பது போன்று) கலந்திருக்கின்றன.

மானோ சாக்கரைடுகள்

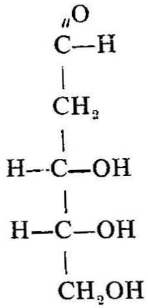
இவை தனித்திருக்கும் மாவுப் பொருள்களாகும். மானோ சாக்கரைடுகளின் பொதுச் சூத்திரம் $Cn(H_2O)n$. இதில் n என்பது எண்ணிக்கையைக் குறிக்கும். மானோ சாக்கரைடுகளில் கரியின் அணுக்களும், நீரின் மூலக் கூறும் சமமாக இருக்கும். அதாவது கரி அணுக்கள் எத்தனை இருக்கின்றனவோ அத்தனை அளவு நீரின் மூலக் கூறும் சேர்ந்திருக்கும். இப்படியாக டயோசஸ், ட்ரையோசஸ், டெட்ரோசஸ், பென்டோசஸ், ஹெக்சோசஸ், ஹெப்டோசஸ் (dioses, trioses, tetroses, pentoses, hexoses, heptoses) போன்ற பாலி சாக்கரைடுகள் முறையே இரண்டு மூன்று, நான்கு, ஐந்து, ஆறு, ஏழு கரி அணுக்கள் கொண்டவை. $C_4H_{14}O_7$, $C_4H_8O_4$, $C_6H_{12}O_6$ ஆகியவை முறையே ஹெப்டோஸ், டெட்ரோஸ், ஹெக்சோஸ் ஆகிய சாக்கரைடுகளின் சூத்திரங்களாகும். ஆறு கரி அணுக்கள் கொண்ட மானோ சாக்கரைடுகளே மிக முக்கியமானவை. இவை ஹெக்சோசஸ் எனப்படும். இவற்றில் குளுக்கோஸ், ஃப்ரக்டோஸ், காலக்டோஸ் (glucose, fructose, galactose) ஆகியவை முக்கியமானவையாகும்.



டி - குளுக்கோஸ் டி - ஃப்ரக்டோஸ் காலக்டோஸ்

ஐந்து கரி அணுக்கள் சேர்ந்த பெண்டோஸ் மானோ சாக்கரைடுகள் உட்கரு அமிலங்களில் இருப்பதால் அவை முக்கியமாகக் கருதப்படுகின்றன. 2-டி- ஆக்சி -டி-ரிபோஸ்

இவ்வகையைச் சார்ந்ததாகும். இது செல்லின் உட்கருவில் காணப்படுகிறது.



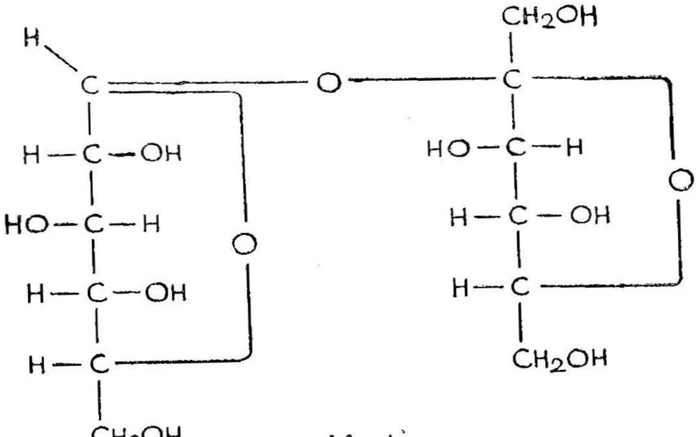
டி-2-டி ஆக்சி ரிபோஸ்

டை சாக்கரைடுகள்

டை சாக்கரைடுகள் நீரில் கரைவன. இரண்டு மானோ சாக்கரைடுகள் கலக்கும்பொழுது ஒரு நீர் மூலக்கூறு வெளியாகின்றது. இதனால் கிடைப்பது ஒரு டை சாக்கரைடாகும்.

$$C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6 \longrightarrow C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$$

குளுக்கோஸ் ஃப்ரக்டோஸ் சூக்ரோஸ் நீர்



சூக்ரோஸ்

சூக்ரோஸ் கரும்புச் சாற்றில் (கரும்புச் சர்க்கரை) கிடைக்கின்றது. பீட்ரூட் போன்ற கிழங்கு வகைகளிலும் உண்டு.

சுக்ரோசை நீர்த்தும்பொழுது அது ஒரு குளுகோஸ் மூலக் கூறாகவும் ஒரு ஃப்ரக்டோஸ் மூலக்கூறாகவும் பிரிந்துவிடுகின்றது.

மால்ட்டோஸ் (maltose) என்ற மால்ட் சர்க்கரை டை சாக்கரைடாகும். இது ஸ்டார்ச்சு குளுக்கோசாக செரித்தல் ஆகும்பொழுது கிடைக்கின்றது. லாக்டோஸ் (lactose) என்ற பால் சர்க்கரை இரண்டு குளுகோஸ் மூலக்கூறுகள் சேரும் பொழுது கிடைக்கின்றது. லாக்டோசை நீர்த்தும்பொழுது ஒரு குளுகோஸ் மூலக்கூறும், ஒரு காலக்டோஸ் மூலக்கூறும், உண்டா கின்றன. லாக்டோஸ் பொதுவாகப் பாலூட்டிகளின் பால் சுரப்பி களிலிருந்து சுரக்கும் பாலில் கிடைக்கின்றது.

பாலி சாக்கரைடுகள்

பல மானோ சாக்கரைடுகள் ஒன்று சேரும்பொழுது பாலி சாக்கரைடுகள் உண்டாகின்றன. பாலி சாக்கரைடுகள் ஒரே மாதிரியான மானோ சாக்கரைடுகளினாலும் அல்லது பல மாதிரியான மானோ சாக்கரைடுகளின் கூட்டாலும் உண்டாக லாம். அவற்றின் பொதுவான சூத்திரம் $(C_6H_{10}O_5)n$. இங்கு n மானோ சாக்கரைட் அணுத் திரளின் எண்ணிக்கையைக் குறிக்கும்.

(உ-ம்.) ஸ்டார்ச்சு, கிளைக்கோஜன், செலுலோஸ், கைட்டின் ஆகியவை முக்கியமான பாலி சாக்கரைடுகளாகும். பாலி சாக்கரைடுகள் நீரில் கரையாதவை. ஜவ்வின் வழியாகக் கடந்து செல்ல முடியாதவை.

பாலி சாக்கரைடுகளில் முக்கியமானது ஸ்டார்ச்சு. இது தாவரங்களின் சேமிப்புப் பொருளாகும். ஸ்டார்ச்சு தாவர செல் களில் துகள்களாகக் காணப்படுகின்றன.

(உ-ம்.) உருளைக்கிழங்கு, பருப்பு வகைகள்.

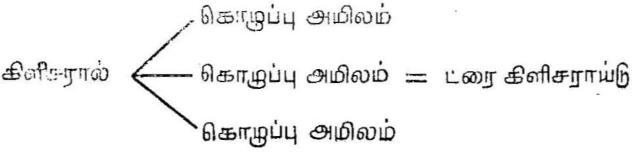
ஸ்டார்ச் துகள்கள் அமிலோஸ் (amylose), அமிலோ பெக்டின் (amylo pectin) என்ற இருவகையான பாலி சாக்கரைடு களின் கூட்டுப் பொருளாகும். கிளைக்கோஜன் விலங்குகளில் சேமிப்புப் பொருளாகக் காணப்படுகின்றது. பாலூட்டிகளில் கல்லீரலிலும், எலும்புத் தசைகளிலும் கிளைக்கோஜன் சேமித்து வைக்கப்படுகின்றது. உடலுக்குத் தேவையான நேரங்களில் கிளைக்கோஜன் திரும்பவும் குளுக்கோசாக மாற்றப்படுகின்றது. கிளைக்கோஜன் நீரில் கரையும் திறனுடையது.

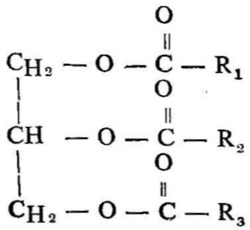
செலுலோஸ் அமிலோஸ் போன்றது. தாவரங்களின் செல் சுவர் செலுலோசால் செய்யப்பட்டது. செலுலோஸ் நீரில் கரை

யாது. மேலும், செலுலோசை விலங்குகள் ஜீரணிக்க முடியாது. ஆனால் ஆடு, மாடுகள் போன்ற கால் நடைகளும், மரத்தில் துளை யிடும் பூச்சிகளும் செலுலோசை ஜீரணித்துவிடுகின்றன. இதன் காரணம் செலுலோசை ஜீரணிக்கச் செய்யும் சில வகைப் பாக்டீரி யாக்கள் அவற்றின் குடலில் வசிப்பதால்தான். கிரஷ்டேஜியன்கள் (crustaceans) பூச்சிகள் இவற்றின் வெளிச்சட்டகம், கைட்டின் என்ற மற்றொரு வகை பாலி சாக்கரைடினால் ஆனது. கைட்டின் நீரில் கரையாது. டெக்ஸ்டிரின் என்பது ஸ்டார்ச்சு, மால்டோஸ் ஆகிய பாலி சாக்கரைடுகளின் இடைநிலையில் உள்ள பாலி சாக்கரைடு.

கொழுப்பு

கொழுப்புச் சத்து வெண்ணெய், நெய், மணிலா, கல்லீரல் எண்ணெய், எண்ணெய் போன்றவற்றில் இருக்கிறது. கொழுப்புப் பொருள்கள், கொழுப்பு கரி, ஹைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன் ஆகிய மூன்றின் கூட்டுப் பொருளாகும். கொழுப்பு உணவுப்பொருள்கள் சக்தியையும் வெப்பத்தையும் கொடுக்கும் தன்மை கொண்டவை. ஒரு கிராம் கொழுப்பில் 9 3 கலோரி சக்தி வெளிப்படுகிறது. கொழுப்புச் சத்து உள்ள உணவு 'லிப்பிட்ஸ்' என்று அழைக்கப் படுகின்றது. உண்மையான கொழுப்புச் சத்தை **நடுநிலை கொழுப்பு** (neutral fat) என்று சொல்வதுண்டு. **கிளிசரால்** (glycerol) முக்கிய கொழுப்புச் சத்தாகும். ஒரு கிளிசரால் மூன்று கொழுப்பு அமில மூலக்கூறுகளுடன் சேர்ந்திருக்கும்பொழுது அதை ட்ரை கிளிசராய்டு (triglyceroid) என்று சொல்கிறோம்.





ட்ரை கிளிசராய்டு

இதே போன்று ட்ரை பால்மிட்டினும் (tripalmitin), கிளிசராலுடன் மூன்று பால்மிட் அமிலத்தின் மூலக்கூறுகள் சேருவதால் உண்டாகும்.

கிளிசரால் — பால்மிட்டின் அமிலம்
பால்மிட்டின் அமிலம் = ட்ரை பால்மிட்டின்
பால்மிட்டின் அமிலம்

இதேபோன்று கிளிசராலுடன் மூன்று ஸ்டீரிக் அமில (stearic acid) மூலக்கூறுகளைச் சேர்க்கும்பொழுது ட்ரை ஸ்டீரின் உண்டாகின்றது. ட்ரையோலின் (trioline) கிளிசராலுடன் ஒலியிக் அமிலம் சேர்வதால் கிடைக்கும். மேற்சொன்ன பால்மிட்டிக், ஸ்டீரிக், ஒலியிக் கொழுப்பு அமிலங்களே சாதாரணமாகக் கிடைக்கும் கொழுப்பு அமிலங்களாகும்.

கூட்டுக் கொழுப்புப் பொருள்கள் :

கூட்டுக் கொழுப்புப் பொருட்களில் கொழுப்பு அமிலங்களுடன் ஆல்கஹாலும் சேர்ந்திருக்கும். இவற்றில் முக்கியமானது பாஸ்பரஸ் கொழுப்பு, காலக்டோ கொழுப்பு (phospho lipid, galacto lipid) ஆகிய இரண்டுமாகும்.

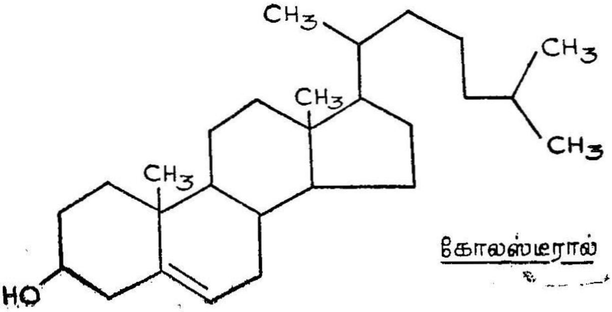
பாஸ்பரஸ் கொழுப்பு

கொழுப்புடன் பாஸ்பரஸ் சேரும்பொழுது பாஸ்பரஸ் கொழுப்பு உண்டாகின்றது. பாஸ்பரஸ் கொழுப்பு பல வகைப்படும். பாஸ்பரஸ் கொழுப்பு செல் சவ்வுகளில் உண்டு. மேலும் செல்லினுள்ளும் நீரில் கரையும் தாது உப்புகளுடனும் கலந்திருக்கும். பாஸ்பரஸ் கொழுப்புகள் பொருள்களைக் கொண்டு செல்லல், உறிஞ்சல், தன்மயமாக்கல் போன்ற பல்வேறு செயல்களில் ஈடுபடுகின்றன. ஆனால், மேற்சொன்ன கொழுப்புகளின் செயல்கள் தனித் தன்மையுடையன. அதாவது குறிப்பிட்ட வேலையில் குறிப்பிட்ட பாஸ்பரஸ் கொழுப்புதான் ஈடுபடுகின்றது. பாஸ்ஃபாட்டிடிக் அமிலம் (phosphatidic acid), பாஸ்பாட்டிடைல் கோலின்ஸ் (phosphatidyl cholins), லெசித்தின் போன்றவை சாதாரண பாஸ்பரஸ் கொழுப்புகளாகும். கொழுப்புகள் ஓரிடத்திலிருந்து மற்றொரு இடத்திற்குச் செல்ல லெசித்தின் பயன்படுகின்றது. மூளை, முட்டை, கல்லீரல் போன்றவற்றில் பாஸ்பரஸ் கொழுப்புகள் உண்டு.

காலக்டோ கொழுப்புகள் நரம்புத் திசுவில் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. இவற்றை கிளைக்கோ கொழுப்புகள் என்றும்

சொல்வதுண்டு. காரணம் இவற்றை நீராற் பகுக்கும்பொழுது (hydrolysis) சர்க்கரை கிடைக்கின்றது. நீராற்பகுத்தல் முறைக்கு காலக்டோஸ் பயன்படுவதும் குறிப்பிடத்தக்கதாகும்.

ஸ்டீரால் (sterol) என்பது ஆல்கஹாலின் திட ரூபமாகும். ஸ்டீரால் இரசாயன முறையில் கொழுப்பு வகையுடன் சார்ந்ததல்ல; அது ஆல்கஹால் வகையைச் சார்ந்ததாகும். ஸ்டீரால் கொழுப்பு அமிலங்களுடன் சேர்ந்து எஸ்டர் (ester-ஆல்கஹாலும் அமிலமும் சேர்ந்த கூட்டுப் பொருளாகும்) உண்டாவதற்குத் துணையாயிருப்பதால் தான் கொழுப்பு பொருள்களுடன் சேர்க்கப்பட்டிருக்கின்றது. **கோலஸ்டீரால்** (Cholesterol) ஒரு முக்கிய ஸ்டீராலாகும். இது நிலையான வேதியப் பொருளாகும். இது சில ஹார்மோன் அல்லது வைட்டமின் போன்ற வேதிய அமைப்புடையது.



கோலஸ்டீரால்

கோலஸ்டீராலின் படிகங்கள் ஒளி ஊடுருவும் தன்மையுடையன. மெழுகு போன்றது. கோலஸ்டீரால் பொதுவாக அங்கக அமிலங்களுடனும் கொழுப்பு அமிலங்களுடனும் சேரும். இப்படி சேருவதால் கோலஸ்டீரால் எஸ்டர் என்ற கூட்டுப்பொருள் கிடைக்கும். இரத்தத்திலும் தோலிலும் கோலஸ்டீரால் அதிகமாக உண்டு.

கொழுப்புச் சத்துப் பொருள்களின் குணங்கள்

1. நடுநிலை கொழுப்புகள் அல்லது உண்மைக் கொழுப்புகள் நீரில் கரைவதில்லை. ஈதர், குளோரோஃபாம், பென்சீன் போன்ற திரவங்களில் கொழுப்புகள் கரைகின்றன.

2. இவ்வாறு கரைந்த கொழுப்புகள் படிக வடிவங்களில் கிடைக்கக்கூடியன. மெழுகுத் தன்மையும் உடையன.

3. பால்மினேட்டுகள் (Palminates), ஸ்டீரேட்டுகள் (Stearates) அதிகம் உள்ள கொழுப்புப் பொருட்கள் திடமாகவும், ஒலியின் கலந்துள்ளவை எண்ணெய் போன்றும் உள்ளன.

4. சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடு(Sodium hydroxide)போன்ற காரத்துடன் கொழுப்பைச் சேர்த்துக் கொதிக்க வைத்து நீராற் பகுக்கலாம். இதனால் கிளிசராலும், சோடியம் உப்புகள் கலந்த கொழுப்பு அமிலங்களும் கிடைக்கின்றன. இம் முறையே சோப்பு செய்வதற்கும் பயன் படுகின்றது.

5. வெவ்வேறு கொழுப்புப் பொருட்களின் உருகு நிலைகள் சிறிது வேறுபடுகின்றன.

(உ-ம்.) பால்மிட்டிக் அமிலம்–உருகுநிலை 62.6°C
ஸ்டீரிக் அமிலம்-69.3°C
ஒலியிக் அமிலம்-14°C,

தாது உப்புகள்

தாது உப்புகள் நமது உடலின் எல்லா வேலைகளும் சீராக நடைபெறுவதற்கு மிகவும் அவசியம். இவற்றில் மிகவும் முக்கிய மானவை கால்சியம் அல்லது சுண்ணம்பு, பாஸ்பரஸ், சோடியம், பொட்டாசியம், மக்னீசியம், இரும்பு, அயோடின், கந்தகம் போன்றவை. மேற்சொன்ன உப்புகள் யாவும் நமக்கு உணவின் மூலமே கிடைக்கின்றன. சில தாது உப்புகள் நமக்குச் சிறிய அளவேதான் வேண்டியதிருந்தாலும் அவை முழுதும் இல்லா திருந்தால் சில குறிப்பிட்ட குறைகள் ஏற்படுகின்றன. இதை பல பரிசோதனைகள் மூலம் ஆராய்ந்திருக்கின்றனர்.

கால்சியம் (Calcium): கால்சியம் அல்லது சுண்ணம்புச் சத்து பால், வெண்ணெய், காய்கறிகள், ஆரஞ்சு, விதைப் பருப்புகள், முட்டை முதலியவற்றிலிருந்து கிடைக்கின்றது. கால்சியம் எலும்பு, பல் போன்ற கடின பாகங்கள் வளருவதற்கு உபயோகப்படுகின்றது. 'உடல் வளர்ச்சிக்கும் துணை புரிகின்றது. இரத்தம் உறைவதற்கும், தசைகள் சுருங்கி விரிவதற்கும், நரம்புகள் உணர்ச்சியுறுவதற்கும் கால்சியம் மிகவும் தேவைப் படுகிறது.

கால்சியம் குறைவாகச் சாப்பிடும் பொழுது எலும்புகளின் வளர்ச்சி குன்றி விடுகின்றது. சிறுவர்களுக்கு **ரிக்கட்** (Rickets) என்ற குழந்தைக்கணை அல்லது கால்வளைவு நோயை உண்டாக்கி விடுகின்றது. இதன் காரணம் கால்சியம் குறைவினால் கால்

எலும்புகள் வளர்ச்சி குன்றி விடுவதே. கால்சியம் குறைவதால் பல் வியாதிகளும் உண்டாகின்றன. இரத்தம் உறைவதற்கு கால்சியம் தேவைப்படுகிறது.

பாஸ்பரஸ் (Phosphorus) : பால், நெய், தானியங்கள், காய்கறிகள், இறைச்சி, மீன் போன்ற உணவுப் பொருட்களில் பாஸ்பரஸ் உண்டு. பாஸ்பரஸ் எலும்புகள், பற்கள், தசைகள் வளர்ச்சிக்கு இன்றியமையாதது. நொதிகளை வேலை செய்யத் தூண்டுதலும் பாஸ்பரசின் வேலை ஆகும். மாவுப் பொருட்கள் கொழுப்புகளின் வளர்சிதை மாற்றங்களிலும் செல்லில் பாஸ்பாட்டிடுகளும், உட்கரு அமிலங்கள் உண்டாவதற்கும் பாஸ்பரஸ் துணை செய்கின்றது. பாஸ்பரஸ் குறைந்தால் வளர்ச்சி குன்றி விடுகிறது. மேலும் எலும்புகளும், பற்களும் வளர்ச்சி தடைபட்டு குறைவு அடைகின்றன.

சோடியம் (Sodium) : சோடியம் ஊடு பரவல் அழுத்தத்தை ஒரே சீராக வைத்துக்கொள்கிறது. சோடியம் குறைவதால் உடலின் எடை குறைந்து விடுகிறது. மேலும் நரம்புகளின் தளர்ச்சி ஏற்படுகிறது. சோடியம் நமக்கு சாதாரண உப்பின் மூலம் கிடைக்கின்றது.

பொட்டாசியம் (Potassium) : பொட்டாசியம் வளர்ச்சிக்கும், தசைகள் வேலை செய்வதற்கும், ஊடுபரவல் அழுத்தத்தை ஒழுங்காகக் காப்பாற்றுவதற்கும் பயன்படுகிறது. எலிக் குட்டிகள் பொட்டாசியக் குறைவினால் வளர்ச்சி இன்றி, கடைசியில் இறந்தும் விடுகின்றன. மேலும் பொட்டாசியம் குறைவதால் நரம்புகள் ஒழுங்கு தவறுதல், இதயத் துடிப்பு ஒழுங்கின்மை, தசைகள் குறைவாகச் சுருங்கி விரிதல் போன்ற குறைகள் ஏற்படுகின்றன. தாவரங்களிலிருந்து கிடைக்கும் உணவுப் பொருட்களில் இச் சத்து மிகுதியாக உள்ளது.

மக்னீசியம் (Magnesium) : மக்னீசியம் நரம்புகளின், தசைகளின் தொடு உணர்ச்சியை அதிகரிக்கின்றது. மக்னீசியம் குறைவானல் நரம்புத் தளர்ச்சி, வளர்ச்சி குன்றல், இதயத் துடிப்பு ஒழுங்கின்மை போன்றவை ஏற்படுகின்றன. பொதுவாக எல்லா உணவுப் பொருட்களிலும் இது கலந்திருக்கும்.

இரும்பு (Iron): இரும்புச் சத்து ஹிமோகுளோபின் உண்டாவதற்கு மிகவும் அவசியம். ஹிமோகுளோபின் சிவப்பு இரத்த அணுவில் காணப்படும் துகள்களாகும். இரும்புச் சத்து குறையும்பொழுது சோகை உண்டாகின்றது.

அயோடின் (Iodine) : அயோடின் தைராய்டு ஹார்மோன் உண்டாவதற்குத் தேவைப்படுகிறது. வளர்சிதை மாற்றம் நடைபெறுவதற்கும் அயோடின் அவசியம். அயோடின் குறைவால் வளர்சிதை மாற்றம் பாதிக்கப்படுகின்றது.

கந்தகம் (Sulphur) : சில புரதங்கள் உண்டாவதற்குக் கந்தகம் துணை செய்கின்றது.

பித்தளை (Brass) : ஹிமோசையானின் போன்ற இரத்த அணுக்கள் பித்தளை உலோகத்தினால் ஆனவை. இரத்த சிவப் பணுக்கள் (erythrocytes) உண்டாவதற்கு பித்தளை தூண்டு கோலாக இருக்கிறது.

புரோமின் (Bromine), : புரோமின் இரத்தம் மற்றும் திசுக் களிலும் காணப்படுகின்றது.

மேற்சொன்ன உப்புகள் தவிர அலுமினியம், போரான், ஆன்டிமெனி, கோபால்ட், நிக்கல், துத்தநாகம், ஆர்செனிக் போன்ற உப்புகளும் நமக்கு உணவாகத் தேவைப்படுகின்றன.

உணவு வகை	உட்பிரிவுகள்	கிடைக்கும் பொருட்கள்	வேலைப்பயன்கள்	குறைவால் ஏற்படுவன	மிகுதியால் ஏற்படுவன
புரதம்	**தனிப்புரதங்கள்**				
	ஆல்புமின்கள்	முட்டையின் வெண்கரு இரத்தசீரம், கோதுமை, பார்லி, பட்டாணி	1. உடலின் திசுக்களைக் கட்டுதலும் புதுப்பித்தலும். 2. உடற் செயல்களை ஒழுங்காக்குதல். 3. உடற் செயல்களுக்கு சக்தி அளித்தல்.	**குழந்தைகளில்:** 1. வளர்ச்சி குறைகிறது 2. உடல் வீக்கம் ஏற்படுகின்றது 3. தோல் காய்ந்து வெடிக்கின்றது. 4. வயிற்றுப்போக்கு உண்டாகும் 5. இரத்த சோகை உண்டாகும் 6. நோய்களை எதிர்க்கும் சக்தி குறைகின்றது 7. கல்லீரல் வீங்கி பெரிதாவதால் குழந்தை இறந்து விடலாம். **பெரியவர்களில்** 1. எடை குறைதல் 2. இரத்தசோகை 3. பாதங்களில் வீக்கம் 4. நோய்களை எதிர்க்கும் சக்திகுறைகின்றது 5. வயிற்றில் நீர் தேங்குகிறது.	
	ஆல்புமினாய்டுகள்	முடி, நகம், கொம்பு			
	குளோபுலின்கள்	இரத்தசீரம், கோதுமை, அரிசி			
	குளூட்டலின்கள்	கோதுமை, அரிசி			
	ஹிஸ்டோன்கள்	இரத்த சிவப்பணு, உட்கரு புரதம்			
	புரோட்டமின்கள்	சால்மன் விந்து			
	கலப்புப் புரதம்				
	குரோமோ புரதங்கள்	இரத்த சிவப்பணு			
	கிளைக்கோ புரதங்கள்	உமிழ்நீர், முட்டை வெண்கரு			

	லெசித்தோ புரதங்கள்	இரத்தம், முட்டை			
	உட்கரு புரதங்கள்	தைமஸ், ஈஸ்டு			
	பாஸ்பரஸ் புரதங்கள்	பால், முட்டை			
மாவுப் பொருட்கள்	**மானோசாக் கடைடுகள்**				
	குளுக்கோஸ்	திராட்சை, காய்கறிகள், தேன், இரத்தம்	1. உடலின் முக்கிய பாகப் பொருளாவது 2. சக்தியைக் கொடுப்பது.		
	ஃப்ரக்டோஸ்	பழச்சாறு, தேன்		1. மாவுப் பொருட்கள் தான் சக்தியைக் கொடுக்கின்றன மாவுப் பொருட்கள் வளர்ச்சிதைமாற்றம் அடையும் பொழுது சக்தி வெளிப்படுகின்றது. சக்தி செல்களில் பயன்படுகிறது.	மாவுப்பொருட்கள் சரியானபடி பயன்படாத பொழுது இரத்தத்தில் மாவுப்பொருட்களின் அளவு அதிகரித்து விடுகிறது. அவை சிறு நீரகங்களில் உறிஞ்
	காலக் டோஸ்	தனித்துக் கிடைப்பதில்லை சர்க்கரையுடன்சேர்ந்துகாணப்படும். நரம்புத்திசுக்களில் புரதத்துடனும் கொழுப்புடனும் கலந்திருக்கும்.			

உணவு வகை	உட்பிரிவுகள்	கிடைக்கும் பொருட்கள்	வேலைப்பயன்கள்	குறைவால் ஏற்படுவன	மிகுதியால் ஏற்படுவன
					சப்படாத பொழுது சிறுநீருடன் சர்க்கரை வெளியேற்றப்படுகின்றது. இந்நோய் நீரிழவு (Diabetes) என்றுஅழைக்கப்படும்.
	டைசாக்கரைடுகள்				
	சூக்ரோஸ்	கரும்பு, பீட்ரூட், அன்ஞசிப் பழம், இனிப்பான காரட்			
	மால்டோஸ்	முளைவிட்ட விதைகள்			
	லாக்டோஸ்	பால்			
	பாலிசாக்கரைடுகள்				
	ஸ்டார்சு	கிழங்குகள்			
	டெக்ஸ்டிரின்	முளைவிட்ட விதைகள்			
	கிளைக்கோஜன்	கல்லீரல், இரைச்சி			

	செலுலோஸ்	விதைகள், தானியங்கள், காய்கறிகள்			
கொழுப்பு	நடுநிலைக் கொழுப்பு				
	கிளிசரால்	இறைச்சி, முட்டை, நெய், தாவர எண்ணெய்கள், வித்துகள்.	1. வெப்பம் வெளியேறுவதைத் தடுக்கின்றது 2. வேலை செய்யும்திறனைக் கொடுக்கின்றது. 3. உறுப்புகளைப் பாதுக்கின்றது.	இச்சத்து குறையுமானல் 1. தோல் உலர்ந்து விடுகிறது. 2. கொழுப்பு கரையும் வைட்டமின்களான A-யும் D-யும் அளவில் குறைந்து விடுகின்றன.	1 உடல் பருக்கின்றது. 2. குழந்தைகளுக்குசெரித்தல் ஒழுங்காக நடைபெருது. 3. கோலாஸ்டீரால் அதிகமானல் அது இரத்தக் குழாய்களில் படிகின்றது. இந்நிலை தொடருமானல் இரத்தக்கொதிப்பும் இருதய நோய்களும்உண்டாகும்.
	கூட்டு கொழுப்புகள்				
	பாஸ்பரஸ் கொழுப்பு	மூளை, முட்டை, கல்லீரல்			
	காலக்டோ கொழுப்பு	நரம்புத்திசு			
	ஸ்டீரால்	இரத்தம், தோல்			

உணவு வகை	உட்பிரிவுகள்	கிடைக்கும் பொருட்கள்	வேலைப் பயன்கள்	குறைவால் ஏற்படுவன	மிகுதியால் ஏற்படுவன
தாதுஉப்புகள்	கால்சியம்	பால், வெண்ணெய், காய்கறிகள், ஆரஞ்சு, விதைப்பருப்புகள், முட்டை	1 உறுதியானபற்களையும் எலும்புகளையும் உண்டாக்குகின்றன. 2. இரத்தம் உறைதலுக்கு உதவுகின்றது. 3. நரம்புகளும், தசைகளும் ஒழுங்காகவேலைசெய்ய உதவுகின்றது. 4. ரிக்கெட் நோய் வராமால் தடுக்கின்றது 5. கர்பிணிகளுக்கு சக்தியைக கொடுக்கின்றது.	1. எலும்புகளின் வளர்ச்சி குன்றி விடுகிறது. 2. குழந்தைக் கணை என்ற நோய் உண்டாகின்றது. 3. பல் வியாதிகள் உண்டாகின்றன	
	பாஸ்பரஸ்	பால், நெய், தானியங்கள், காய்கறிகள், இறைச்சி, மீன்	1 உறுதியான பற்களையும்எலும்புகளையும் உண்டாக்குகின்றன. 2. ரிக்கட் நோயை வராமல் தடுக்கின்றது 3. வளர்ச்சிதை மாற்றத்தைத் தூண்டுகிறது. 4. இரத்தத்தை நடுநிலையில் வைக்கத் தேவைப் படுகிறது.	1. வளர்ச்சி குன்றி விடுகிறது 2. எலும்புகளும் பற்களும் குறைவு வளர்ச்சியால் பாதிக்கப்படுகின்றன.	

சோடியம்	சாதாரண உப்பு		1. உடலின் எடை குறைகின்றது. 2. நரம்புகளின் தளர்ச்சி ஏற்படுகின்றது. 3. களைப்பு, சோம்பல் முதலியன உண்டாகும்.
பொட்டாசியம்	தாரவ உணவு		1. வளர்ச்சி குன்றுகிறது. 2. இதயத்துடிப்பு ஒழுங்கின்மை 3. தசைகள் மெதுவாகச் சுருங்கி விரிகின்றன.
இரும்பு	கல்லீரல், மாமிசம், முட்டை, மஞ்சள், வெல்லம், பச்சைகாய் கறிகள். உலர்ந்த பழங்கள்	1. இரத்த சிவப்பணுக்கள் உண்டாவதற்குதேவைபடுகிறது 2. சிவப்பணுவில் போதிய அளவு இரும்புச் சத்து இருந்தால் தான் அவைஒழுங்காகச் செயல் பட முடியும்.	சோகை ஏற்படுகின்றது
அயோடின்	மீன் எண்ணெய், கடல் மீன்கள், கடல்கோரைகள், பச்சை கீரை, வெள்ளாட்டின் பால், வெங்காயம்.	1 அயோடின் தைராக்சின் ஹார்மோனைச் சுரக்கச் செய்கின்றது. 2 சிறுவர்களுக்கு உடல் வளர்ச்சியுறச் செய்கின்றது. 3. வாலிப வயதில். அயோ	1. வளர்ச்சிதை மாற்றம் பாதிக்கப்படுகின்றது. 2. அயோடின் குறைவினுல் தைராக்சின் ஹார்மோனை தைராய்டு சுரப்பதில்லை. 3. இதனுல் எக்சார்ப்தால்மியா என்ற நோய் உண்டாகின்றது.

உணவு வகை	உட்பிரிவுகள்	கிடைக்கும் பொருட்கள்	வேலைப்பயன்கள்	குறைவால் ஏற்படுவன	மிகுதியால் ஏற்படுவன
			டின் மிக அவசியம் 4. செல்களின் வளர்ச்சிதைமாற்றத்தை அதிகரிக்கின்றது 5. மயிர், எலும்பு போன்றவற்றின் வளர்ச்சியில் துணை செய்கின்றது.		
	கந்தகம்	முட்டை, பால், இறைச்சிதானியங்கள்	1. கொழுப்பு செரிப்பதற்குப் பயன் படுகிறது வைட்டமின் 2. B ஐ தயாரிப்பதில் உதவுகின்றது.	உணவு செரித்தலில் தாமதம் ஏற்படுகின்றது.	
	மக்னீசியம்	எல்லா உணவுப் பொருட்களிலும்		1. இரத்தக்குழாய் விரிதல் 2. நரம்பு எரிச்சல் ஏற்படுதல் 3. வலிப்பு உண்டாகும்.	

நீர்

மனிதன் உடலில் நீர் சுமார் 65 சதவீதம் இடம் பெற்றிருக்கின்றது. ஆனல் அதன் விகித அளவு பல்வேறு திசுக்களில் பெரிதும் வேறுபடுகின்றது. சில சுரப்பிகளின் திரவங்களில் (பால், ஜீரண நீர்கள்) 90-லிருந்து 99 சதவீதம் வரை நீர் இருக்கின்றது. இரத்தத்தில் அது 80% ஆகும். இதயம், இணைப்புத் திசு (Connective tissue) தசை, கல்லீரல் போன்ற திசுக்களில் 70-லிருந்து 80% அளவும், எலும்பு போன்ற கடினத் திசுக்களில் 20% அளவும் நீர் கலந்திருப்பதாகக் கணக்கிடப்படுகிறது. செல்களில் நீரும், மற்றும் செல் உள் உறுப்புகளும் இரண்டறக் கலந்து இருக்கின்றன. பொருட்கள் நீரில் மிதந்தும், கலந்தும் ஓரிடத்திலிருந்து மற்றும் இடங்களுக்கு வியாபகம் செல்லுகின்றன. பல உப்புகள் நீரில் கரைவதால் உப்புகள் எல்லா இடங்களுக்கும் செல்வது எளிதாக இருக்கின்றது.

நமக்கு நீர் மூன்று வகையில் கிடைக்கின்றது. நாம் தாகம் எடுக்கும் பொழுது நீர் அருந்துகிருேம். நாம் உணவு உட்கொள்ளும் பொழுது உணவுப் பொருட்களின் மூலமும் நீர் பெறுகின்ருேம். மேலும் பல உணவுப் பொருட்கள் ஆக்ஸிகரணம் அடையும்பொழுதும் நீர் உண்டாகின்றது. இப்படி வெளியாகும் நீரும் செல்லில் உபயோகப்படுகின்றது. மனிதன் ஒரு நாளுக்கு 2·5 லிட்டர் நீர் சாப்பிட வேண்டும் என்று ஆராய்ச்சியாளர்கள் கணக்கிட்டிருக்கின்றனர்.

நாம் உட்கொள்ளும் நீர் நமது உடலிலிருந்து நான்கு வகையாக வெளியேற்றப்படுகின்றது. 1. சுமார் 1·5 லிட்டர் அளவுள்ள சிறுநீர் ஒவ்வொரு நாளும் வெளியாகின்றது. 2. நாம் மூச்சு விடும்பொழுது நீர் ஆவியாதல் மூலம் வெளியேற்றப்படுகின்றது. (400 மி.லி.) 3. தோலின் மேற்பரப்பில் வியர்வையாக நீர் வெளியேற்றப்படுகின்றது. இப்படி வெளியேற்றப்படும் நீர் சுமார் 500 மி. லி. அளவாகும். 4. மலம் கழிப்பதன் மூலம் சுமார் 200 மி. லி. அளவுள்ள நீர் வெளியேற்றப்படுகின்றது. மேற்சொன்னவாறு வெளியேறும் நீர் எப்பொழுதும் ஒரே சீராக இருப்பதில்லை. கோடை காலங்களில் கடுமையாக உழைக்கும் பொழுதும் தோலின் வழியாக அதிகமான நீர் வெளியேற்றப்படுகின்றது. வயிற்ருேட்ட நாட்களில் மலம் மூலம் அதிக நீர் வெளியாகலாம்.

வைட்டமின்கள்

19-ஆம் நூற்ருண்டின் முதலிலிருந்தே பல ஆராய்ச்சியாளர்கள் புரதம், மாவுப் பொருட்கள், கொழுப்பு போன்ற

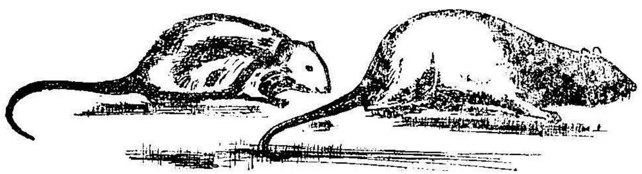
உணவுச் சத்துகளன்றி மற்றும் சில சத்துப் பொருட்களும் மனிதனுக்குத் தேவைப்படுகின்றன என்று எண்ணினார்கள். **ஸ்கர்வி** (Scurvy) என்ற நோய் பலராலும் ஆராயப்பட்டு வந்தது. இந்த நோய் எலுமிச்சை, ஆரஞ்சு போன்ற பழங்களை உண்ணுவதால் குணமாகின்றது என்று அறிந்தனர். அதனால் ஸ்கர்வி நோய் வராதிருக்க எலுமிச்சை, ஆரஞ்சு போன்ற பழங்களில் ஒருவகைச் சத்துப் பொருள் இருக்கின்றது. என்று முடிவெய்தினர்; மேலும் அரிசியை மட்டும் உணவாகக் கொள்ளும் ஆசியக் கண்டத்து மக்களுக்கு **பெரி பெரி** (Beri beri) என்ற நோய் வருகின்றது என்றும் ஆராய்ந்தனர். ஒரு டச்சு ஆராய்ச்சியாளர் பரிசோதனைகள் மூலம் ஒரு பறவைக்கு நன்ருகத் தீட்டிய அரிசியை உணவாகக் கொடுத்து வந்தார். குறிப்பிட்ட பறவைக்கு சில நாட்களில் பெரி பெரி நோய் கண்டது. பிறகு அப்பறவைக்கு தீட்டப்படாத அரிசியை உணவாகக் கொடுத்ததில் நோய் குணமாகி விடுகின்றது என்று அறிந்தார். ஃபன்க் என்ற ஆராய்ச்சியாளர் (*1910*) அரிசியிலிருந்து வாதத்தைத் தடுக்கக் கூடிய பொருளைப் பிரித்தெடுத்து அதை வாத நோய் கண்ட புருவுக்குக்கொடுத்துவந்தார். புரு குணம் பெற்றது. இதனுல் பெரி பெரி நோயின் காரணத்தைக் கண்டறிய முடிந்தது. ஃபன்க் குறிப்பிட்ட சத்துப் பொருளுக்கு வைட்டமின் (Vitamin) என்று பெயரிட்டார். அவர் கொடுத்த உணவுப் பொருள் அமைன் (amine) என்ற வகுப்பில் அடங்கியதால் அவர் **வைட்டமின்** என்ற பெயரைச் சூட்டினுர். ஆனுல் காலப்போக்கில் சில வைட்டமின்கள் 'அமைன்' வகுப்பில் உள்ளவை அல்ல என்று அறியப்பட்டதால் பின்னுல் வந்த விஞ்ஞானிகள் வைட்டமின் (Vitamin)என்றே அழைத்து வந்தனர்.

வைட்டமின்களை லத்திய மொழியின் எழுத்துக்கள் கொண்டே பெயரிட்டு அழைக்கின்றனர். சில வைட்டமின்கள் அவை ஈடுபடும் செயல்களைக் கொண்டும் அழைக்கப்படுகின்றன. வைட்டமின்கள் இருவகைப்படும். அவை கொழுப்பில் கரையும் வைட்டமின்கள், நீரில் கரையும் வைட்டமின்கள் என்ற இரு வகையாகும். A, D, E, K போன்ற வைட்டமின்கள் கொழுப்பில் கரைபவை. B, PP, C, ஆகிய வைட்டமின்கள் நீரில் கரைபவை.

வைட்டமின் A (சீராப்தால்மியா எதிர்க்கும் வைட்டமின்): பால், வெண்ணெய், முட்டைக் கரு, கல்லீரல், காரட், தக்காளி போன்ற காய்கறிகளில் வைட்டமின் A உண்டு. கடல் நீரில் வாழும் ஆல்ஹாக்களிலும் வைட்டமின் A கலந்து இருக்கின்றது. ஆல்ஹாக்களை மிதவைப் பிராணிகள் சாப்பிடுகின்றன. மிதவைப் பிராணிகளை (Zoo plankton) சிறு மீன்களும், சிறு மீன்களைப்

பெரிய மீன்களும் உணவாக உட்கொள்ளுகின்றன. காட் (Cod), சுரா (Shark) போன்ற மீன்களின் கல்லீரல்களில் வைட்டமின் A நிறைய சேமித்து வைக்கப்படுகின்றது. அதனால் வைட்டமின் A ஐ விலங்குகளால் சேமித்து வைக்க முடியும் என்று தெரிகின்றது. வைட்டமின் A காரட் என்னும் மஞ்சள் நிறக் கிழங்குகளிலிருக்கும் கரோட்டீன் (Carotene) போன்றது. பீட்டா கரோட்டீனுடன் நீரைச் சேர்த்தால் வைட்டமின் A கிடைக்கின்றது. குடல் சுவரிலும், கல்லீரலிலும் கரோட்டீன் வைட்டமின் A ஆக மாற்றப் படுகின்றது.

வைட்டமின் A விழித்திரையில் ரெட்டினீன் (Retinene) என்ற அமைப்பில் இருக்கின்றது. ரெட்டினீனே ஒரு ஆல்டிஹைடாகும். அதனுடன் புரதம் சேரும் பொழுது ரொடாப்சின் (Rhodopsin) என்ற பார்வை துகள்கள் உண்டாகின்றன. ரொடாப்சின் தான் விழித்திரைக்குப் பார்வை உணர்ச்சியைக் கொடுக்கின்றது. வெளிச்சத்தில் ரொடாப்சின் ரெட்டினீனேயாகவும், புரதயாகவும் பிரிந்து விடுகிறது. வைட்டமின் A குறைவினால் ரொடாப்சின் குறைந்து விடுகிறது. ரொடாப்சின் குறைவால் பார்வை குறைந்து விடுகிறது. மேலும் வைட்டமின் A குறைவினால் கருவிழிப்படலம் (Cornea) காய்ந்து கடைசியாக அதில் புண் உண்டாகி விடும். இதனை சீராப்தால்மியா (Xerophthalmia) என்று சொல்வதுண்டு. வைட்டமின் A நிறைவினால் இந்நோய் குணமாவதால் வைட்டமின் A ஐ சீராப்தால்மியா எதிர்ப்பு வைட்டமின் (Anti Xerophthalmia) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றது. வைட்டமின் A குறைவினால் மண்டையோட்டு எலும்புகள், முதுகெலும்புகள் ஆகியவற்றின் வளர்ச்சி தடைபடுகிறது. (படம் 1). மேலும் நரம்பு மண்டலம் பாதிக்கப்படுகின்றது. வைட்ட



படம்-1

இரண்டு எலிகளில் இடதுபக்கமுள்ளது வைட்டமின் A சத்து ஊட்டப் படாமலும் வலது பக்கமுள்ளது ஊட்டப்பட்டும் வளர்க்கப்பட்டன. முதல் எலி வைட்டமின் A இல்லாமையால் வளர்ச்சி குன்றியிருக்கிறது.

மின் A குறைவாக இருக்கும் பொழுது காயங்கள் சீக்கிரமாக ஆறுவதில்லை. இந்த வைட்டமின் குறைவினால் **நிக்டோலோப்பியா**

(Nyctolopia) என்ற மாலைக் கண் நோய் காண்கின்றது. இதனால் மாலை நேரங்களுக்குப்பின் கண் சரிவரத் தெரிவதில்லை. இவ் வைட்டமின் குறைவினால் சுவாசக் குழல்களின் சிலேட்டுமப் படலம் அல்லது கோழைச் சவ்வு (Mucous membrane) மிகவும் பாதிக்கப்படுகின்றது. மேலும் குழந்தைகளின் தோலில் சிரங்கு கள், கட்டிகள் முதலியன தோன்றுகின்றன. தோல் வறண்டு சொர சொரப்பாகவும் ஆகிவிடுகின்றது. அன்றாட உணவுடன் ஆரோக்கியத்தைப் பேணுதற்கு 1 விருந்து 3 மில்லிகிராம் வரை வைட்டமின் A வேண்டும்.

வைட்டமின் B

வைட்டமின் B குறைவினால் பெரிபெரி (Beriberi) என்ற நோய் உண்டாகிறது. வைட்டமின் B பன்னிரண்டு வகைப்படு கின்றது. ஆனாலும் B_1, B_2 ரிபோஃப்ளேவின் (Riboflavin), நிகோடினிக் அமிலம் (Nicotinic Acid), ஃபோலிக் அமிலம் (Folic Acid), வைட்டமின், B_{12} போன்றவையே முக்கியமாகக் கருதப்படுகின்றன. இவை எல்லாவற்றையும் மொத்தமாக 'பி'காம்ப்ளக்ஸ் (B Complex) எனக்கூறுகிறோம். இவையாவும் நீரில் கரையக் கூடியவை.

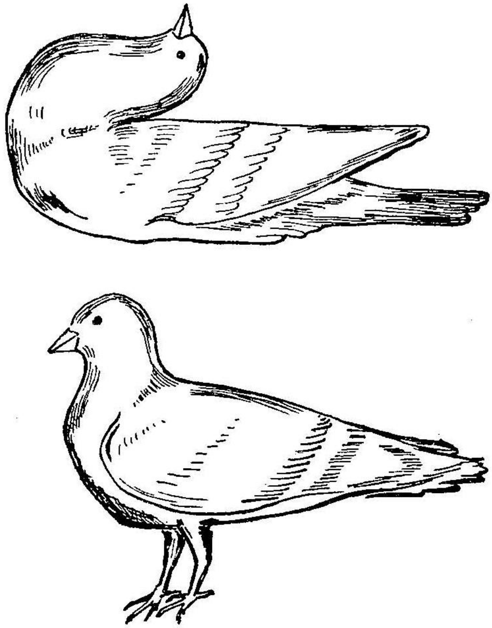
வைட்டமின் B_1

இது தையாமின் (Thiamine) என்ற வேதியல் பொருளால் ஆனது. அரிசியின் தவிட்டிலும், காடி அல்லது ஈஸ்டிலும் (yeast) வைட்டமின் B_1 இருக்கின்றது. பச்சைக் காய்கறிகளிலும் பழங் களிலும் நிறைய உண்டு. ஆனால் காய்கறிகளைச் சமைக்கும் பொழுது வைட்டமின் B_1 சத்து நீருடன் கலந்து விடுகிறது. காடி சேர்த்த ரொட்டிகளில் இச் சத்து அதிகமாக உள்ளது. ஆனால் அந்த ரொட்டிகளில் சோடா உப்பைச் சேர்ப்பதனால் இவ்வைட்ட மின் கெட்டு விடுகின்றது.

இந்த வைட்டமின் குறைந்து விட்டால் 'பெரிபெரி' என்ற நோய் ஏற்படுகின்றது (படம் 2). இதன் காரணமாகப் பசியின்மை, வலுவின்மை, வீக்கம், மெதுவான நாடித்துடிப்பு, வாதம் முதலி யவை ஏற்படுகின்றன. முதலில் நரம்பு மண்டலமும் பாதிக்கப் படுகின்றது.

வாத நோய், உடலில் முதலில் கால்களில் தோன்றிய பிறகு உடலின் மற்ற பாகங்களுக்குப் பரவுகிறது. இவ்வியாதி அரிசியை உணவாகக் கொண்டுள்ள சீனா, ஜப்பான், இந்தியா, மலேயா

போன்ற நாடுகளில் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றது. அரிசி தீட்டப்பட்டால் இந்த வைட்டமின் சத்து இருக்காது. வாத நோயை உண்டாக்குவதல்லாமல் இருதயத்தை விரிவடையவும்,



படம்-2:
முதலில் உள்ள புருவில் வைட்டமின் B_1 குறைவினால் பின்கழுத்துத் தசைகள் இழுத்துக் கொண்டன. அதனால் கழுத்து பின்னால் வளைந்திருக்கிறது.

தோல் வீக்கமடையவும் செய்கிறது. இந்நோயை B_1 வைட்டமின் தடுப்பதால் இதற்கு பாலி நியூரைடிஸ் எதிர்ப்பு (Anti Neuritis) வைட்டமின் என்றும் பெயர்.

வைட்டமின் B_1 மாவுப் பொருட்களின் வளர்சிச்தை மாற்றத் தைத் தூண்டுகிறது. தினந்தோறும் 2 மில்லிகிராம் B_1 வைட்டமின் நம் உடலுக்குத் தேவைப்படுகின்றது.

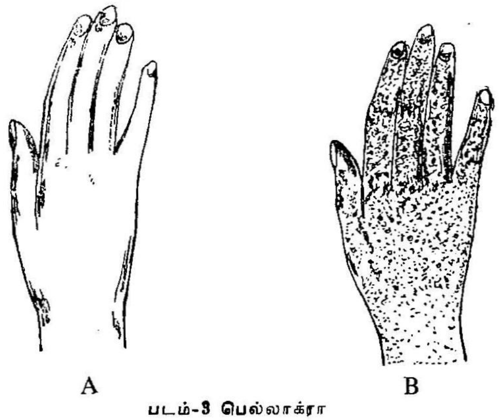
வைட்டமின் B_2

இவ் வைட்டமின் வகையினுள் ரிபோஃப்ளேவின், நிக்கோட்டினிக் அமிலம், பயோட்டின் பாண்டோதீனிக் அமிலம் ஆகியவை அடங்கும். ரிபோஃப்ளேவினும் நிக்கோட்டின் அமில மும் நமக்கு மிகவும் தேவைப்படுகிறது.

நமது உடலில் வைட்டமின் A யும் B யும் குறைவின்றி இருந்தால் ரிபோஃப்ளேவினும் நிறைவாக இருக்கும். ரிபோஃப்ளேவின் தேன், பால், பால்பொடி, தேயிலை, காட் மீன் (Cod Fish), கல்லீரல், இறைச்சி போன்றவற்றில் குறைவின்றி இருக்கின்றது.

1 **ரிபோஃப்ளேவின் :** பசுமை கலந்த மஞ்சள் நிறமுடையது. நீரில் கரையும். இது உடலில் தனித்தும் மற்றும் புரதங்களுடன் சேர்ந்தும் காணப்படும். நாள்தோறும் இவ் வைட்டமின் உடலிலிருந்து வெளியேற்றப்பட்டுக் கொண்டே இருக்கிறது. இவ் வைட்டமின் குறைவினால் வாயின் ஓரங்களில் தோல் வெடிக்கின்றது. நாக்கில் எரிச்சலும், புண்ணும் உண்டாகின்றது.

2. **நிக்கோட்டினிக் அமிலம்** (ஆண்டி பெல்லாக்ரா அல்லது நியாசின்): இது புகையிலையில் உள்ள நிக்கோடினை இரசாயன அளவில் ஒத்துள்ளது. ஆனால் இதில் நச்சுப் பொருள் இல்லை. கோதுமை, அரிசி, உலர்த்தப்பட்ட பால் (பால் கட்டி), காய்கறிகளில் உருளைக்கிழங்கு, பட்டாணி, பீன்ஸ், மாமிசம், காடி, பீர் போன்றவற்றிலிருந்து கிடைக்கின்றது. நிக்கோடினிக் அமிலம் குறைந்துவிட்டால் 'பெல்லாக்ரா' (Pellagra) என்னும் நோய் உண்டாகிறது. பெல்லாக்ரா நோயின் ஆரம்பத்தில் நெற்றி, கன்னம், கை, கால் ஆகியவற்றின் தோலில் எரிச்சல் ஏற்படுகிறது. (படம் 3). பிறகு நிறம் மாறி வெடிப்புகள் உண்டாகின்றன.



படம்-3 பெல்லாக்ரா

A. சாதாரண கை, B வைட்டமின் B குறைவினால் ஏற்பட்டது. தோல் தடித்தும் புள்ளிகள் விழுந்தும் சில வெடிப்புகளுடனும் காணப்படுகின்றது.

சிறிது காலத்திற்குப்பின் அஜீரணமும், அறிவு மந்தமும் ஏற்படுகிறது. நரம்பு மண்டலமும் பாதிக்கப்படுகின்றது. இந்த நோய்

பொதுவாக சோளம் அதிகமாகச் சாப்பிடுகிறவர்களுக்கே உண்டாகின்றது. இவ் வைட்டமின் குறை ஏற்படாதிருக்க பட்டாணி. கோதுமை, காடி, மாமிசம் சேர்த்துக்கொள்ள வேண்டும். இவ் வைட்டமினை பெல்லாக்ரா எதிர்ப்பு வைட்டமின் (Anti Pellagra Vitamin) என்றும் சொல்வதுண்டு.

3. பயோட்டின் (Biotin): வைட்டமின் B_2வினுள் அடங்கும் ஒரு சத்துப் பொருள். இது தானியங்கள், கொட்டைகள், காய் கறிகள், பால், கல்லீரல், முட்டை ஆகியவற்றில் கிடைக்கின்றது. பயோட்டின் குறைவினால் தசைகளில் வலியும், சோம்பலும் உண்டாகின்றது.

4. ஃபோலிக் அமிலம் (Folic Acid): பச்சைக் காய்கறிகள், கீரை, காடி, பால், தயிர், கல்லீரல், முட்டை முதலியவற்றில் கிடைக்கும் ஃபோலிக் அமிலக் குறைவால் சோகை ஏற்படுகின்றது.

வைட்டமின் B_6

பைரிடாச்சின், பைரிடாக்சால், பைரிடாக்சாமின் (Pyridoxine, Pyridoxol, Pyridoxamin) என்ற மூன்று பொருட்களையும் வைட்டமின் B_6 என்று அழைப்பதுண்டு. இவை இயற்கையாக உணவுப் பொருட்களில் கிடைக்கக் கூடியன. அமினோ அமிலங்களின் வளர்சிதை மாற்றம் சீராக நடைபெறுவதற்கு வைட்டமின் B_6 மிக அவசியம். இந்த வைட்டமின் குறைவினால் மனிதனிலும் மற்ற பாலூட்டிகளிலும் சோகையும் உடல் எடைக் குறைவும் ஏற்படுகின்றன.

பான்டோ தீனிக் அமிலம் (Pantothenic Acid): பான்டோ தீனிக் அமிலம் பொதுவாக விலங்குகளிலும், தாவர திசுக்களிலும் கிடைக்கக் கூடியது. இவ்வமிலத்தின் இயல்பு மனிதனில் இன்னும் தெரிந்திருக்கவில்லை. பாக்டீரியாக்களிலும் ஒரு செல் விலங்குகளிலும் பாண்டோதீனிக் அமிலம் முக்கிய தேவைப் பொருளாகக் கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளது. எலிகளில் இவ்வமிலக் குறைவினால் தோல் அழற்சி (Dermatitis), சோகை, வளர்ச்சி குன்றுதல் போன்றவை ஏற்படுகின்றன.

கோலின் (Cholin): இது லெசித்தினுடன் காணப்படுகின்றது. கொழுப்பு வளர்சிதை மாற்றத்தில் முக்கிய பங்கேற்கிறது,

வைட்டமின் B_{12}

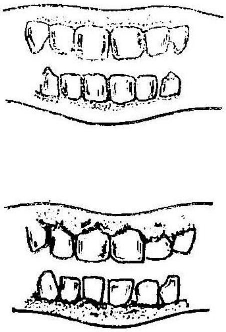
வைட்டமின் B_{12} முக்கிய உணவுச் சத்துக்களில் ஒன்றாகும். மீன், முட்டை, இறைச்சி, முத்துச் சிப்பி, பால், பாக்டீரியா போன்றவற்றில் வைட்டமின் B_{12} கிடைக்கும். வைட்டமின் B_{12}

இரத்த அணுக்கள் உண்டாவதற்குத் தேவைப்படுகிறது. இதன் குறைவினுல் மனிதனில் சோகை உண்டாகும்.

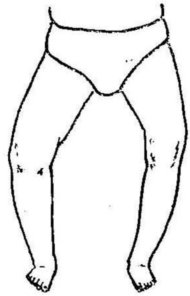
வைட்டமின் C

வைட்டமின் Cயை அஸ்கார்பிக் (Ascarbic) அமிலம் என்றும் சொல்லலாம். வைட்டமின் C எலுமிச்சை, ஆரஞ்சு, ஆப்பிள், தக்காளி போன்ற பழவகைகளிலும், உருளைக்கிழங்கிலும் காணப் படுகின்றது. இவ்வகை உணவைச் சமைக்கும் பொழுது வைட்டமின் 'C' குறைந்து விடுகின்றது. அதனுல் சமைக்காத பழ வகைகளைச் சாப்பிடுவதே வைட்டமின் 'C'யைப் பெறுவதற்குச் சிறந்த வழி.

வைட்டமின் C இரத்த அணுக்களின் வளர்ச்சிக்கு மிகவும் முக்கியமானதாகும். வைட்டமின் C குறைவினுல் **ஸ்கர்வி** (Scurvy) என்ற நோய் ஏற்படுகின்றது. இந்த நோயின் ஆரம்ப காலங்களில் தலை சுற்றுதல், மேல் வாயில் புண், எலும்பு மூட்டுகளில் வலி முதலியன இருக்கும். இதன் பிறகு மேல் வாயில் வீக்கமும், வலியும் ஏற்படும். இரத்தம் வெளிப்படும். பற்கள் வலுவிழந்து ஈற்றில் இரத்தம் பெருகும் (படம் 4 அ). காலப் போக்கில் மூக்



படம் 4 அ
ஸ்கர்வி: வைட்டமின் C வேண்டிய அளவு உண்ணும்பொழுது பல்லின் அமைப்பு. வைட்டமின் C குறைவினுல் ஈறுகள் தடித்தும் இரத்தம் கசிந்தும் காணப்படுகின்றன



படம் 4 ஆ
ரிக்கட் நோய்: வைட்டமின் D குறைவால் கால்கள் வளைந்திருக்கின்றன.

கிலும் மற்றும் உடலுறுப்புகளிலும் இரத்தக் கசிவு ஏற்படும். ஸ்கர்வி சிறுவர்களுக்குக் கொடு நோயாகும். நன்ருகக் கவனித்துக் குணமாக்காவிட்டால் நோயாளி இறந்தும் போகலாம். இந்த வைட்டமின் செல்லிடைப் பொருள் (Intracellular Substance)

ஆரோக்கியமாக இருப்பதற்கு அவசியமாக அமைந்துள்ளது. இவ்வைட்டமின் குறைவினால் ஸ்கர்வி (Scurvy) என்னும் குறை நோய் தோன்றுவதால் இதனை ஸ்கர்வி எதிர்க்கும் வைட்டமின் (Anti-scorbutic vitamin) எனக்கூறுகிறோம்.

ஸ்கர்வி நோயைச் சிறிய விலங்குகளில் பரிசோதனைக்காக உண்டு பண்ணுதல் முடியாது. அஸ்கார்பிக் அமிலச்சத்து இல்லாத உணவை ஊட்டி வந்தாலும் அவற்றின் சில திசுக்களில் அஸ்கார்பிக் அமிலம் உண்டாகி விடுகின்றது. ஆனால் மனிதனின் உடலில் தானாக அஸ்கார்பிக் அமிலம் உண்டாவதில்லை. விலங்குகளின் உடலில் அட்ரினல் (Adrenal) சுரப்பி, மூளை, கல்லீரல் போன்ற உறுப்புகளில் வைட்டமின் C காணப்படுகின்றது. மனிதனுக்குத் தினமும் 100 மில்லிகிராம் 'சி' வைட்டமின் தேவையாக இருக்கிறது.

வைட்டமின் D

இவ்வைட்டமின் கொழுப்பில் கரையும் தன்மையுடையது. இதனை கால்சிபெரால் (Calciferol) என்னும் வேதியற் பெயரால் குறிப்பிடுவதுண்டு. வைட்டமின் D சில கூட்டுச் சத்துப் பொருட்களாலானது. இவை பொதுவாக, பால், முட்டை, கல்லீரல் போன்றவற்றில் அதிகமாகக் கிடைக்கின்றன. வைட்டமின் D யில் கோலஸ்டீரால் (Colesterol), எக்ஸ்டீரால் என்பவை இரு வகைச் சத்துக்களாகும். இதை புரோ வைட்டமின் என்று சொல்லலாம். இந்த புரோ வைட்டமின் விலங்குகளின் தோலில் காணப்படுகின்றது. விலங்குகளின் தோல் சூரிய வெளிச்சத்தில் புற வூதாக் கதிர்களினால் (Ultraviolet Rays) தாக்கப்படும் பொழுது கோலஸ்டீரால் வைட்டமின் D ஆக மாற்றப் படுகின்றது. அதனால் வைட்டமின் D பெறுவதற்கு சூரிய வெளிச்சம் தேவைப் படுகின்றது.

வைட்டமின் D குறைவினால் குழந்தைகளுக்கு ரிக்கெட் (Ricket) என்ற நோய் ஏற்படுகின்றது. இந்த நோய் ஏற்படுவதால் எலும்புகள் நன்றாக வளர்வதில்லை. எலும்பில் கால்சியமும், பாஸ்பரசும் படிவதில்லை. அதனால் எலும்பின் சக்தி குறைந்து அளவும் குறைந்து விடுகின்றது. மண்டையோட்டின் எலும்புகள் ஒன்றாகப் பொருந்துவதில்லை. கால், கை எலும்புகள் பலவீனம் அடைவதால் உடலின் எடை தாங்காமல் அவை வளைந்து விடுகின்றன (படம் 4ஆ). முன் பக்கத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

ரிக்கட் நோயைக் குணப்படுத்த வைட்டமின் D உள்ள உணவுப்பொருட்களை உணவாகக் கொடுக்க வேண்டும். அத்துடன்

கால்சியம், பாஸ்பரஸ் உப்புகள் அடங்கிய உணவுப் பொருட்களை யும் கொடுக்க வேண்டும்.

வைட்டமின் D அதிகமாகச் சாப்பிடும்பொழுது (நூற்றுக்கு மேலான மடங்குகள்) இரத்தத்தில் கால்சியம், பாஸ்பரஸ் உப்புகள் அதிகம் கலந்துவிடுகின்றன. மேலும் மேற்சொன்ன உப்புகள் வெவ்வேறு உறுப்புகளில் ஆங்காங்கே படிந்து விடுகின்றன.

வைட்டமின் E

இவ் வைட்டமின் பிராணிகளுக்கு இனப்பெருக்கம் நடை பெறத் தேவையாயுள்ளது. இவ் வைட்டமின் குறைவினால் மலட்டுத் தன்மை ஏற்படுவதால் இதை மலட்டு எதிர்ப்பு வைட்டமின் (Anti Sterility Vitamin) எனவும் கூறுகிறார்கள். இந்த வைட்டமினின் முக்கியத்துவம் மனிதனில் மிகக் குறைந்த அளவுதான் தெரியவந்துள்ளது. முளை விடப்பட்ட கோதுமை யிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட எண்ணெயில் வைட்டமின் E மிகுதியாக உள்ளது. கீரை, தக்காளி, பீன்ஸ், பால் ஆகியவற்றிலும் காணப் படுகின்றது. வைட்டமின் E குறைவினால் மலட்டுத் தன்மை ஏற்படும். பெண்கள் கருவுற்றாலும் தொடர்ந்து வைட்டமின் E உடலில் சேர்ந்து கொண்டே இருக்கவேண்டும். இச்சத்து குறையும்பொழுது வளர்ந்து வரும் கருவும் பாதிக்கப்படுகின்றது. வைட்டமின் E குறைவினால் ஆண்களில் விந்துக்கள் உண்டாவ தில்லை. பெண்களுக்குப் பால் சுரப்பதில்லை. வைட்டமின் E குறை வின்றி இருந்தால் மேற்சொன்ன குறைகள் யாவும் தவிர்க்கப் படுகின்றன.

வைட்டமின் K

இவ் வைட்டமினை விஸ்காசல் (Viscosol) எனும் வேதியியல் பெயரால் அழைக்கிறோம். வைட்டமின் K முட்டைக்கோசு, பசலை, பட்டாணி முதலியவற்றில் உள்ளது. வைட்டமின் K கொழுப்பில் கரைகின்றது. நீரில் கரைவதில்லை. வைட்டமின் K உணவில் குறையும்பொழுது இரத்தம் உறைவதில்லை. சிறு காயங்கள் ஏற்பட்டாலும் அவ்விடத்தில் இரத்தம் உறையாது. இரத்தம் பெருகிக் கொண்டே இருக்கும். (Haemorrhage). இதன் காரணம் கல்லீரலில் புரோதிராம்பின் (Prothrombin) உற்பத்தி குறைவது தான். புரோதிராம்பின்தான் இரத்தம் உறைவதற்குக் காரணம். மனிதக் குடலினுள் வாழ்ந்து வரும் சில பாக்டீரியாக்கள் இந்த வைட்டமினை உற்பத்தி செய்கின்றன.

2. ஊட்டம்

ஊட்டம் (Nutrition) என்பது உணவுப் பொருட்கள் உண்ணப்பட்டு அவை உணவுப் பாதையில் செரித்து, உடல் திசுக்களோடு ஒன்றுபடும் செயலாகும். ஊட்டம் உணவு பொருட்களை உட்கொள்வதால் ஆரம்பமாகிறது, உயிர் வாழ்வதற்கு மிகவும் அத்தியாவசியமாகிறது. ஊட்டத்தினால் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள முக்கிய வேலைகள் செயல்படுகின்றன.

1. உடலில் எல்லா பாகங்களிலும் முக்கிய வேலைகள் தடைபெறாது நடைபெறுவதற்கு ஊட்டம் அவசியம்;

2. உடலின் வெப்பநிலை பாதுகாக்கப்படுகின்றது.

3. உடல் உறுப்புகள் வளர்ச்சி அடைகின்றன.

4. தேய்ந்துபோன அல்லது பழுதடைந்த உறுப்புகள் சீராக்கப்படுகின்றன.

மேற்சொன்னவை யாவும் உயிர் வாழ்வதற்கு முக்கியமானவையாதலால் ஊட்டம் இன்றி உயிர் வாழ்க்கை இல்லையெனலாம்.

ஊட்ட வகைகள்: உலகில் பலவகையான உயிரிகள் வாழ்ந்து கொண்டிருக்கின்றன. அமீபா போன்ற ஒருசெல் உயிரியிலிருந்து மனிதன் போன்ற உயர்வடைந்த பாலூட்டிகள்வரை இவ்வுலகில் வாழும் உயிரிகளாகும். உயிரிகளிடையே வெவ்வேறு முறையான ஊட்ட வகைகள் காணப்படுவது, இயற்கை. ஊட்டம் இரு வகைப்படும். அவை (1) தன்னூட்டம் (Autotrophic or holophytic), (2) வேற்றூட்டம் (Heteotrophic) ஆகியவையாகும்.

தன்னூட்டம்: தன்னூட்டம் பொதுவாகத் தாவரங்களில் தான் உண்டு. யூக்ளினா, வால்வாகஸ் (Euglena, Volvox) போன்ற ஒரு செல் உயிரிகளில் தன்னூட்டம் நடைபெறுகின்றது. தாவரங்களில் பச்சையம் அல்லது பசுங்கணிகம் (Chlorophyll) என்ற துகள்கள் உண்டு. இவற்றின் உதவியாலேயே தன்னூட்டம் செயல்படுகின்றது. தாவரங்கள் நீர், கரியமிலவாயு ஆகியவற்றிலிருந்து மாவுப் பொருட்களைத் தயார் செய்கின்றன. மாவுப் பொருட்கள்

உண்டாவது சூரிய வெளிச்சத்தின் உதவியால் தான். இவ்வாறு சூரிய ஒளியின் உதவியால் மாவுப் பொருட்கள் உண்டாவதற்கு **'ஒளிச் சேர்க்கை'** (Photo Synthesis) என்று பெயர். மாவுப் பொருட்கள் நைட்ரஜன் உப்புகளுடன் சேர்வதால் தாவரங்களுக்கு வேண்டிய புரதம் கிடைக்கின்றது. இவ்வாறு உணவுப் பொருட்களைத் தாவரங்கள் தாமாகவே உற்பத்தி செய்வதற்கு **தன்னூட்டம்** என்று பெயர்.

வேற்றூட்டம்: வேற்றூட்டமானது மற்ற உயிரிகளையோ அல்லது அவற்றால் உண்டாக்கிய உணவுப் பொருட்களையோ உட்கொள்வதாகும். வேற்றுட்டம் மேலும் மூன்று வகையாகப் பிரியும்.

1. விலங்கு போல் உண்ணுதல் (Holozoic)
2. சாற்றுண்ணுதல் (Saprozoic)
3. ஒட்டுண்ணுதல் (Parasitic)

1. விலங்கு போல் உண்ணுதல்: விலங்கு போல் உண்ணுதல் விலங்குகளிடையே காணப் படுகின்றன. இம் முறையில் திரவமான அல்லது திடமான உணவுப் பொருட்கள் வாயினால் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றன. அவை உணவுப் பாதையில் சில குறிப்பிட்ட இடங்களில் செரிக்கப்படுகின்றன.

2. சாற்றுண்ணுதல்: சாற்றுண்ணுதல் தாவரங்களிடத்தும் விலங்குகளிடத்தும் காணப்படுகின்றது. இறந்த உயிரிகளின் அங்ககப் பொருட்கள் நீரில் 'கரைந்திருக்கும். அனங்கக உப்புகளும் மற்றும் சத்துப் பொருட்களும் நீரில் கரையக்கூடியன. இவ்வாறு நீரில் கரைந்திருக்கும் உணவை உடலின்மேல் சவ்வு வழியாக எடுத்துக்கொள்ளுதல் **சாற்றுண்ணுதல்** ஆகும். (உ-ம்) பாக்டீரியா, பூஞ்சணம், ஒரு செல் பிராணிகள் முதலியன.

3. ஒட்டுண்ணுதல்: சில தாவரங்கள் அல்லது விலங்குகள் தங்கள் உணவிற்காக மற்ற உயிரிகளைச் சார்ந்திருக்கும். சார்ந்திருக்கும் உயிரிகள் ஒட்டுண்ணிகள் (Parasitic) என்றும் உணவைக் கொடுக்கும் உயிரிகள் ஓம்புனர் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. ஒட்டுண்ணிகள் தங்களின் வாழ்நாள் முழுவதும் அல்லது வாழ் நாட்களின் ஒரு பகுதியேனும் அவற்றிற்குரிய ஓம்புனரைச் சார்ந்திருக்கும். (உ-ம்) மலேரியா ஒட்டுண்ணி, தட்டைப் புழுக்கள், சில உருண்டைப் புழுக்கள்.

ஊட்டம் பலவகைப்படும் என்று பார்த்தோம். ஒவ்வொரு உயிரியிலும் ஊட்டம் பல நிலைகளில் நடைபெறுகின்றது.

ஊட்டத்தின் வெவ்வேறு நிலைகளாவன:

1. உண்ணுதல் அல்லது உட்கொள்ளுதல் (Ingestion)
2. செரிமானம் அல்லது ஜீரணம் (Digestion)
3. உட்கிரகித்தல் (Absorption)
4. தன்மயமாதல் (Assimilation)
5. வெளியேற்றம் (Egestion or Defaecation)

உட் கொள்ளல்

உணவை உட்கொள்வது பல வகைப்படும். உணவு சிறிதாகவும் பெரிதாகவும், திரவமாகவும் இருப்பதால் உட்கொள்ளும் முறையும் வேறுபடுகின்றது. விலங்குகள் உண்ணும் உணவை இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை (1) கரைந்த உணவு (Soluble Food) (2) குறிப்பிட்டஉணவு (Particulate Food) எனப்படுவன. கரைந்த உணவு பற்றி முதலில் சொன்னவர் புட்டர் (Putter) என்பவராவர். இறந்த உயிரிகளின் அங்ககப் பொருட்கள் நீரில் கரைகின்றன. இதைச் சில விலங்குகள் தங்களுடைய உடல் சவ்வு மூலம் உட்கொள்கின்றன. அமினோ அமிலங்கள், கொழுப்பு அமிலங்கள், சர்க்கரை போன்றவை நீரில் கரைந்திருக்கும். அவற்றை ஒரு செல் விலங்குகள் உடல் சவ்வு மூலம் உட்கிரகித்துக் கொள்கின்றன. கடல் பஞ்சுகளில் கோயென்னோசைட்டுகள் (Choanocytes) திரவப் பொருட்களை எடுத்துக் கொள்ளும் சக்தி பெற்றவை. தட்டைப் புழுக்கள், உருண்டைப் புழுக்கள் ஆகியவற்றின் ஒட்டுண்ணிகள் செரித்த உணவைத் தங்களின் ஓம்புனரிடமிருந்து எடுத்துக் கொள்கின்றன. மீன்களும் சில முதுகெலும்பினங்களும் நீரில் கரைந்த உணவுப் பொருட்களை உட்கொள்ளுவதுண்டு.

பொதுவாக விலங்குகள் குறிப்பிட்ட உணவுப் பொருட்களையே உண்ணுகின்றன. சில ஒரு செல் விலங்குகள் கூட (பரமேசியம்—Paramaecium) தங்களுக்குப் பிடித்த உணவிற்காகக் காத்திருப்பதும், விரட்டுவதும் உண்டு. குறிப்பிட்ட உணவுப் பொருட்கள் சிறிதாகவும், பெரிதாகவும் இருக்கும்.

உட் கொள்ளும் முறைகள்

உட் கொள்ளும் முறைகள் உணவுப் பொருட்களின் அளவைப் பொருத்து வேறுபடுகின்றன. சி. எம். யான்ஜி (C.M. Yonge) உட்கொள்ளும் முறையினை மூன்று வகையாகப் பகுத்துள்ளார்.

1. சிறிய உணவுப் பொருட்களை உட் கொள்ளும் முறை.

2. பெரிய உணவுப் பொருட்களை உட் கொள்ளும் முறை.

3. திரவம் அல்லது மெதுவான உணவுப் பொருட்களை உட் கொள்ளும் முறை.

1. சிறிய உணவுப் பொருட்களை உட்கொள்ளும் முறை(Microphagous feeding): இவ்வகை உணவுப் பழக்கம் நிலையான அல்லது ஊர்ந்து செல்லும் விலங்குகளிடத்தில் காணப்படுகின்றது. கீழே கொடுக்கப் பட்டுள்ளவை சிறிய உணவுப் பொருட்களை உட் கொள்ளும் வெவ்வேறு முறைகளாகும்.

அ. பொய்க் கால் முறை (Pseudopodial Method): இம் முறை அமீபா போன்ற ஒரு செல் விலங்கிடத்தில் காணப்படுகின்றது. அமீபா போன்ற ஒரு செல் விலங்குகளில் பொய்க் கால்கள் இடப்பெயர்ச்சிக்காக உண்டாகின்றன. இதே பொய்க்கால்கள் சிறுஉணவுப் பொருட்களை உட் கொள்ளவும் பயன்படுகின்றன.

ஆ. சிலியா அல்லது குறுகிழை முறை (Ciliary Method) இம்முறை சில ஒரு செல் விலங்குகளிடத்தும் (Ciliates) கடற் பஞ்சுகள் (Sponges) ரோட்டிஃபர் (Rotifer), வளைகளில் வாழும் வளைப்புழுக்கள், பிராக்கியோ போடுகள் (Brachiopods), சில உடற்காலிகள் (Gastropods) ஆகியவற்றிலும் காணப்படுகின்றது. முதுகுத் தண்டினங்களில் (Chordates) தலைமுதுகுத் தண்டினங் களிலும், வால் முதுகுத் தண்டினங்களிலும் (Cephalo Chordates and Urochordates) குறுகிழை முறை காணப்படுகிறது. மேற் சொன்ன விலங்குகள் யாவும் நிலைத்து வாழ்வன. பொதுவாக நிலைத்து வாழும் தன்மையும் குறுகிழை முறையில் உணவு உட் கொள்ளும் முறையும் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைந்தே விலங்குகளில் காணப்படுகின்றன. குறுகிழைகள் வரிசையாக வாய்ப்பகுதியில் அமைந்திருக்கும். இவற்றின் அசைவால் நீரோட்டம் ஏற்பட்டு நீரோட்டம் வாயினுள் வழிப்படுத்தப்படும் பொழுது அதனுடன் உணவுப் பொருட்களும் செல்லும். பரமேசியம் போன்ற ஒரு செல் விலங்கில் குறுகிழைகள் வரிசையாக அமைந்து நீரோட் டத்தை ஏற்படுத்தி வாயினுள் வழிப்படுத்துகின்றன. தலை முதுகுத் தண்டினங்களில் குறுகிழை முறை சிறப்பாக வளர்ச்சி பெற்றிருக்கின்றது. (உ-ம்) ஆம்ஃபியாக்சஸ் (**Amphioxus**).

இ. கோழை முறை (Mucoid Method): கோழை முறையில் உட்கொள்ளும் வகையும் பொதுவாக நிலைத்து வாழும் விலங்கு

களில் தான் பார்க்க முடிகின்றது. சில குழியுடலிகள் (Coelenterates) தட்டைப்புழுக்கள், வளைகளில் வாழும் வளைப்புழுக்கள், பிராக்கியோபோடுகள் போன்றவற்றில் தான் இம் முறையால் ஊட்டம் நடைபெறுகின்றது. வெர்மிட்டஸ் (Vermitus) என்ற உடற்காலியில் கோழை வாயிலிருந்து வெளியாகிறது. இக் கோழையில் ஒட்டிக் கொள்ளும் உணவுப் பொருட்கள் அவ்வப் பொழுது வாயினுள் கொண்டுவரப் படுகின்றன. சில விலங்கு களில் குறுகிழைகள் கொண்ட புற அடுக்கு செல்கள் (Ectodermal Cells) கோழையைச் சுரக்கின்றன. குறுகிழைகள் கீழ்ப்போக்காக அடிக்கும்போது சுற்றியுள்ள நீரில் உள்ள உணவுப் பொருட்கள் கோழையில் ஒட்டிக் கொள்கின்றன. முதுகுத் தண்டினங்களில் இம்முறை சிறப்பாக வளர்ச்சியடைந்திருக்கிறது. தலை முதுகுத் தண்டினங்களில் வாயின் பக்கத்திலும் தொண்டைச் சுவர்களிலும் கோழை உண்டாகிறது. இக் கோழை குறுகிழைகளின் உதவி யால் சுற்றி உள்ள உணவுப் பொருட்களை வளைத்துக் கொள் கின்றது. பிறகு உணவுப் பொருட்களுடன் பந்தாகத் திரண்டு குடலுக்குள் செல்கின்றது.

ஈ. பற்றிழை முறை (Tentacular Method): குழியுடலி களிலும், முள்தோலிகளிலும் (Echinoderms) பற்றிழைகளின் அல்லது உணர்ச்சி நீட்சிகள் உதவியாலேயே உணவுப் பொருட் கள் உட்செல்லுகின்றன. ஹைட்ரா போன்ற குழியுடலிகளில் வாயைச்சுற்றிப் பல பற்றிழைகள் இருக்கின்றன இப் பற்றிழை களில் **கொட்டும் செல்கள்** (Stinging Cells-Nematocysts) உண்டு. இவை சிறிய உணவு உயிரிகளைக் கொட்டி இறக்கச் செய்கின்றன. பற்றிழைகள் நீண்டிருந்தாலும் சுருங்கும் தன்மையுடயவை. இவை இறந்த உணவு உயிரிகளை எடுத்து வாய்க்குக்கொண்டுவருகின்றன. பற்றிழைகள் ஒட்டும் தன்மை பெற்றிருப்பதால் உணவுப் பொருட் கள் அவற்றில் ஒட்டிக் கொள்ளும். கடல்வெள்ளரியிலும் (Sea-Cucumber) இம்முறை காணப்படுகின்றது.

உ. தசைகளினால்: சில விலங்குகள் தசைகளின் ஒழுங்கான அசைவினால் நீரோட்டம் உண்டாக்குகின்றன. கீட்டாப்டிரஸில் (Chaetopterus) நீரோட்டம் பக்க அசைவினால் உண்டாக்கப்படு கின்றது. இந் நீரோட்டம் வாயினுள் செல்லுகின்றது. நீரோட்டத் தில் பல உணவுப் பொருட்களும் அடங்கியிருக்கும். அவை விலங்கு களுக்கு உணவாகப் பயன்படுகின்றன,

ஊ. நுண்முட்கள் முறை (Setose Method): இம்முறையை கோப்பிப்பாடுகள், செரிப்பீடுகள் முதலியவற்றில் காணலாம். நுண்முட்கள் மேற்சொன்ன விலங்குகளின் கால் போன்ற உறுப்பு

களில் உள்ளன. அவற்றின் அமைப்பு வெவ்வேறு உறுப்புகளில் வேறுபட்டு இருக்கும். நுண்முட்களின் அசைவால் சிறு நீரோட்டம் உண்டாகி அந்நீரோட்டத்தின் வழியாகச் சிறிய உணவுப் பொருட்கள் வாயை நோக்கிச் செல்கின்றன. **காலெனெஸ்** (Calanus) என்ற கோப்பிப்பாடில் இரண்டாவது மேல் தாடை உறுப்புகள் (Second Maxillae) பின் இருந்து முன்னே செல்லும் நீரோட்டத்தை உண்டாக்குகின்றன. இந்நீரோட்டம் உடலை ஒட்டியே செல்லும். மேலும் அது முதல் தாடை உறுப்புகளின் அடியில் உள்ள கூம்பு போன்ற நுண் முட்களான பையின் வழியாகச் செல்லும் போது அதில் அடங்கிய உணவுப் பொருட்கள் பையில் ஒட்டிக் கொள்கின்றன. இவ்வுணவுப் பொருட்களை முதல் தாடை உறுப்புகள் வாய்க்குள் கொண்டு செல்கின்றன.

2 பெரிய உணவுப் பொருட்களை உட்கொள்ளும் முறை (Macro phagous Feeding): பெரிய உணவுப் பொருட்களை உட்கொள்ளும் முறையும் விலங்குகளுக்குத் தகுந்தவாறு வேறுபடுகின்றன. இம்முறை மூன்று பிரிவுகளாக வகைப்படுத்தப்பட்டிக் கிறது.

அ. சக்தியில்லாத உணவினை விழுங்குதல் (Swallowing Inactive Food): இந்த முறையினைச் சில வகை தோண்டும் விலங்குகள் பின்பற்றுகின்றன. (உ-ம்) மண்புழுக்கள், ஆர்னிகோலா (Arenicola). இவை பொதுவாக ஈரமுள்ள தரையில் வாழ்கின்றன. மண்ணோடு கலந்து அழுகிக் கொண்டிருக்கும் அங்ககப் பொருட்களே இவற்றின் உணவாகும். இவற்றின் தொண்டை தசைகளால் ஆனது. அதனால் தொண்டையின் உதவியால் அங்ககப் பொருட்களை மண்ணுடனே அல்லது கூழ் போன்ற சேற்றுடனே சேர்த்து எடுத்துக்கொள்கின்றன. **யூபோஜிபியா** (Upogebia) என்ற கிரஷ்டேசியன்கள் சேற்றை விழுங்குவதற்கு வாய் உறுப்புகளைப் பயன்படுத்துகின்றன. கடல்வெள்ளரி பற்றிழைகளைப் பயன்படுத்துகின்றன.

ஆ. பிருண்டலும் துளையிடுதலுமான முறைகள்: இம்முறைகள் சில தனிப்பட்ட உறுப்புகளினால் நடைபெறுகின்றன. மெல்உடலிகளின் முள் நாக்கு (Radula) இதற்காக அமைக்கப்பட்டதே. முள்நாக்கு பச்சை இலைகளைப் பிருண்டி உணவைச் சேகரிக்கப் பயன்படுகின்றது. முள் தொலிகளிலுள்ள (கடல் முட்கள்) ஐந்து நீண்ட பற்களால் ஆன **தாடை உறுப்புகள்** (Aristotle's Lantern) உணவுப் பொருட்களைப் பிருண்டுவதற்கே உபயோகப்படுகின்றன. கரையான்களின் வாய் உறுப்புகள் மரத்தைத் துளையிடுவதற்கு ஏற்றவாறு அமைந்திருக்கின்றன.

டெரிடோ (Teredo) என்ற மரத்தில் துளையிடும் விலங்குகளுக்கும் வால்வு போன்ற அமைப்பு உண்டு.

இ. இரையைப் பிடிப்பதற்கான முறை: இம்முறை மேலும் மூன்று வகைப்படுகிறது.

(i) பிடிப்பதற்கு மட்டும்: சில உறுப்புகள் இரையைப் பிடிப்பதற்கு மட்டும் உபயோகப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக அமீபாவின் பொய்க்கால்கள் இரையைப் பிடிப்பதற்கு மட்டும் உபயோகப்படுகின்றன. மேலும் குழியுடலிகளின் பற்றிழைகள் பல் சுணைகளின் (Polychaetes) தாடைகள், டீனோபோர்களின் (Ctenophores) லாசோ (Lasso) செல்கள் யாவும் சிறிய இரைகளைப் பிடிப்பதற்குப் பயன் படுகின்றன.

(ii) பிடித்து அரைப்பதற்கான அமைப்பு: மெல் உடலிகளின் தாடைகள் இரையைப் பிடிப்பதற்கும் அரைப்பதற்கும் பயன் படுகின்றன. கிரெஸ்டேசியன்கள், பூச்சிகள் போன்றவற்றிலும் தாடை உறுப்புகள் பிடிப்பதற்கும் அரைப்பதற்கும் செயல்படுகின்றன. முதுகெலும்பினங்களின் (Vertebrates) வாய்ப்பகுதியின் தாடைகளில் பற்கள் அமைந்துள்ளன. பற்கள் உணவுப்பொருட்களைப் பிடிப்பதற்கும் அரைப்பதற்கும் பயன்படுகின்றன.

(iii) பிடித்து வெளியிலேயே செரிமானம் நடக்கும் அமைப்பு: நட்சத்திர மீன்கள் பொதுவாக மெல் உடலிகளைச் சாப்பிடுகின்றன. குழல் கால்களின் (Tube Feet) உதவியால் அவை மெல் உடலிகளின் ஓடுகளை நீக்கும். பின் தங்களின் இரைப்பையை வெளியே கொண்டு வந்து உணவைச் சுற்றி வளைத்து உண்ணுகின்றன. செரிமானமும் வெளியிலேயே நடை பெறுகின்றது. செரிமானம் முடிந்த பின் திரும்பவும் இரைப்பையை உள் இழுத்துக் கொள்கின்றன.

3. திரவ அல்லது மெதுவான உணவுப் பொருட்களை உட்கொள்ளும் முறை: சில விலங்குகள் திரவ உணவை உட்கொள்கின்றன. மற்றும் சில மெல்லிய திசுக்களைச் சாப்பிடுகின்றன. இந்த முறையைப் பயன் படுத்தும் விலங்குகளிலும் உறுப்புகள் சிறப்பாக அமைந்திருக்கின்றன. கீழே கொடுக்கப் பட்டவை வெவ்வேறு வகையில் திரவ உணவை உட் கொள்ளும் முறைகள்.

அ துளையிட்டு உறிஞ்சுதல்: கொக்கிப் புழுக்கள் கொக்கிகளைக் கொண்டு திசுக்களில் துளையிட்டு, பின் உறிஞ்சி உணவைப்

பெறுகின்றன. அட்டைகள், கோப்பிப் பாடுகள், ஒட்டுண்ணிகள், இரு சிறகிகள் (Diptera), உண்ணிகள் போன்றவை இம் முறையைப் பின் பற்றுகின்றன.

ஆ. உறிஞ்சுதல் மட்டும்: தட்டைப் புழுக்கள், உருண்டைப் புழுக்கள், சில பூச்சிகள் (Lepidopterans) போன்ற விலங்குகளில் உணவுப் பொருட்களை உறிஞ்சி எடுப்பதற்கான வாய்உறுப்புகள் காணப் படுகின்றன.

இ. உடலின் மேல் தோல் வழியாகக் கிரகித்தல்: மலேரியா ஒட்டுண்ணிகள், நாடாப் புழுக்கள் போன்றவை சுற்றுப்புறமுள்ள உணவுச் சத்தினைத் தங்களின் மேல் தோல் வழியாகக் கிரகித்துக் கொள்கின்றன. வண்டின் உடலோடு ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும் சாக்குலினா(sacculina) என்ற ஒட்டுண்ணியும் இம் முறையினால் தான் உணவைப் பெறுகிறது.

செரித்தல்

உண்ணும் உணவு உடல் திசுக்களோடு சேர வேண்டும். உணவு உடல் திசுக்களோடு சேர்வதற்கு, சீரண நீர்களின் வினையால் பல மாற்றங்கள் அடைகின்றன. இம்மாற்றங்களையே செரித்தல் என்று குறிப்பிடுகின்றோம். செரித்தல் அல்லது ஜீரணம் இரண்டு வகையில் நடைபெறுகின்றது. (1) செல் உள் செரித்தலும் (Intra Cellular Digestion) (2) செல் வெளி செரித்தலும் (Extra Cellular Digestion) ஆகியவை செரித்தலின் இரு வகைகளாகும். ஒரு செல் விலங்குகள், குழியுடலிகள், மற்றும் சில விலங்குகளில் செல் உள் செரித்தல் நடைபெறுகின்றது. இவற்றில் பொய்க் கால்களின் துணையால் இரைகள் பிடிக்கப்பட்ட பின் சிறிய உணவு வெற்றிடங்கள் (Food Vacuoles) உண்டாகின்றன. இவ்வுணவு வெற்றிடங்களைச் சுற்றிலுமுள்ள சைடோப்ளாஸத்திலிருந்து நொதிகள் சுரந்து உணவினைச் செரிக்க உதவுகின்றன. செல் உள் நடக்கும் செரித்தல் சில முன்னேற்றமடைந்த விலங்குகளிலும் நடைபெறுகின்றது. மெல் உடலிகளிலும் முள் தோலிகளிலும் இரத்தத்தில் **விழுங்கு செல்கள்** அல்லது கழிவு உண்ணிகள் (Phago Cytes) உள்ளன. இந்த செல்கள் உணவுப் பொருட்களைச் சிறிய அளவில் விழுங்கிச் செரிக்கச் செய்கின்றன.

செல்லுக்கு வெளியே நடைபெறும் செரித்தல் பொதுவாக எல்லா பல செல் உயிரிகளிலும் காணப்படுகின்றது. உணவுப் பொருட்களின் அளவு பெரியதாக இருப்பதாலேயே செல்லிற்கு வெளியே செரித்தல் நடைபெறுகிறது என்பது ஆராய்ச்சியாளர்

களின் முடிவு. உணவுப் பொருட்களின் அளவு பெரிதாக இருப்பதால் உணவை உட்கொள்வதற்கும் செரித்தலுக்கும் சில உறுப்புகள் சிறப்பாக உண்டாகியிருக்கின்றன. உணவுப் பொருள்கள் செரித்தலுக்கு உணவுப் பாதை உள்ளது. உணவுப் பாதை உண்ணும் உணவிற்கு ஏற்றவாறு மாற்றம் அடைந்து இருக்கலாம். உணவுப் பாதை ஐந்து குறுகிய பாகங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. அவை: (1) உணவைப் பெறும் பகுதி, (2) கடந்தும் சேமித்தும் வைக்கும் பகுதி, (3) அரைத்தலும் செரித்தலும் நடக்கும் பகுதி, (4) உட்கிரகிக்கும் பகுதி, (5) கடந்தும் மலம் உண்டாக்கும் பகுதி என்பனவாகும்.

1. உணவைப் பெறும் பகுதி: வாய், வாய்க்குழி, வாய்க்குழியிலுள்ள சில சுரப்பிகள் எல்லாம் சேர்ந்து உணவைப் பெறும் பகுதியாகிறது. உயர்ந்த வகுப்பு விலங்குகளில் தாடை எலும்புகளில் பற்கள் வளர்ந்திருக்கின்றன. பற்கள் உணவுப் பொருட்களை அரைப்பதற்குப் பயன்படும். அட்டை, கொசு போன்றவை இரத்தத்தை உறிஞ்சிச் சாப்பிடுவன. இவற்றின் வாய்க்குழியில் இரத்தத்தை உறைய விடாதிருக்க ஒரு திரவம் சுரக்கின்றது. இத் திரவம் இரத்தத்தை உறையவிடாமல் இருக்கச் செய்வதால் இரத்தம் தொடர்ந்து உறிஞ்சப்படுகிறது. (அட்டையில் இத் திரவத்தின் பெயர் **ஹிருடின் (Hirudin)**. **ஹெலிக்ஸில் (Helix)** மாவுப் பொருட்களைச் செரிக்கச் செய்யும் ஒருவகை நொதி வாய்க்குழியில் சுரக்கின்றது. பாம்புகளில் சில உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகள் நச்சுச் சுரப்பிகளாக மாற்றம் அடைந்திருக்கின்றன. மற்ற உயர்ந்த விலங்குகளின் உமிழ்நீர் சுரப்பிகளில் **டைலின் (Ptyalin)** என்ற நொதி சுரந்து சர்க்கரையை மால்டோசாக மாறுற்றுவதற்கு உதவி செய்கின்றது.

2. கடந்தும் சேமித்தும் வைக்கும் பகுதி: உணவுக் குழலும் தங்குப்பையு இப் பகுதியைச் சேர்ந்ததாகும். உணவுக் குழல் வழியாக உணவு தங்குப்பைக்குள் (Crop) தள்ளப்படுகிறது. உயர்ந்த வகுப்பு விலங்குகளில் உணவுப்பொருட்கள் உணவுக் குழல் வழியாக **தொடர் அலை வியக்கம்** (Peristaltic Movement) என்ற முறையில் இரைப்பைக்குச் செல்கின்றது. சில விலங்குகளில் தங்குப்பை பெரிதாகவும், விரிவாகவும் காணப்படுகிறது. அட்டை போன்ற பிராணிகளுக்கு உணவு எப்பொழுதும் கிடைக்காததால் அவை உணவைச் சேமித்து வைக்க முயலுகின்றன. அதனால் அவற்றின் தங்குப்பை நீளமாகவும், 10 அல்லது 11 ஜோடி கிளைகள் கொண்டதாகவும் இருக்கின்றன. பூச்சிகளிலும் தங்குப்பை உண்டு. பறவைகளில் வயிற்றுப்பகுதிக்கு முன்னதாக மெல்லிய சுவருடைய தங்குப்பை உண்டாகியிருக்கின்றது.

3. அரைத்தலும் செரித்தலும் நடக்கும் பகுதி: இப்பகுதியின் அமைப்பு வெவ்வேறு விலங்குகளில் வேறு படுகின்றது. வளைப் புழுக்களிலும் பாச்சான் போன்ற பூச்சிகளிலும் உருண்டையான அரைவைப்பை இருக்கின்றது. இப்பை தசைகளால் ஆனது. மேலும் இப்பையினுள் கைட்டினால் (Chitin) செய்யப்பட்ட பற்கள் உள்ளன. இறால், நண்டு, போன்ற விலங்குகளில் வயிற்றின் முன் பகுதியில் பல மாற்றங்கள் காணப்படுகின்றன. வயிற்றின் முன் பகுதி முன் இரைப்பை (Cardiac Stomach) என்று சொல்லப் படும். முன் இரைப்பையில் கீழிலிருந்து கைட்டிலால் ஆன பல பற்கள் நீட்டிக் கொண்டிருக்கும். மேல்தளத்தில் தடித்த சுரசுரப் பான மேடுகளும் உண்டு. மேற்சொன்ன உறுப்புகளின் உதவி யால் உணவு நன்ருக அரைக்கப்படுகின்றது. அதனுல் இந்தப் பாகம் இரப்பை ஆலை (Gastric Mill) என்று சொல்லப்படு கின்றது. முதுகெலும்பினங்களில் இரைப்பை சிறப்பாக முன் னேற்றம் அடைந்திருக்கின்றது. இங்கு தசைச் சுவற்றின் அசை விஞல் உணவுப் பொருட்கள் புரட்டி எடுக்கப்பட்டு நன்ருக அரைக்கப்பட்ட பின் கூழ் போல ஆகின்றது இரைப்பையிலுள்ள இரைப்பை சுரப்பிகள் நொதிகளைச் சுரக்கின்றன. அதனுல் இரைப்பையிலும் செரித்தல் நடைபெறுகின்றது.

இரப்பைக்குப் பிறகு தொடர்ந்து வருவது முன் சிறுகுடல் பகுதியாகும் (Duodenum). முன் சிறுகுடலில் தான் பல செரி மானத்திரவங்கள் வந்து சேருகின்றன. உணவின் பெரும்பாலான பகுதி இங்கு தான் செரிக்கப்படுகின்றது.

4. உட்கிரகிக்கும் பகுதி: உட்கிரகிக்கும் பகுதி சிறு குடலாகும். சிறு குடல், முன் சிறுகுடல் போன்று அல்லாது சிறிது அமைப்பில் வேறுபட்டு இருக்கும். உட்கிரகித்தலுக்கு ஏற்றவாறு சில மாற்றங்களும் காணப்படும். இப்பகுதியில் இரத்த ஓட்டம் மிகுதியாக உள்ளது. கிரஷ்டேஷியன்கள், மெல்லுடலிகள் போன்றவற்றில் குடலின் பின்பகுதி தான் உட்கிரகிக்கும் செயலைச் செய்கின்றது. வளைப்புழுக்கள், பூச்சிகள், கடல் குச்சிகள், கடல் வெள்ளரிகள் ஆகியவற்றில் உட்கிரக்கும் பகுதி அதன் முந்திய பகுதிக்கும் அமைப்பில் வேறுபட்டு இருக்கின்றது. ஆனல் சில மெல்லுடலிகளிலும், நட்சத்திர மீன்களிலும் இரண்டு பகுதிகளுக் கான வேறுபாடு தெளிவாக இல்லை.

5. கடந்தும் மலம் உண்டாகும் பகுதி: இது தான் உணவுப் பாதையின் கடைசிப் பகுதியாகும். இங்கு செரிமானம் அடைந்த உணவில் உள்ள மிகுதியான நீர் உறிஞ்சப் படுகிறது. மிகுதி யான நீர் உறிஞ்சப் படுவதால் இதுவரை கூழ் போல் இருந்த

உணவு கட்டியாகி மலமாகி விடுகிறது. தரையில் வாழும் பூச்சிகளிலும், முதுகெலும்பினங்களிலும் இப்பகுதி சிறப்பாக வளர்ச்சியுற்று இருக்கிறது. கிரெஸ்டேஷியன்கள்லும், மெல்லுடலிகளிலும் உணவின் மிகுதியான நீரைக் குடலின் கடைசிப் பகுதி உறிஞ்சுகிறது. எல்லா விலங்குகளிலும் மலம் கடைசியாக வெளியே தள்ளப் படுகிறது.

இரசாயன அல்லது வேதிய செயல்கள்

உணவு உட்கொண்ட பின் அது செரித்தலுக்குள்ளாகின்றது. இதற்கு உதவியாக இருப்பது பாக்டீரியாக்களும் மற்றும் சில நுண்ணிய உயிரிகளும் ஆகும். உணவுப் பாதையை ஒட்டி பல சுரப்பிகளும் உள்ளன. இச் சுரப்பிகள் பல நொதிகளைக் கொண்ட திரவங்களைச் சுரக்கின்றன. நொதிகளே உணவு செரித்தலுக்கு முக்கிய இரசாயனப் பொருட்களாகும்.

நொதிகள் (Enzymes)

நொதி என்ற பொருளுடைய கிரேக்க சொல்லுக்கு(Enzymes) ஈஸ்டு அல்லது காடி என்று பொருள்படும். ஈஸ்டு செல்லின் உதவியால் தான் முதலில் நொதிகளைப் பற்றித் தெரிய வந்தது. இச்சொல்லை முதலில் கையாண்டவர் குஹ்னி (Kuhni—1878) என்ற அறிவியலாளர். நொதிகள் என்ருல் என்ன? நொதிகள் அங்ககக் கூட்டுப் பொருளாகும். அவை சுரப்பி செல்களில் தோன்றி செரித்தல் நடை பெறும் இடங்களுக்குக் கொண்டு செல்லப் படுகின்றன. உணவைச் செரிக்கவைப்பதின் மூலம் அவை பல இரசாயனச் செயல்களில் ஈடுபடுகின்றன. நொதிகளின் பொதுவான வேலை இரசாயன அல்லது வேதியச் செயல்களைத் தூண்டுவதேயாகும். அதனுல் நொதிகள் கிரியாஊக்கி(Catalyst) என்றும் அழைக்கப் படுகின்றன. நொதிகளைக் கண்டு பிடித்தது உயிரியல் அறிவியலின் பெரும் முயற்சியாகும். அவற்றின் அரியகண்டு பிடிப்பால் பல உண்மைகள் வெளிப்படையாகத்தெரிந்தன. நொதிகளின் செயல் உயிரியல் அறிவியலில் மிகவும் முக்கியமாகக் கருதப் படுதலால் நொதியியல் (Enzymology) என்ற தனித்த அறிவியலும் உண்டாயிற்று.

நொதிகளைப் பெயரிடுதல்

நொதிகள் சில பொருட்களுடன் இரசாயன முறையில் செயல்படுகின்றன. இந்தப்பொருட்கள் தளப் பொருட்கள் (Substrate) என்று அழைக்கப்படும். குறிப்பிட்ட ஒரு நொதி குறிப்பிட்ட ஒரு தளப் பொருளை இரசாயன மாற்றத்திற்கு உள்ளாக்கு

கின்றது என்று வைத்துக் கொண்டால் அந்நொதி அத்தளப் பொருளின் பெயரோடு ஏஸ் (ase) என்ற விகுதி சேர்ந்து அழைக்கப்படுகின்றது. (உ-ம்.) சர்க்கரையை (Sugar) செரிக்க வைக்கும் நொதிக்கு சூக்ரேஸ் (Sucrase) என்று பெயரிடப் பட்டுள்ளது. சில நொதிகள் புரதம், கொழுப்பு போன்ற உணவுச் சத்துக்களை உடைக்க (செரிக்க) அல்லது சிறிய கூறுகளாக்கப் பயன்படுவதால் அவை முறையே **புரோடியோலைடிக்(Proteolytic)**, **லிப்போலைடிக் (Lipolytic)** என்று வழங்கப்படுகின்றன. **டைலின்** (Ptyalin), **பெப்ஸின்** (Pepsin) **டிரிப்ஸின்** (Trypsin) போன்ற நொதிகள் அவை கண்டுபிடித்த நாள் முதலே இதே பெயர் கொண்டுதான் அழைக்கப்படுகின்றன.

நொதிகள் வகைபாடு : முன்னாட்களில் நொதிகளை அவை ஊக்குவிக்கும் இரசாயன அல்லது வேதியல் செயல் கொண்டு வகைப்படுத்தி வந்தார்கள். இந் நாட்களில் நொதிகளை அவற்றின் பாகப் பொருள்களைக் (Chemical Composition) கொண்டு வகைப் படுத்தி வருகிறார்கள். நொதிகளைக் கீழ்க்கண்ட நான்கு முறை களாக வகைப்படுத்தலாம்.

1. ஹைட்ரோலேசஸ் (Hydrolases)
2. பாஸ்போரிலேசஸ் (Phosphorylases)
3. பைரோபாஸ்படேசஸ் (Pyrophosphatases)
4. டிரான்ஸ்ஃபெரேசஸ் (Transferases)

1. **ஹைட்ரோலேசஸ் :** இவ்வகை நொதிகள் நீரின் உதவி யால் தளப் பொருள்களை அவற்றின் சிறிய பாகப் பொருட் களாகப் பிரிக்கின்றன. இதனால் இந்தப் பகுதியில் புரதம், மாவுப் பொருட்கள், கொழுப்புச் சத்துக்கள் ஆகியவற்றின் சிறிய பாகப் பொருட்களாக மாற்றும் நொதிகளெல்லாம் அடங்கும். சூக்ரோஸ் அதன் சிறிய பாகங்களான குளுக்கோஸ், ஃப்ரக்டோஸ் ஆகிய பொருட்களாக மாற்றப்படுகின்றது.

$$C_{12}H_{22}O_{11}+H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6+C_6H_{12}O_6$$

ஹைட்ரோலேசஸ் நொதிகள் உணவு செரிமானங்களில் பெரிதும் பங்கு கொள்கின்றன. அவை மேலும் மூன்று வகையாக வகைப் படுத்தப்படுகின்றன.

அ. புரோடியோலைட்டிக் நொதிகள்(Proteolytic Enzymes)
ஆ. சூக்ரோலைட்டிக் நொதிகள் (Sucrolytic Enzymes)
இ. லிப்போலைட்டிக் நொதிகள் (Lipolytic Enzymes)

அ. புரோடியோலேட்டிக் அல்லது புரோட்டியேசஸ் நொதிகள் : புரதங்களின் மேல் இரசாயனச் செயல்கள் கொள்ளும் நொதிகளை புரோட்டியோலேட்டிக் நொதிகள் என்று சொல்கிறோம். புரதம் பல அமினோ அமிலங்களினால் ஆனது. புரோட்டியோலேட்டிக் நொதிகள் புரதங்களை அமினோ அமிலங்களாகப் பிரித்து விடுகின்றன. புரோட்டியோலேட்டிக் அமிலங்கள் மேலும் இரு வகைப்படும்.

(i) எண்டோபெப்டிடேசஸ் (Endopeptidases)

(ii) எக்ஸோபெப்டிடேசஸ் (Exopeptidases)

எண்டோபெப்டிடேஸஸ் நொதிகள் பெப்டைடின் மத்திய இணைப்புடன் (Bond) தாக்குகின்றன அல்லது செயல் படுகின்றன. மேலும் **பெப்ஸின், டிரிப்ஸின்; கதாப்ஸின், கைமோடிரிப்ஸின்,** (Cathapsin, Chymotrypsin) போன்ற சாதாரண புரதங்களிலும் எண்டோபெப்டிடேஸஸ் செயல் படுகின்றது.

எக்ஸோபெப்டிடேஸஸ் புரதத்தின் கடைப் பகுதியைத் தாக்குகின்றன. அதனால் தான் புரதம் பல அமினோ அமிலங்களாகப் பிரிந்து விடுகின்றது. எக்ஸோபெப்டிடேஸஸ் (அ) கார்பாக்ஸி பெப்டிடேஸஸ் (ஆ) அமினோ பெப்டிடேஸஸ் (இ) டைபெப்டிடேஸஸ் என மூன்று வகைப் படும். பெப்டைடுகளிலுள்ள கார்பாக்சைல் பகுதியை மட்டும் **கார்பாக்ஸி பெப்டிடேஸஸ்** (Carboxy Peptidases) தாக்குகின்றது. **அமினோ பெப்டிடேஸஸ்** (Amino—Peptidases) அமினோ பகுதியையுடைய பெப்டைடுகளைத் தாக்குகிறது. டைபெப்டிடேசஸ் (Di Peptidases) டை பெப்டைடுகளை மட்டும் தாக்கி அவற்றின் அமினோ அமிலங்களைப் பிரிக்கச் செய்கின்றது.

ஆ. சுக்ரோலேட்டிக் அல்லது புரோட்டியேசஸ் நொதிகள்: இந்த நொதிகள் மாவுப் பொருட்களை அவற்றின் சிறிய பாகங்களான குளுகோஸாக மாற்றுவதற்குப் பயன்படுகின்றன. மேலும் குளுக்கோஸில் இருந்து மாவுப் பொருட்கள் உண்டாவதற்கும் இவ்வகை நொதிகளே காரணமாகின்றன. **டைலின்**(Ptylin) **அமிலேஸ்** (Amylase) **இன்வெர்டேஸ்** (Invertase), **லாக்டேஸ்** (Lactase), **மால்டேஸ்** Maltase), **சுக்ரேஸ்** (Sucrase) போன்றவை சுக்ரோலேட்டிக் நொதிகளுக்கு எடுத்துக் காட்டுகள்.

இ. லிபோலேட்டிக் அல்லது எஸ்ட்ரேசஸ் நொதிகள்: இந்த நொதிகள் கொழுப்பை அதன் சிறிய பாகப் பொருட்களான கொழுப்பு அமிலங்களாக மாற்றுகின்றன. அல்லது

கொழுப்பு அமிலங்கள் சேர்ந்து கொழுப்பு உண்டாவதற்கு உதவி செய்கின்றன. எடுத்துக் காட்டாக லிபேஸஸ் (Lipases) நொதியைச் சொல்லலாம்.

2. **பாஸ்போரிலேசஸ் :** பாஸ்போரிலேசஸ் மாவுப் பொருட்களை அவற்றின் சிறிய பொருட்களாக மாற்றுவதற்குப் பயன்படுகின்றது. இதற்கு உதவியாக இருப்பது பாஸ்பாரிக் அமிலம். இது ஹைட்ரோலைஸஸ் அல்லது நீராற் பகுத்தல் போன்றதே. பாஸ்போரிலேசஸ் மாவுப் பொருட்களின் வளர்சிதை மாற்றத்தில் ஏற்படுகின்றது.

3. **பைரோ பாஸ்படேசஸ் :** இந்த நொதிகள் அனங்கக்ப் பைரோபாஸ்பேட்டுகளை ஆர்த்தோ பாஸ்பேட்டுகளாக (Ortho-Phosphates) மாற்றுகின்றன.

4. **டிரான்ஃபெரேசஸ்:** இந்த நொதிகள் ஒரு பொருளிலுள்ள ஒரு பகுதியை மற்றொரு பொருளுக்கு மாற்றுகிறது. எடுத்து காட்டாக டிரான்ஸ் அமினேசஸ் அமினோப் பகுதியை மாற்றுகின்றது. பாஸ்போகினேசஸ் (Phosphokinases) பாஸ்பேட் பகுதியை மாற்றுகிறது.

நொதிகளின்குணங்கள்

1. நொதிகள் புரதங்களாகும். அதனால் அவை புரதங்களின் பண்புகள் அதிகம் பெற்றிருக்கின்றன.

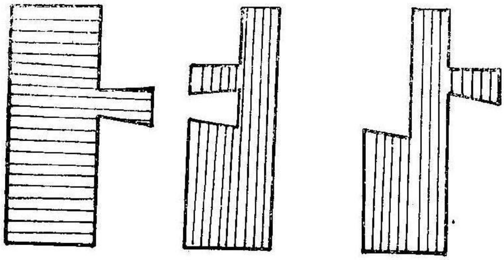
2. நொதிகள் எல்லாம் கொலாய்டு (Colloid) போன்றவை. அவை தேர்வு ஊடுறுவும் (Semi Permeable) சவ்வு வழியாகச் செல்வதில்லை.

3. பொதுவாக நொதிகள் நீரிலும், உப்புத்திரவங்களிலும் கரைகின்றன. கிளிசரினிலும் அல்லது கிளிசரின் கலந்த நீரிலும் நொதிகள் கரையும் இயல்புடையன. அடர்ந்த ஆல்கஹாலில் நொதிகள் கரைவதில்லை.

4. நொதிகள் இரசாயன அல்லது வேதிய மாற்றங்களைத் தூண்டுகின்றன. சிறிதளவு நொதியும் தேவையான அளவு வேதிய மாற்றங்களைத் தூண்டி விடுகின்றது. அவை வேதிய மாற்றங்கள் நடைபெறும் பொழுது அவற்றில் நேரடியாகக் கலக்கின்றனவா என்பது தெளிவாகத் தெரியவில்லை. ஆனால் வேதிய மாற்றங்கள் நடைபெற்ற பிறகும் அவை முன் போலவே இருக்கின்றன.

5. நொதிகளில் ஆல்கஹாலைச் சேர்க்கும் பொழுது படிதல் ஏற்படுகின்றது. காப்பர் சல்பேட், மெர்குரிக் குளோரைடு, போன்ற உப்புக்களைச் சேர்க்கும் பொழுது நொதிகள் படிந்து விடுகின்றன.

6. நொதிகள் அவற்றின் வேலைத்திறனில் தனித்தன்மை வாய்ந்தவை. குறிப்பிட்ட இரசாயன மாற்றத்தைத் தூண்டும் ஒரு நொதி மற்ற இரசாயன மாற்றத்தைத் தூண்டாது. எடுத்துக் காட்டாக ஒரு புரதத்தை இரசாயன மாற்றத்திற்குள்ளாக்கும் ஒரு நொதி மற்ற புரதங்களையோ அல்லது மாவுப் பொருட்கள், கொழுப்புக்களையோ மாற்றங்களுக்குள்ளாக்கத் தூண்டுதலில் ஈடு படாது. இதனால் தான் ஃபிஷர் (Fisher) என்பவர் பூட்டும் சாவியும் **(Lock and Key)** என்ற நியதியைச் சொன்னார். இந் நியதியில் உள்ளபடி ஒரு பூட்டுக்கு அதற்கென்று சாவி உள்ளது போன்று ஒரு நொதியின் மூலக் கூற்று அமைப்பு அது செயல்படும் தளப் பொருளின் மூலக் கூற்று அமைப்போடு ஒன்று பட்டிருக்கும் (படம் 5.) பெப்ஸின் புரதத்தைத்தான் மாற்றங்களுக்குள்ளாக்கும்.



படம் 5
பூட்டும் சாவியும் நியதியை விளக்கும் படம்

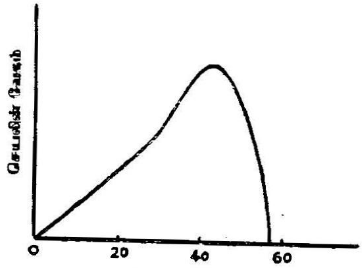
ஸ்டார்ச்சு குளுகோஸாகக் குறையும் போது இரண்டு படிகள் உள்ளன. இந்த இரண்டு படிகளிலும் வெவ்வேறு நொதிகள் செயல் படுகின்றன.

டயாடேஸ் (Diatase)
முதல்படி : ஸ்டார்சு ⟶ மால்ட்டோஸ்.
மால்டேஸ்
இரண்டாம்படி : மால்ட்டோஸ் ⟶ குளுகோஸ்.

7. சில நொதிகளின் வேலைத்திறனை அதிகமாகத் தூண்டு வதற்குக் கால்சியம், மக்னீசயம் போன்ற உப்புக்கள் சிறிதள

வேனும் வேண்டியதிருக்கின்றது. இவை துணை நொதிகள் (Co-Enzymes) போன்றவை.

8. இரசாயன அல்லது வேதிய மாற்றங்களில் தட்ப வெப்ப அளவினை அதிகரித்தால் நொதிகளின் தூண்டுதல் சக்தியும் அதிகமாகிறது. சில நொதிகள் குறிப்பிட்ட உத்தம தட்ப வெப்ப நிலையில் மிக அதிகமாகத் தூண்டுதலில் ஈடுபடுகின்றன. வேதிய மாற்றம் குறிப்பிட்ட உத்தம தட்ப வெப்ப நிலையைத் தாண்டும் பொழுது நொதிகள் சக்தி இழந்துவிடும். ஆனால் பெப்சின் போன்ற சில நொதிகள் தட்பவெப்ப நிலை அதிகரித்தாலும் சக்தி இழந்து போவதில்லை. (படம் 6.)



படம் 6
தட்பவெட்ப நிலையை அதிகரித்தலால் உண்டாகும் வேதிய மாற்றத்தின் விதத்தை விளக்கும் வரைகோட்டுப் படம்

9. சில நொதிகள் தங்களின் தூண்டுதலை எதிர்த்துச் செயல்படுகின்றன. ஒரு நொதி ஒரு பொருளை வேதிய மாற்றமடையத் தூண்டினால் அதே நொதி அதே வேதிய மாற்றத்தை எதிர்த்தும் செய்கின்றது, எடுத்துக்காட்டாக, கிளைகோஜினேஸ் (Glycogenase) என்ற நொதி குளுகோஸை கிளைகோஜனக மாற்றிக் கல்லீரலில் சேமித்து வைக்கின்றது. இரத்தத்தில் குளுகோஸின் அளவு குறையும்பொழுது இதே நொதி கிளைகோஜனை திரும்பவும் குளுகோஸாக மாற்றி விடுகின்றது. இச் செயல் தேவைப்படும் பொழுதெல்லாம் கல்லீரலில் நடைபெறுகின்றது.

10. சில ஒட்டுண்ணிகள் ஓம்புனரின் வயிற்றிலோ, குடலிலோ வசிக்கின்றன. ஓம்புனரின் செரிமான நொதிகளால் ஒட்டுண்ணிகள் செரித்துவிடாமல் இருக்க அவை எதிர்ப்பு நொதிகளை (Anti Enzymes) உண்டாக்குகின்றன. எதிர்ப்பு நொதிகளில், எதிர்ப்பு பெப்சின், எதிர்ப்பு ட்ரிப்சின், எதிர்ப்பு

அமிலேஸ் (Anti pepsin, Anti trypsin, Anti Amylases போன்றவை முக்கியானவை.

11. குளோரோஃபாம், ஈதர் போன்ற நச்சுத் திரவங்களால் நொதிகள் கெட்டுப்போவதில்லை. மேற்சொன்ன திரவங்களால் நொதிகளின் வேலைத் திறனும் குறைவதில்லை அதனல் நொதிகளை குளோரோஃபாம், ஈதர் போன்றவற்றில் வைத்துப் பாதுகாக்கின்றனர்.

12. நொதிகளின் வேலைத் திறன் அமில, காரத் தன்மைகளைப் பொறுத்து வேறுபடும். அமில காரத்தன்மைகளை வரையறுக்க நாம் pH அளவைப் பயன்படுத்துகின்றோம். அதனல் pH அளவைப் பொறுத்து நொதிகளின் வேலைத் திறனைக் கணக்கிடலாம். இரைப்பையில் சுரக்கும் பெப்சின் 1·2லிருந்து 1·8 அளவு வரையுள்ள pHல் (அமிலத் தன்மை) வேதிய மாற்றங்களைத் தூண்டுகின்றது. ஆனல் ட்ரிப்சின் 6·8லிருந்து 9·5 வரை அளவுள்ள காரத் தன்மையில்தான் செயல்களைத் தூண்டும் சக்தியுடையதாக இருக்கின்றது. pH 8·2 காரத் தன்மையில் ட்ரிப்சின் அதிக ஊக்கமாகச் செயல்படுகிறது.

13. சில நொதிகள் தூண்டுதல் சக்தி இல்லாத நிலையில் சுரக்கப்படுகின்றன. இவற்றை சக்தி உள்ளதாக மாற்றுவதற்கு மற்ருெரு அமிலம் தேவைப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, பெப்சினேஜன் என்ற நொதியை எடுத்துக் கொள்வோம். அது இரைப்பை சுரப்பிகளில் சுரக்கின்றது. பெப்சினேஜனல் வேதிய மாற்றத்தைத் தூண்ட முடியாது. சைமோஜன் என்ற அமிலம் (Zymogen or Proenzyme) பெப்சினேஜனைச் சக்தியுள்ள பெப்சினை மாற்றுகின்றது.

14. செரிமான நொதிகள் எல்லாம் ஹைட்ரோரிலேஸ் வகையைச் சார்ந்தவைகளே. இந் நொதிகள் ஹைட்ரோலைஸிஸ் அல்லது நீராற் பகுத்தல் என்ற செயலைத் தூண்டுகின்றன.

உணவு செரித்தல்

விலங்குகள் உட்கொள்ளும் உணவு கடினமாகவும் கரையாத தன்மையுடையனவாகவும் இருக்கும். உணவுப் பொருட்கள் மிருதுவாகவும், கரையக் கூடியதாகவுமிருந்தால் தான் அவை இரத்தத்தில் கலந்து கொள்ள முடியும். அவை மிகச் சிறிய அளவுடையதாகவும் கரைந்த நிலையிலும் இருந்தால் தான் செல்லினுள் புக முடியும். மேலும் உணவுப் பொருட்கள் கரைந்த நிலையில் இருந்

தால் தான் வளர்சிதைமாற்றம் செயல் பட முடியும். செரித்தலின் போது உணவுப் பொருட்கள் மிருதுவாகவும் கரைந்த நிலைமையிலுள்ளதாகவும் ஆகின்றது. விலங்குகளின் உணவுப் பாதையில் புரதம், மாவுப் பொருட்கள், கொழுப்பு போன்ற உணவுப் பொருட்கள் மட்டுமே செரித்தலுக்குள்ளாகின்றன. நீர், தாது உப்புகள், வைட்டமின்கள் போன்றவை ஒரு வித மாறுதலும் அடையாமல் நேரடியாகவே உறிஞ்சப்படுகின்றன.

புரதத்தின் செரித்தல்

புரதம் வாயில் செரிக்கப்படுவதில்லை. வயிற்றில் முக்கியமாகக் காணப்படும் நொதி பெப்ஸின். இது **நீராற் பகுத்தல்** (Hydrolysis) மூலம் புரதத்தை புரோட்டியேசஸ் பெப்டோன்கள், அமினோ அமிலங்களாக மாற்றுகின்றது. பெப்சின் முதலில் சக்தியின்றியே சுரப்பியில் சுரக்கப்படுகின்றது. இதைக் கிளர்ச்சி பெறச் செய்ய (Activation) பெப்சினோஜன் என்ற அமிலம் அல்லது துணை நொதி தேவை. இந்நொதி இரைப்பை சுரப்பிகளில் சுரக்கப் படுகின்றது. சில வேளைகளில் ஏற்கனவே உள்ள பெப்சினும் புதிதாகச் சுரந்த பெப்சினைக் கிளர்ச்சி செய்வதற்குப் பயன்படுகின்றது. சில இளம் பாலூட்டிகளில் ரெனின் என்ற நொதி இரைப்பைச் சுரப்பிகளில் சுரக்கப்படும். இந் நொதி சக்தியின்றி இருத்தலால் இது புரோரெனின் என்று அழைக்கப்படும். புரோரெனின் அமிலத்தால் கிளர்ச்சியுறப்படுகின்றது. கிளர்ச்சி பெற்ற பிறகு புரதத்தை அதன் சிறு கூறுகளாகப் பிரிக்கின்றது. ரெனின் மனிதரின் இரைப்பையில் சுரப்பதில்லை.

முன் சிறு குடலில் புரதத்தைச் செரிக்க வைக்கப் பல நொதிகள் காணப் படுகின்றன. இந்த நொதிகள் புரதத்தை பாலிபெப்சைடுகள் டைபெப்சைடுகள் பிறகு அமினோ அமிலங்களாக மாற்றுகின்றன. இந் நொதிகளில் முக்கியமானவை ட்ரிப்சின் (Trypsin), எரிப்சின் (Erepsin), கைமோட்ரிப்சின் (Chyotrypsin), கத்தாப்சின் (Cathepsin) போன்றவை. ட்ரிப்சின் பொதுவாக, காரச் சூழ் நிலையில் தான் செயல் படும்.

இந் நொதி கணையத்தில் சுரக்கப் படுகின்றது. சுரக்கும் பொழுது சக்தி குறைந்தே காணப்படும். இது எண்டரோகினேஸிஸ் (Enterokinesis) கிளர்ச்சியூட்டியால் (Activator) கிளர்ச்சியூட்டப் படுகிறது. டிரிப்சின் பெப்டோன்களை பாலிபெப்டோன்களாக மாற்றும். எரிப்சினும் புரோட்டியோலேசஸ் (அல்லது புரோட்டியோலைட்டிக்) என்ற நொதி வகையைச் சார்ந்ததுதான். இது சிறு குடலில் சுரக்கப் படுகின்றது. பெப்சினும், ட்ரிப்சினும்

செரிக்கத் தொடங்கிய புரதங்களை எரிப்சின் செரித்து முடிக்கின்றது. அதாவது எரிப்சின் பாலிபெப்டைடுகளை அமினோ அமிலங்களாக மாற்றுகின்றது,

கைமோட்ரிப்சின் என்ற மற்றொரு புரோட்டியேஸ் நொதியும் கணையத்தில் உண்டாகும். இது காரச் சூழ்நிலையில் பாலை உறைய வைக்கின்றது. ரெனின் என்ற மற்றொரு நொதி பாலைத் தயிராக்க உதவுகின்றது. இந் நொதி பாலைமட்டும் தான் செரிக்க உபயோகப் படுகின்றது. சிறு குடலில் உண்டாகும் இந் நொதி மற்ற செயல்களில் ஈடுபடுவதில்லை. கத்தாப்சின் கல்லீரலிலும், மண்ணீரலிலும் காணப்படும். இது குளூட்டத்தயோன் அல்லது சிஸ்டின் (Glutathione or Cysteine) என்ற கிளர்ச்சியூட்டியால் தூண்டப் படும்.

மேற் சொன்ன புரோட்டியேஸ் நொதிகலெல்லாம் எண்டோபெப்டிடேஸஸ் (Endo Peptidases) என்ற பிரிவினுள் அடங்கும். இவை பெப்டைடு இணைப்பின் (Peptide Bond) மத்திய பாகத்துடன் வேலை செய்கின்றன. எக்ஸோ பெப்டிடேஸஸ் என்ற மற்றொரு புரத நொதிகள் பெப்டைடு இணைப்பின் கடைப் பகுதியைத் தாக்குகின்றன. இவ்வகையில் மூன்று நொதிகள் உண்டு. அவை கார்பாக்ஸில் பெப்டிடேஸஸ் (Carboxyl–Peptidases), அமினோ பெப்டிடேஸஸ் (Amino Peptidases), டை பெப்டிடேஸஸ் (Di - Peptidases) ஆகியவையாகும். இவை பாலி பெப்டைடுகளைத் தாக்கி டைபெப்டைடுகளாகவும் அமினோ அமிலங்களாகவும் மாற்றுகின்றன. அடுத்த பக்கத்தில் கொடுக்கப் பட்டுள்ள அட்டவணை புரோட்டியோலைட்டில் நொதிகளின் செயல் முறைகளை விளக்கும்.

புரோட்டியோலைட்டிக் நொதிகள் பொதுவாக எல்லா வகை விலங்குகளிலும் உள்ளதாக ஆராய்ச்சிகள் விளக்குகின்றன. கத்தாப்சின் பரமேசியத்தில் இருப்பதாகக் கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளது. உருண்டைப் புழுக்களில் பெப்டிடேசஸ் நொதிகள் சுரக்கப்படுகின்றன. கணுக்காலிகளின் ஈரல் கிளைகளிலிருந்து (Hepatic Caeca) புரதத்தை செரிக்க வைக்கும் நொதிகள் சுரக்கப் படுகின்றன. மியுரக்ஸின் (Murex) ஈரல் கிளைகளிலிருந்து புரோட்டியேசஸ் நொதிகள் சுரக்கின்றன. தலை, வால், முதுகுத் தண்டினங்களில் வயிற்றுப் பகுதி இல்லாததால் பெப்சின் சுரப்ப தில்லை. இரைப்பை இல்லாத எலும்பு மீன்களிலும் பெப்சின் காணப்படுவதில்லை. தவளை போன்ற நீர், நில வாழ்வனவற்றில் இரைப்பையைவிட உணவுக் குழலில்தான் பெப்சின் அதிகமாக

நொதிகள்	தளப்பொருட்கள்	கிடைக்கும் பொருட்கள்
1. எண்டோ பெப்டிடேசஸ்		
பெப்சின்	புரதம்	புரோட்டியேசஸ், பெப்டோசஸ், பெப்டோன்
ரெனின்	கேசினோஜன்	கேசின்
டிரிப்சின்	பெப்டோன்கள்	பாலிபெப்டைடுகள்
எரிப்சின்	பாலிபெப்டைடுகள்	அமினோ அமிலங்கள்
2. எக்சோ பெப்டிடேசஸ்		
கார்பாக்சில் பெப்டிடேசஸ்	பாலிபெப்டைடுகள்	டைபெப்டைடுகள், அமினோ அமிலங்கள்
அமினோ பெப்டிடேசஸ்	பாலிபெப்டைடுகள்	டைபெப்டைடுகள், அமினோ அமிலங்கள்
டை பெப்டிடேசஸ்	டைபெப்டைடுகள்	அமினோ அமிலங்கள்

சுரக்கின்றது. பறவைகளில் அரைவைப் பையில்தான் புரதம் செரிக்கப்படுகின்றது.

மாவுப்பொருட்களின் செரித்தல்: பாலி சாக்கரைடுகளில் ஸ்டார்சு முக்கியமானது. ஸ்டார்ச்சு, அமிலோஸ், அமிலோ பெக்டின் (Amylose, Amilopectin) என்ற இரு கூறுகளாலானது. இந்த இரண்டிலும் குளுகோஸ் மூலக்கூறுகள் உண்டு. அமிலோ பெக்டினில் குளுகோஸ் மூலக்கூறுகள் பல கிளைகளைக் கொண்டதாகக் காணப்படும். டார்ச்சை செரிக்க வைக்கும் எந்த நொதியானலும் அமிலோ பெப்டினின் குளுகோஸ் மூலக்கூற்றின் கிளைகளை பிரிக்கமுடியாது. ஆனல் கிளைக்கோஜனில் குளுக்கோஸ் மூலக்கூற்றின்எண்ணிக்கை குறைவாக இருப்பதால் நொதிகள் அவற்றைத் தனித்தனியே பிரித்துவிடுகின்றன.

பன்றி, யானை, எலி, முயல், மனிதன் போன்ற பிராணிகளுக்கு உமிழ்நீரில் டையலின் (Ptyalin) என்ற நொதி காணப்படும். இது டார்ச்சிலுள்ள அமிலோஸ், அமிலோ பெப்டின் ஆகியவற்றை மால்டோஸாக மாற்றுகின்றது. இந்த வேதிய மாற்றம் pH 6·2 லிருந்து 6 8க்குள் நடைபெறுகின்றது. பிறகு மால்டேஸ் என்ற நொதி மால்டோசைக் குளுகோஸாக மாற்றுகின்றது. மால்டேஸ் சிறுகுடலில் சுரக்கப்படுகின்றது.

இரைப்பையில் மாவுப் பொருட்களை செரிக்க வைக்கும் நொதிகள் கிடையாது. ஆனல் முன் சிறுகுடலில் உண்டாகும்

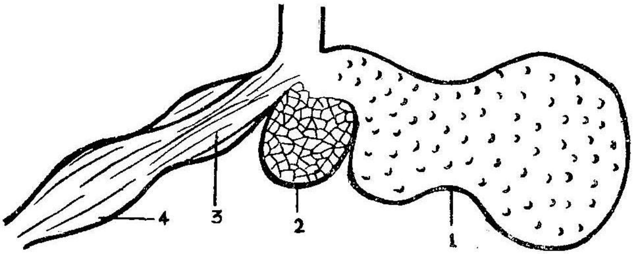
நொதிகள் இரைப்பையை வந்தடைகின்றன. இங்கு கருப்பச் சர்க்கரை, இன்சுலின் போன்றவை அமிலத்தால் நீராற் பகுக்கப் படுகின்றன. முதுகெலும்பினங்களுக்கு இன்சுலினை செரிக்க வைக்கும் இன்சுலேஸ் என்ற நொதி கிடையாது. அதனுல் இரைப் பையில் உண்டாகும் அமிலமே இன்சுலினை நீராற்பகுத்தல் மூலம் அதன் மூலக் கூறுகளாகப் பிரிக்கின்றது.

சிறுகுடலில் மாவுப்பொருட்களைச் செரிக்கவைக்கும் நொதிகள் காணப்படுகின்றன. இவை டைசாக்கரேசங்களாகும் (Disaccharases). மனிதனில் மால்டேசஸ், ட்ரகிலேஸ் (Trehalase) லாக்டேஸ் போன்ற நொதிகள் சிறுகுடலில் காணப்படுகின்றன. ட்ரகிலோஸ் (Trehalose) ட்ரகிலேசால்(Trchalase)நீராற் பகுக்கப் படும் பொழுது குளுக்கோசாக மாற்றப்படுகின்றது. இந்த நொதி பூஞ்சணம், பூச்சிகள் போன்றவற்றில் காணப்படுகின்றது. மால்டோஸ், மால்டேஸ் நொதியால் குளுக்கோசாகவும், சுக்ரோஸ் சுக்ரேஸ் நொதியால் குளுக்கோசாகவும், ஃரக்டோசாகவும் பிரிக்கப்படுகின்றன. லாக்டேஸ் நொதி கன்றுக் குட்டிகளில் காணப்படுகின்றது. இது பால் சர்க்கரையை அல்லது லாக்டோசை குளுக்கோசாக அல்லது காலக்டோசாக மாற்று கின்றது.

செலுலோசின் செரித்தல்

செலுலோஸ் (Cellulose) தாவர செல்களின் சுவற்றில் காணப்படுகின்றது. வெவ்வேறு தாவர செல் சுவற்றின் செலுலோஸ் வெவ்வேறு பாகப்பொருட்களை உடையது. ஆனுல் செலுலோஸ் மாவுப்பொருட்களாலானதுதான். முதுகெலும்புள்ளன வற்றுள் செலுலோஸைச் செரிக்கும் செலுலேஸ் (Cellulase) நொதி உண்டு. நண்டு, நத்தை டெரிடோ (Teredo) போன்ற வற்றுள் செலுலோஸ் செரிக்கப்படுகின்றது. சில விலங்குகளில் செலுலோசை உடன் வாழ்பவை (Symbionts) செரிக்க உதவு கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக இலைகளைச் சாப்பிடும் பூச்சிகளில் அவற்றின் இரைப்பையினுள் வசிக்கும் பாக்டீரியா மற்றும் ஒரு செல் உயிரிகள் செலுலோஸ் செரிப்பதற்கு உதவுகின்றன. பாலூட்டிகளில், கால் நடைகளில் செலுலோஸ் சிறப்பாகச் செரிக்க ப்படுகின்றது. ஆடு, மாடு போன்ற கால் நடைகளில் இரைப்பை நான்கு அறைகளாகப் பிரிக்கப் பட்டிருக்கின்றது. அவை புற்களைச் சாப்பிட்டவுடன் உணவு வயிற்றுனுள் சென்று விடுகிறது. அங்கு செலுலோஸ் பாதி அளவில் செரிக்கப்படு கின்றது. திரும்பவும் உணவு வாயினுள் கொண்டு வரப்பட்டு

நன்ருக அரைக்கப்படுகின்றது. பின்பு மூன்ருவது அறையில் திரும்பவும் அரைக்கப்பட்டு நான்காவது அறைக்குக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றது. (படம் 7.) கால் நடைகளில் செலுலோசைச்



படம் 7 குளம்பினங்களில் வயிற்றுப் பாகங்கள்
1. உணவு தங்கு அறை (Rumen) 2. உணவு உருட்டப்படும் அறை (Reticulum)
3. அசைபோட்ட உணவு சேரும் மூன்ருவது அறை (Psalterium)
4. உண்மையான அறை (Abomasum)

செரிப்பதற்கான நொதிகள் சுரக்கப்படுவதில்லை. அவற்றின் இரைப்பைகளில் பல இலட்சக் கணக்கான நுண்கிருமிகள் வாழுகின்றன. இவை செலுலோசை பிளக்கச் செய்யும் நொதிகளைச் சுரந்து செரிக்க வைக்கின்றன. மேலும் இந் நுண்கிருமிகள் (பாக்டீரியாக்கள்) புரதம், மாவுப்பொருட்கள் போன்றவற்றையும் செரிக்க உதவுகின்றன. மேற் சொன்ன உணவுப் பொருட்கள் செரித்த பிறகு இரைப்பையிலும், குடலிலும் உறிஞ்சப்படுகின்றன.

குதிரையில் குடல்வால் பெரியது. இங்குதான் செலுலோஸ் செரிக்கப்படுகின்றது. மாடு, எருமை போன்ற வற்றில் இரைப்பையின் முதல் அறையில் (Rumen) பாக்டீரியாக்களால் செரிக்கப்படுகின்றது. இந்த அறையில் வாழும் பாக்டீரியாக்கள் நொதிகளை வெளிப்படுத்தி செலுலோஸை மீத்தேன், ஹைட்ரஜன், அஸடிக் அமிலம், புரோபிரியோனிக் அமிலம் (Proprionic Acid) போன்ற பாகப்பொருட்களாக பிரிக்கச்செய்கின்றன. மேற்சொன்ன பாகப் பொருட்கள் நேரடியாக இரைப்பையில் உறிஞ்சப்படும்.

கங்காரு, சோம்பன் (Sloth) போன்ற பிராணிகளிலும், செலுலோஸ் செரிக்கப்பட வசதிகள் உண்டு. ஆப்பிரிக்க காண்டா மிருகங்களிலும், டாபிர் (Tapir), கினியா பன்றி (Guinea Pig), வாலில்லாக் குரங்கு, மனிதக் குரங்கு போன்ற பிராணிகளின் வயிற்றிலும் செலுலோஸ் செரிக்கப்படுகின்றது. இவ்விலங்குகளில் செலுலோஸ் செரிமானம் சாட்டைகள் (Flagellates) போன்ற ஒரு செல் உயிரிகளால் நடைபெறுகின்றது.

கணுக்காலிகளில் உள்ள கைட்டின் (Chitin) செலுலோஸ் போன்றதே. பூச்சித் தின்னிகள் (Insectivores), வௌவால்கள், எலிகள் போன்ற விலங்குகளின் இரைப்பையில் சுரக்கும் கைட்டினேஸ் (Chitinase) நொதி கைட்டினைச் செரிக்க வைக்கும் திறனுடையது. கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணை சில மாவுப் பொருட்களைச் செரிக்கும் நொதிகளையும் அவற்றின் செயல் முறைகளையும் காட்டும்.

நொதி	தளப்பொருள்	கிடைக்கும் பொருள்
1. அமிலேஸ்	ஸ்டார்ச்சு	மால்டோஸ்
2. கிளைக்கோஜினேஸ்	கிளைக்கோஜன்	மால்டோஸ்
3. மால்ட்டேஸ்	மால்டோஸ்	குளுக்கோஸ்
4. லாக்டேஸ்	லாக்டோஸ்	குளுக்கோஸ்காலக்டோஸ்
5. சுக்ரேஸ்	சுக்ரோஸ்	குளுக்கோஸ், ஃப்ரக்டோஸ்
6. ஃபரக்டேஸ்	ஃபரக்டோஸ்	
7. காலக்டேஸ்	காலக் டோஸ்	குளுக்கோஸ்
8. செலுலேஸ்	செலுலோஸ்	செலோபையோஸ்
9. கைட்டினேஸ்	கைட்டின்	

கொழுப்பு செரித்தல்: கொழுப்பு சத்து லிப்பேசஸ் நொதிகளால் கொழுப்பு அமிலங்களாக மாற்றப் படுகின்றன. ஒரு செல் விலங்குகளில் கொழுப்பின் செரித்தல் அதிகமாக இல்லை. குழியுடலிகளின் வயிற்றுக் குழியில் லிப்பேசஸ் காணப்படும். அதனுல் குழியுடலிகளில் கொழுப்பு செரிக்கப் படுகின்றது எனலாம். கணுக்காலிகளின் பல்வேறு வகுப்புகளிலும் கொழுப்புச்செரித்தல் நடைபெறுகிறது என்று ஆராயப் பட்டுள்ளது. மெல்லுடலிகளில் காணப்படும் **ஹெப்படோபான்கிரியஸ்** அல்லது **கல்லீரல், கணையம்** (Hepato-Pancreas) சுரப்பி கொழுப்பைச் செரிக்கும் லிப்பேஸைச் சுரக்கின்றது. முதுகெலும்பினங்களில் கொழுப்புச் செரித்தல் பெரும் பாலும் சிறு குடலில் தான் நடைபெறும். லிப்பேஸில் இரண்டு வகை உண்டு. ஒன்று இரைப்பை லிப்பேஸ். மற்ருென்று கணைய லிப்பேஸ். இரைப்பையில் உண்டாகும் லிப்பேஸ் குறிப்பிட்ட சில கொழுப்புப் பொருட்களையே செரிக்க உதவுகின்றது. இது முட்டை, கிரீம் போன்ற உணவுப் பொருட்களிலுள்ள உணவுச் சத்தினைச் செரிக்க உதவுகின்றது. இரைப்பை லிப்பேசால் மிகையான கொழுப்புச் சத்துக்களைச் செரிக்க முடிவதில்லை. இதன் காரணம் இரைப்பையின் pH இரைப்பை லிப்பேசுக்குப் பொருந்தாமல் இருப்பதே. பித்த நீரும் கொழுப்பு செரித்தலுக்கு உதவி செய்கின்றது. கணைய நீரில் உள்ள லிப்பேசை பித்த நீரில் உள்ள அமிலம் தூண்டுகின்றது. உணவுக் கூழ் இரைப்பையில் இருக்கும் பொழுது அமிலத் தன்மை உடைய

தாக இருந்தாலும் முன் சிறு குடலை அடையும் பொழுது காரத் தன்மை பெற்று விடுகிறது. இதன் காரணம் முன் சிறு குடலில் பித்த நீர் உணவுடன் கலந்து விடுவது தான். இதனால் முன் சிறு குடலில் கொழுப்பு செரிக்கப் பட முடிகின்றது. லிப்பேசால் செரித்தலுக்குண்டான கொழுப்பு, கொழுப்பு அமிலங்களாக மாற்றப்படும். கொழுப்பு அமிலங்கள் பித்த நீரில் கரைகின்றன. பித்த நீர் கொழுப்புடன் சேருவதால் கொழுப்பு கூழ் போன்ற நிலையில் இருக்கும். இதனால் லிப்பேசும் கொழுப்பு செரித்தலில் அதிகம் ஈடுபட முடிகின்றது.

பித்த நீரும் அதன் பயன்களும் : பித்தநீர் கொழுப்பு செரித்தலின்போது உதவி செய்கின்றது என்று பார்த்தோம். கொழுப்பு செரித்தலில் பித்தநீர் கீழே குறிப்பிட்டுள்ளவாறு உதவுகின்றது.

1. கணையநீரில் உள்ள லிப்பேசைத் தூண்டுகிறது.
2. கொழுப்பு அமிலங்களைக் கரையச் செய்கின்றது.
3. செரித்த கொழுப்புப் பொருட்கள் உட்கிரகிக்கப் படுவதற்கு உதவுகின்றது.
4. முன் சிறுகுடலை அடையும் உணவுக்கூழ் அமிலத் தன்மை உடையது. அது சமநிலை அடைவதற்கு பித்தநீர் உதவுகின்றது.
5. கொழுப்பை கூழ்நிலையில் வைத்திருக்கவும் உதவுகின்றது.

உட் கிரகித்தல்

உட் கிரகித்தல் என்பது வெவ்வேறு செரித்த உணவுப் பொருட்கள் உணவுப் பாதையிலும் மற்ற உறுப்புகளிலும் (சிறு நீரகப்பை, கருப்பை, நுரையீரல்) உறிஞ்சப் படுவதாகும். உணவுப் பாதையில் உணவுப் பொருட்கள் செல்களுக்குள்ளும் தசைகளுக்குள்ளும் உறிஞ்சப் படுகின்றன. பொதுவாக உட் கிரகித்தல் என்று குறிப்பிடுவது சிறு குடலில் உணவுப் பொருட்கள் உறிஞ்சப் படுவதை மட்டிலும் தான் குறிக்கும். உடலுக்குத் தேவையான மருந்துகளும் சிறு குடலில் தான் உட்கிரகிக்கப் படுகின்றன. வாய்க் குழியிலும் உணவுக் குழலிலும் உணவுப் பொருட்கள் உட்கிரகிக்கப் படுவதில்லை. இரைப்பையிலுள்ள கோழைச் சுரப்பிகள் ஆல்ககால், கரியமில வாயு, சில உணவுப் பொருட்கள் ஆகியவற்றை உறிஞ்சுகின்றன. சிறு குடலின் வெவ்வேறு பாகங்கள் வெவ்வேறு பொருட்களை உட்கிரகிக்கும் தன்மையுடையன. எடுத்துக் காட்டாக சிறுகுடலின் முன்பாகம் சர்க்கரையை வேகமாக உறிஞ்சுகின்றது. மற்ற பாகங்களில்

சர்க்கரை குறைவாகத் தான் உறிஞ்சப் படும். சிறு குடலின் பின் பகுதியில் நீரும் சாதாரண உப்பும்அதிகமாக உறிஞ்சப்படுகின்றன சிறு குடலைக் கடந்து பெருங் குடலுக்குச் செல்லும் உணவில் உறிஞ்சப் படுவதற்கான சத்துப் பொருட்கள் பொதுவாக இருக்காது. ஒருசெல் உயிரிகளில் உட்கிரகித்தல் மிகச் சுலபமாக நடை பெறுகின்றது. உணவுக் குமிழ்களில் உணவு செரித்தபிறகு அவை நேரடியாகவே சுற்றியுள்ள சைட்டோபிளாசத்தினுல் உட் கிரகிக்கப்படும். குழியுடலிகளில் வயிற்றுக் குழியின் எல்லாப் பாகத்திலும் உட்கிரகித்தல் நடை பெறுகின்றது. மற்ற எல்லாப் பல செல் உயிரிகளிலும் உட்கிரகித்தல் உணவுப் பாதையின் சிறு குடல் பகுதியில் தான் பெரும்பாலான செரித்த உணவுப் பொருட்கள் உறிஞ்சப்படுகின்றன.

உட்கிரகித்தலுக்காகச் சில மாற்றங்கள்

உட்கிரகித்தல் முழுவதுமாக நடைபெற வேண்டும். செரித்த உணவு வீணுகாதிருக்க அவை முழுவதுமாக உறிஞ்சப்பட வேண்டும். உட்கிரகிக்கும் பகுதி அதிகமாக இருக்கும் பொழுது உட்கிரகித்தலும் கூடுதலாகும் என்பது ஆராய்ச்சியாளர்களின் முடிவு. வளர்சிதை மாற்றத்தின் அளவு விகிதத்தைப் பொருத்தும் உட்கிரகிக்கும் பகுதி மாறுபடலாம். உயிரிகள் உட்கொள்ளும் உணவினைப் பொருத்தும் உணவுப் பாதையின் அமைப்பு வேறுபடுகின்றது. மாமிச உணவைச் சாப்பிடும் விலங்குகளுக்கு சிறு குடல் குட்டையாக இருக்கும். தாவர உண்ணிகளுக்கும், சர்வ உண்ணிகளுக்கும் சிறுகுடல் நீளமாக உள்ளது. உட்கிரகித்தல் இடம் சில பிராணிகளில் உட்கிரகித்தலுக் கேற்றவாறு சில தகவமைப்புக்களைக் கொண்டிருக்கின்றன. தட்டைப் புழுக்களில் உணவுப்பாதை பல கிளைகளாக வியாபகம் கொண்டிருக்கும். இதனுல் உட்கிரகிக்கும் இடத்தின் பரப்பு பரவலாகவும் கூடுதலாகவும் இருக்கின்றது. இவ்வாறு இருப்பதால் எல்லா செரித்த உணவுப் பொருட்களும் உறிஞ்சப்படுகின்றன. மண்புழுவில் சிறு குடலின் மேற்புறத்தில் ஒரு மடிப்பு உண்டு (டிப்லோ சோல்-குடல் மடிப்பு- (Typhlosole). இம்மடிப்பு உள்ளதால் உட்கிரகிக்கும் பரப்பு அதிகமாகின்றது பூச்சிகளிலும் சிலந்திகளிலும் சிறுகுடல் ஒவ்வொரு உடற்கண்டத்திற்கும் (Segments) பக்கப்பைகள் உண்டாகியிருக்கின்றன. நத்தை, சிப்பி போன்றவற்றில் உடல் சுரப்பிகள் காணப்படுகின்றன. நீர், நில வாழ்வனவற்றுள் சிறு குடலின் மேல் அடுக்கு செல் வரிசை பல நீள மடிப்புக்களைக் கொண்டது. பாலூட்டிகளில் குடல் உறிஞ்சிகள் என்ற விரல் போன்ற உறுப்புகள் சிறுகுடலின் உட்சுவற்றில் உண்டாகியிருக்கின்றன. இவை உட்கிரகிக்கும் பரப்பை அதிகரிக்கின்றன.

உட்கிரகித்தல் நடைபெறும் முறை

உட்கிரகித்தல் பற்றி உடல் நூல் வல்லுநர்களால் தெளிவாக விளக்க முடியவில்லை. பல ஆராய்ச்சியாளர்கள் உட்கிரகித்தல் முறையினைச் சொல்லியிருக்கின்றனர். பெஸ்ட் (Best), டெயிலர் (Taylor) என்ற இரு ஆராய்ச்சியாளர்கள் உட்கிரகித்தலை சாதாரண பௌதீக விதிகள் கொண்டு விளக்க முடியாதென்று கூறுகின்றனர். உட்கிரகித்தல் சிறுகுடலின் உள் அடுக்குச் செல்களினால் செலவிடப்படும் சக்தியினாலேயே ஏற்படுகின்றது என்பது அவர்கள் கருத்து. ஜோர்டான் இரசாயன, பௌதீக நியதிகளின் உதவி கொண்டு உட்கிரகித்தலை விளக்க முடியாது என்று சொல்கிறார். சில அறிவியலாளர்கள் உட்கிரகித்தல் சாதாரண பரவல் முறையில் செல், சவ்வு வழியாக நடைபெகின்றது என்று கருதுகின்றனர்.

புரதம் உட்கிரகித்தல்

புரதம் சிறுகுடலில்தான் உட்கிரகிக்கப்படுகிறது. சிறுகுடலில் உள்ள குடலுறிஞ்சிகள் புரதத்தை உறிஞ்சி இரத்தத்துடன் கலக்கச் செய்கின்றன. இது போர்டல்சிரையில் ஓடும் இரத்தத்தை ஆராயும்போது தெரிய வருகின்றது. சிறுகுடலில் உறிஞ்சப்படும் அமினோ அமிலங்களை போர்டல் சிரை கல்லீரலுக்கு எடுத்துச் செல்கின்றது. கல்லீரலிலிருந்து சிறிதளவாக அமினோ அமிலங்கள் இரத்தத்தில் கலந்து கொண்டேயிருக்கும். அமினோ அமிலங்கள் சீக்கிரமாக செல்லுக்குள் சென்று விடும். விலங்குப் புரதங்களைவிட தாவரப் புரதங்களை உட்கிரகிக்க அதிக நேரம் தேவைப்படுகின்றது.

மாவுப் பொருட்களை உட்கிரகித்தல்

கயணை நீரில் உள்ளநொதிகள் மாவுப் பொருட்களை மானோ சாக்கரைடுகளாக மாற்றுகின்றன. மாவுப் பொருட்கள் சிறுகுடலில் முழுவதுமாக உட்கிரகிக்கப்படும். செரித்த மாவுப் பொருட்கள் மலத்துடன் வெளியே செல்வதில்லை. சிறுகுடலின் முன்பாகம் பின்பாகத்தை விட அதிக அளவில் மாவுப் பொருட்களை உறிஞ்சுகின்றது. மானோ சாக்கரைடுகளில் குளுக்கோஸ்தான் விரைவாக உட்கிரகிக்கப்படும். குளுகோஸின் உட்கிரகித்தல் 100% என்று வைத்துக் கொண்டால் ஃப்ரக்டோஸ் 44 சதவிகிதமாகும். சைலோஸ் (Xylose) 30% ஆகும்.

சர்க்கரைப் பொருட்கள் உட்கிரகிக்கப்படுவது ஹார்மோனின் செயலுக்குட்பட்டது. அட்ரினல் சுரப்பியின் மேல் உறையை நீக்கினால் சர்க்கரை உட்கிரகித்தல் குறைந்து விடும். வைட்டமின் 'B' குறைவினாலும் சர்க்கரை உட்கிரகித்தல் குறைய

லாம். மாவுப்பொருட்களை இரத்தம் முழுவதுமாக ஏற்றுக்கொள்வதால், மாவுப்பொருட்கள் சாப்பிட்ட பிறகு இரத்தத்தில் குளுக்கோஸ் அளவு அதிகமாக உள்ளதை அறியலாம். மாவுப் பொருட்களை இரத்தம் உறிஞ்சும் பொழுது சிறிதளவு நிணநீருடன் அவை கலக்கின்றன என்று ஆய்வுகளின் வாயிலாகத் தெரிகின்றது.

கொழுப்பை உட் கிரகித்தல்

கொழுப்பு சிறு குடலில் தான் அதிகமாக உறிஞ்சப்படுகின்றது. கொழுப்பு பொதுவாக நிணநீர் குழாய்களின் வழியாகத் தான் உட்கிரகிக்கப்படும். கணைய நீரில் உள்ள நொதிகள் கொழுப்பை அதன் பாகப் பொருட்களான கொழுப்பு அமிலங்களாகவும் கிளிசராலாகவும் மாற்றுகின்றன. கிளிசரால் நிணநீர் குழாய்களால் உறிஞ்சப் படுகின்றன. பொதுவாக கொழுப்பு அமிலங்கள் மற்ற உணவுப் பொருட்களுடன் சேர்ந்து கலந்திருக்காது. கொழுப்பு உறிஞ்சப் படுவதற்கு பித்த நீர் துணையாக இருக்கின்றது. சோப்பு போன்ற கொழுப்புப் பொருட்கள் சிறு குடலில் உறிஞ்ச ப்படுகின்றன. அதனால் பித்த நீர் இன்றி கொழுப்புச் சத்துக்கள் உறிஞ்சப் படுவதில்லை என அறியலாம். 240 கிராம் பித்த நீர் அமிலத்தில் 48 கிராம் கொழுப்பு அமிலங்கள் கரையும் இயல்புடையன. உட்கிரகித்தலில் கொழுப்பு, புரதம், மாவு ஆகிய சத்துப் பொருட்கள் வேறுபடுகின்றன. புரதமும் மாவுச் சத்துக்களும் நேரடியாக இரத்தத்தில் உறிஞ்சப் படுகின்றன; ஆனால் கொழுப்பு குடலுறிஞ்சிகளிலுள்ள நிணநீர் இடங்களால் உறிஞ்சப் பட்டு, பிறகு குழாய்களில் சேருகின்றது.

கொழுப்பு, கொழுப்பு அமிலங்களாகவும் கிளிசராலாகவும் உட்கிரகிக்கப் படுகின்றது என்று பார்த்தோம். கொழுப்பு கூழ் போன்ற நிலையிலும் உறிஞ்சப் படுகின்றது என்று பின்னல் வந்த அறிவியலாளர் கூறினர்கள். 1860ல் வெப்பர் (Webber) முதன் முதலில் சிறு குடலின் உள்ளடைச் செல்களில் செரித்த கொழுப்புப் பொருட்களைக் கண்டார். 1900-ல் புளூஜெர் (Pfluger) நீராற் பிரிக்கப் பட்ட கொழுப்பு மட்டுமே உட்கிரகிக்கப்படுகிறது என்றும் கூழ் நிலையிலுள்ள கொழுப்பு உட்கிரகிக்கப் படுவதில்லை என்றும் கூறினர். ஆனல் ஷில்லிங் (Sehilling, 1902) மேலடைச் செல்களில் கொழுப்பின் சிறு துளிகள் (fat droplets) இருப்பதைக் கண்டார். இறுதியாக பிரேசர் (Frazer, 1940), கொழுப்பு நீராற் பகுக்கப்பட்ட நிலையிலும் (கொழுப்பு அமிலங்கள், கிளிசரால்) நன்ருகக் கூழாக்கப்பட்ட நிலையிலும் உறிஞ்சப் படுகிறது என்று அறிந்தார். அவர், செல்லினுள் காணப்படும் கொழுப்பு சிறுதுளிகள் செல் சவ்வின் துளை வழியாக உட் செல்லுகின்றன என்று அறிந்தார். மெலன்பி (Mellanby) என்ற அறிவியலாளரும்

பிரேசரின் கருத்தினை ஒப்புக் கொண்டார். வெர்சார் (Verzar) கொழுப்பு அமிலங்கள் பித்த அமிலங்களுடன் சேர்வதால் அவை நீரில் கரையும் தன்மையுடையனவாவது மட்டுமல்லாமல் சிறுகுடலின் அமிலத் தன்மையிலும் அதிக நேரம் இருந்து வருகின்றன என்று கண்டார்.

மேற் சொன்னவற்றிலிருந்து கொழுப்பு உட்கிரகித்தலில் இரண்டு வகைக் கருத்துகள் நிலவி வந்திருக்கின்றன என்று தெரிகின்றது. முதலில் புளுஜெர், வெர்சார் ஆகிய அறிவியலாளர்களின் திரவ நியதி (Solution hypothesis), கொழுப்புகள் நீராற் பகுக்கபட்ட நிலையில் தான் உறிஞ்சப் படுகின்றன என்று கூறுகின்றது. இரண்டாவதான பிரேசரின் பிரித்தல்நியதி(Partition hypothesis) கொழுப்பு நீராற் பகுக்கப் படும் நிலையிலும் கூழ் நிலையிலும் உறிஞ்சப் படுகின்றது என்று கூறுகின்றது. ஐசோடோப்புகளின் உதவி கொண்டு சமீப காலங்களில் செய்த ஆராய்ச்சிகளிலும் பிரேசரின் பிரித்தல் நியதியின் தத்துவங்களே சிறந்தது என்று முடிவு செய்யப்பட்டது. நன்றாகக் கூழாக்கப்பட்ட கொழுப்புகள் சிறு குடலின் குடலுறிஞ்சிகளில் உறிஞ்சப் படுகின்றன. 5 மைக்ரான் அளவிற்கும் சிறியனவாக உள்ள கொழுப்புத் துகள்கள் குடல் உறிஞ்சியினுள் உட் சென்று விடுகின்றன என்றும் கொழுப்புப் பொருட்களை மிகச் சிறியனவாக்குவதில் பித்த நீரும் லிப்பேசும் பங்கு கொள்கின்றன என்றும் அறியப் பட்டது. பித்த நீர் கொழுப்பு அமிலங்களுடன் சேர்வதால் கொழுப்பு நீரில் கரையும் தன்மையை அடைகின்றது. இதனால் கொழுப்பு கூழாகின்றது. இக் கலவையுடன் லிப்பேஸ் சேரும் பொழுது மானோ, ட்ரை கிளிசரைடுகள் கொழுப்பிலிருந்து விடுபடுகின்றன. கொழுப்பின் மற்றொரு பாகம் லிப்பேஸின் உதவியால் நீராற் பகுக்கப் படுகின்றது. மேற் சொன்ன நீராற் பகுக்கப் படல் அமிலச் சூழ் நிலையிலேயே நடைபெறுகின்றது. கொழுப்பு நீராற் பகுக்கபடுவதற்கு பித்த நீரும் துணை செய்கின்றது. இறுதியாக நீராற்பகுக்கப்பட்ட கொழுப்பு நன்றாகக் கூழ் நிலையில் உட் கிரகிக்கப் படுகின்றன்து.

வெளியேற்றம்

சிறுகுடலில் செரித்த உணவுப் பொருட்கள் உறிஞ்சப்பட்ட பின் பெருங்குடலை அடைகின்றது. பெருங்குடலில் தேவைக்கு அதிகமான நீர் உறிஞ்சப்படும். நீர் உறிஞ்சப்பட்ட பின் செரித்த உணவு சக்கை போன்றிருக்கும். சக்கை மலக்குடலில் வந்தடையும் பொழுது மலம் என்று பெயர் பெறறு விடுகிறது. மலக் குடலிலிருந்து மலம் அவ்வப்பொழுது வெளியேற்றப் படுவது மல வெளியேற்றம் (Egestion or Defaecation) என்று அழைக்கப் படுகின்றது.

3. வளர்சிதை மாற்றம்

வளர்சிதை மாற்றம் உடலிலும் செல்களிலும் நடைபெறும் பொதுவான இரசாயன அல்லது வேதிய மாற்றங்களாகும். செல்களில் கூட்டுப் பொருட்கள், அவற்றின் பாகப் பொருட் களாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு நடைபெறும் பொழுது சக்தி வெளிப்படுகின்றது. மேலும் செல்களில் சிறிய பாகப் பொருட்கள் சேர்ந்து கூட்டுப் பொருட் களாகின்றன. தன்னூட்ட உயிரிகளில் சூரிய வெளிச்சத்தின் உதவியால் ஸ்டார்ச்சு தயாரிக் கப்படுவதில் பல இரசாயனச் செயல்கள் இடம்பெறுகின்றன. அங்ககக் கூட்டுப் பொருட்கள் உடல் திசுக்களுடன் தன்மயம் ஆவதற்கும் பல இரசாயனச் செயல்கள் நடை பெறுகின்றன. அதனால் செல்களில் உண்டான எல்லா இரசாயனச் செயல்களும் வளர்சிதை மாற்றங்கள் ஆகும்.

சிறு குடலில் செரித்த உணவுப் பொருட்கள் உறிஞ்சப்படு கின்றன. இவை இரத்த ஓட்டத்தில் சேர்ந்து இரத்த நாளங் களின் வழியாக உடலின் எல்லாப் பாகங்களுக்கும் எடுத்துச் செல்லப்படும். செரித்த உணவுப் பொருட்கள் உடலின் எல்லாப் பாகங்களுக்கும் எடுத்துச் செல்லப்படுவதால் இரசாயன மாற்றங் களும் எல்லா செல்களிலும் நடை பெறுகின்றன. வளர்சிதை மாற்றம் இரண்டு நிலைகளில் செயல்படுகின்றது. அவை (1)ஆக்க மாற்றங்கள் (Anabolism), (2) அழிவு மாற்றங்கள் (Katabolism) ஆகியவைகளாகும். ஆக்கமாற்றங்களில் அங்ககப் பொருட்கள் உண்டாக்கப்படுகின்றன. அழிவு மாற்றங்களில் அங்ககப் பொருட் கள் சிதைக்கப்பட்டு அதன் பாகப் பொருட்களாக மாற்றப்படும். அழிவு மாற்றங்களின் போது சக்தி வெளிப்படுகின்றது. இவ் வாறு வெளிப்படும் சக்தி செல்களில் பல வகையாலும் பயன்படு கின்றது. உடல் முழுவதும் ஒரே மாதிரியான வெப்ப நிலையைப் பாதுகாப்பது, தசைகள் சுருங்கி விரிவது, சுரப்பிகள் சுரப்பது, கழிவுப் பொருட்கள் வெளியேற்றப்படுவது ஆகிய உடற் செயல் களுக்குச் சக்தி தேவை. அழிவு மாற்றங்களில் வெளிப்படும் சக்தி யால் தான் மேற் சொன்ன செயல்கள் எல்லாம் நடைபெறு கின்றன.

வளர்சிதை மாற்றம் சமீப காலத்தில் தீவிரமாக ஆராயப் பட்டு வந்துள்ளது. செயற்கை கதிரிகளை உடலினுள் செலுத்து வதால் அவை இரசாயனச் செயல்கள் நடைபெறும் எல்லா இடங் களுக்கும் பாய்ந்து செல்கின்றன. இது **தடம் பதிவேதி முறை (Tracer Method)** என்று சொல்லப்படுகின்றது. தடம் பதிவேதி முறையின் மூலம் வேதிய மாற்றங்களின் வேகத்தை அறிய முடிகின்றது. உடலின் செல்களில் உள்ள மூலக்கூறுகள் என்ன செயல்களில் ஈடுபடுகின்றன, அவை என்ன மாற்றங்களுக்கு உள்ளாகின்றன என்றும் அறியலாம்.

அடிப்படை வளர் சிதை மாற்றம்

வளர் சிதை மாற்றம், அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றம் (**Basal Metabolism**), தனித்த அல்லது சிறப்பு வளர்சிதை மாற்றம் (**Special Metabolism**) என்று இரு வகைப்படுகின்றது. வளர் சிதை மாற்றம் என்று குறிப்பிடும்பொழுது நாம் ஒரு செல்லில் அல்லது உயிரியில் ஏற்படும் மொத்த சக்தி மாற்றங்களைக் குறிப் பிடுகின்றோம். சக்தி மாற்றங்கள் பல இரசாயன மாற்றங்களால் ஏற்படுகின்றன. ஒரு உயிரி சாதாரண அளவில் அல்லது தேவை யான அளவில் சக்தியைப் பயன்படுத்திக் கொண்டு இருக்கிறது என்று வைத்துக்கொள்வோம். மேற்சொன்ன சாதாரண அளவு சக்தியை வெளிப்படுத்த எத்தனை அளவு இரசாயனச் செயல்கள் நடைபெறுகின்றனவோ அதுவே அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றம் என்று சொல்லப்படுகின்றது. அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றத்தின் போது உடலில் தீவிரமான அல்லது சக்தி மிகுதியான செயல்கள் ஏற்படாது. அதனால் அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றம், ஒரு உயிரி நிலையாக அல்லது ஓய்வு எடுத்துக் கொண்டு இருக்கும்போது தான் நடைபெறுகின்றது. ஏதாவது ஒரு செயலில் ஈடுபடும் போது அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றம் பாதிக்கப்படுகின்றது எனலாம். அதாவது ஒரு உயிரி உணவை உண்ணுகின்றது, நடக்கின்றது, ஓடுகின்றது போன்ற செயல்களில் ஈடுபட்டுக் கொண்டிருந்தால் அவ்வுடலில் தசைகள் இயக்கப்படுகின்றன. மற்ற உறுப்புக்களும் தத்தமக்குரிய வேலைகளில் ஈடுபடுகின்றன. உறுப்புக்கள் வேலைகளில் ஈடுபடும்போது அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றம் மாற்றப்படுகின்றது. மனிதனில் அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றத்தை அவன் அயர்ந்து தூங்கும்போது கணக்கிடவேண்டும்.

வளர்சிதை மாற்றம் பல வகையால் பாதிக்கப்படலாம். திசுக் கள் நோயினால் தாக்கப்படும் பொழுது வளர்சிதை மாற்றத்தின் வேகம் குறைந்து விடுகின்றது. மேலும் தைராய்டு சுரப்பி குறை

வாகச் சுரப்பதாலும், உணவு பற்ருமையிஞலும் வளர்சிதை மாற்றம் குறைகின்றது. பிட்யூட்டரி சுரப்பி பாதிக்கப்படுவதாலும் அட்ரினல் சுரப்பியின் செயல் குறைவுத் தன்மையாலும் வளர்சிதை மாற்றம் குறைந்து விடுகின்றது என்று சில ஆய்வுகளில் அறிந்திருக்கிருர்கள். அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றம் வயது, பால் (sex) உடல் எடை போன்றவற்றைக் கொண்டும் மாறுபடும். குழந்தைகளில் அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றம் அதிகமாகவும் வயது அதிகமாக அது குறைந்து கொண்டும் வரும். பெண்களை விட ஆண்களில் அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றம் அதிகமாக இருக்கும். மேலும் உடல் எடை அதிகமாக இருந்தாலும் குறைவாக இருந்தாலும் அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றம் மாறு படுகின்றது.

சிறப்பு வளர்சிதை மாற்றம்

சிறப்பு வளர்சிதை மாற்றங்கள் திசுக்களில் தொடர்ந்து ஏற்படுகின்றன. ஒரு அங்ககக் கூட்டுப் பொருள் தொடர்ந்து பல மாற்றங்களுக்குள்ளாகி கடைசியாக திசுக்களுக்கு வேண்டிய ஒரு பொருளாகின்றது. மேற் சொன்ன இரசாயன மாற்றங்கள் எல்லாம் வளர்சிதை மாற்றங்களே. வளர்சிதை மாற்றங்கள் குறிப்பிட்ட ஒரு பொருளில் நடைபெறும் பொழுது அவை சிறப்பு வளர்சிதை மாற்றங்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. சில சிறப்பு வளர்சிதை மாற்றங்களைப் பின் வரும் பகுதியில் ஆராய்வோம்.

புரத வளர்சிதை மாற்றம்
(Protein Metabolism)

புரதங்கள் சிறுகுடலில் செரிக்கப்பட்டு அமினே அமிலங்களாக மாற்றப்படுகின்றன. அமினே-அமிலங்கள் உடலின் எல்லா பாகங்களுக்கும் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. திசுக்கள் எல்லாம் ஒரே மாதிரியான புரதங்களால் ஆனது இல்லை. வெவ்வேறு திசுக்கள் வெவ்வேறு புரதங்களைக் கொண்டதால் அவை, அவற்றிற்குரிய புரதங்களையே தயாரிக்கின்றன. மேலும் தயாரிக்கப்படும் புரதங்களும் தேவையான அளவில்தான் இருக்கும். அவை தேவையான அளவிற்கு அதிகமாக இருந்தால், மீதமுள்ளவை நைட்ரஜன் கழிவுப் பொருளாக ((Nitrogenous Waste Products) வெளியேற்றப்படுகின்றன. திசுக்களில் மாவுப் பொருட்கள், கொழுப்புப் பொருட்கள் ஆகியவை குறையும் பொழுதும் புரதங்கள் வளர்சிதை மாற்றங்களுக்குள்ளாகி திசுக்களில் பயன்படுகின்றன. புரதத்தில் இருந்து நைட்ரஜனை நீக்கும்

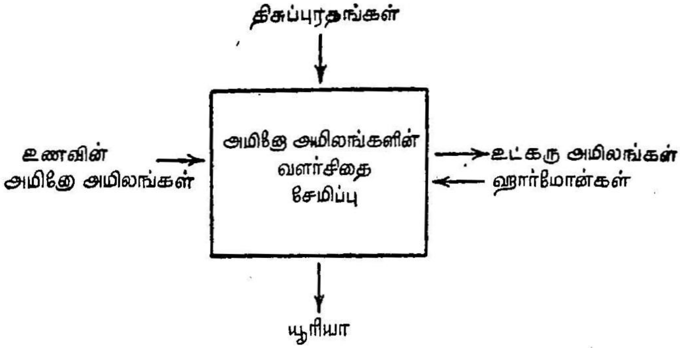
பொழுது அதிலிருந்து சக்தி வெளிப்படுகின்றது. இவ்வாறு வெளிப்படும் சக்தி திசுக்களில் பல செயல்கள் நடைபெற உதவு கின்றது. புரத அழிவு மாற்றம் என்பது (Protein Katabolism) புரதத்திலிருந்து நைட்ரஜன் வெளிப்படும் இரசாயன மாற்றங் களாகும். அமோனியா, ட்ரை-மீத்தையில்-அமையின் (Tri-methyl amine), சிறுநீர், சிறுநீர் அமிலம் (Uric Acid), ஆகிய நைட்ரஜன் கழிவுப் பொருட்கள் புரதத்திலிருந்து பிரிவதால் நைட்ரஜனும் நீக்கப்படுகின்றது.

நைட்ரஜன் நீக்கப்படுவதும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்குட் பட்டதே. உணவுப் பொருட்களின் மூலம் நமக்குக் கிடைக்கும் நைட்ரஜனும் கழிவுப் பொருட்களின் மூலம் வெளியேற்றபடும் பொழுது அவற்றுடன் வெளியேறும் நைட்ரஜனும் சம அளவில் இருக்க வேண்டும். இதை 'நைட்ரஜன் சமநிலை' (Nitrogen equilibrium) என்று சொல்வதுண்டு. வளர்ச்சி நிலையில் உடலுக்குக் கிடைக்கும் நைட்ரஜனின் அளவு, வெளியேற்றப்படும் நைட்ரஜ னின் அளவைவிட அதிகமாக இருக்கும். இந்நிலைக்கு 'கூடுதல் நைட்ரஜன் சமநிலை' (positive nitrogen balance) என்று பெயர். இந்நிலையில் உணவின் மூலம் கிடைக்கும் நைட்ரஜன் உடல் வளர்ச்சிக்குப் பயன்படுகிறது. உணவின்றி இருக்கும் பொழுதும் நோயுற்ற காலங்களிலும் உணவினால் நமக்குக் கிடைக்கும் நைட்ரஜனை விட உடலிலிருந்து வெளியேறும் நைட்ரஜன்தான் அதிகமாக இருக்கும். இந்நிலையை 'குறைந்த நைட்ரஜன் சமநிலை' (negative nitrogen balance) என்று சொல்லலாம். உண்ணும் உணவிலிருந்து சிதைக்கப்பட்டு கிடைக்கும் நைட்ரஜனும் வெளி யேற்றப்படும் நைட்ரஜனும் ஒரே அளவுள்ளதாக இருந்தால் நைட்ரஜன் சமநிலையில் உள்ளது என்று அறிந்து கொள்ளலாம்.

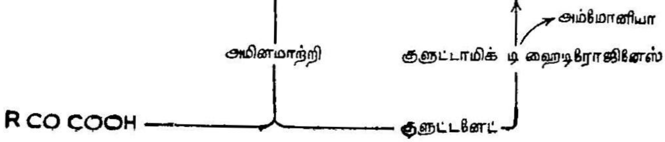
அமினோ பிரிதல் (De amination)

அமினோ அமிலங்கள் திசு புரதங்களிலிருந்து தயாரிக்கப் பட்டுக்கொண்டே இருக்கும். உணவு உட்கொள்ளுவதினாலும் அமினோ அமிலங்கள் கிடைத்துக் கொண்டிருக்கின்றன. மேற் சொன்ன இரண்டு வகை அமினோ அமிலங்களும் ஒன்று சேர்ந்து வளர்சிதை மாற்றச் செயலுக்கு பொது சேமிப்புக்காக (Common stock) இரத்தத்திலும் திசுக்களிலும் காணப்படுகின்றன. இந்த பொது சேமிப்பிலிருந்துதான் நைட்ரஜன் உள்ள பொருட்களுக் குத் தேவையான அமினோ அமிலங்கள் கிடைக்கின்றன. இதனால் பெரும்பாலான அமினோ அமிலங்கள் அமினோ (அமின்) பிரிதலுக்கு அல்லது நீக்கத்திற்கு உள்ளாகின்றன.

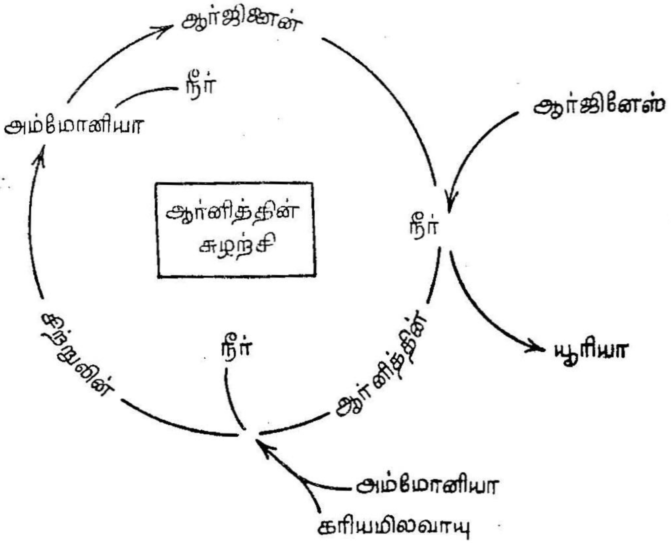
அமின் பிரிதலின் போது, கார்பாக்சில் பகுதியிலிருந்து அமின் பகுதி பிரிக்கப்படுகின்றது. இச்செயலின் விளைவாக அமினோ நைட்ரஜன் உண்டாகின்றது. அமினோ நைட்ரஜனிலிருந்து பிறகு யூரியா உண்டாகின்றது. அமின் பகுதி நீக்கப்பட்ட நைட்ரஜன் அல்லாத மூலக்கூற்றின் மீதப்பொருள் அதனுடைய கீட்டோ அமிலமாக மாற்றமடைகிறது.



உயர்வகை விலங்குகளில் குளுட்டாமிக் டிஹைடிரோஜினேஸ் (glutamic de hydrogenase) என்ற ஒரு நொதியுண்டு. இந்த நொதியும் அமினோ பிரிதலுக்கு உதவி செய்கின்றது. அமினோ அமிலங்களின் அமின் பகுதியை குளுட்டாமிக் அமிலத்தின் அமின் பகுதியோடு சேரச் செய்வதே இந்நொதியின் செயலாகும். இச்செயலுக்கு 'அமினமாற்றி' (transamination) என்று சொல்வதுண்டு. அமின மாற்றி செயல் மூலம் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளவாறு அமினோ அமிலங்களிலிருந்து அமின் பகுதி நீக்கப்படுகிறது. இங்கு குளுட்டாமிக் அமிலத்திலிருந்து அமோனியாவும் α-கீட்டோ குளுட்டாரிக் அமிலமுமாகவும் மாற்றமடைகிறது. இம்மாற்றம் நிலையானதல்ல. திரும்பவும் மேற்சொன்ன அம்மோனியாவும் α-கீட்டோ குளுட்டாரிக் அமிலமும் சேர்ந்து குளுட்டாரிக் அமிலம் உண்டாகலாம்.



இந்த அமின நீக்கம் கல்லீரலிலும் சிறுநீரகங்களிலும் ஏற்படுகின்றன. இவ்வேதிய மாற்றத்தின் முடிவில் உண்டாகும் அம்மோனியா, யூரியாவாக மாற்றமடைகிறது அம்மோனியா கரியமில வாயுவுடன் இணைந்து யூரியாவாக மாற்றமடைவதை கிரப், ஹென்சிலேட் என்ற இரு ஆராய்ச்சியாளர்களின் கண்டுபிடிப்பான 'ஆர்னித்தின் சுழற்சி' அல்லது வட்டம் விளக்குகிறது.



அமினோ அமிலக் குறைவு நிலை (Amino acid deficiency)

நம் உடலுக்குத் தேவையான அமினோ அமிலங்கள் நாம் உட்கொள்ளும் உணவில் கிடைக்காத பொழுதுஅவை திசுக்களிலேயே தயாரிக்கப் படுகின்றன. இவ்வாறு அமினோ அமிலங்கள் தயாரிக்கப்படுவது (amination) கல்லீரலில் நடை பெறுகின்றது. கிரகிக்கப்பட்ட (உண்ணும் உணவிலிருந்து) அமினோ அமிலங்களின் நைட்ரஜன் பகுதியானது கல்லீரலில் சேமித்து வைக்கப்பட்டுள்ள கிளைக்கோஜனுடன் சேர்ந்து புது அமினோ அமிலங்கள் தயாரிக்கப் படுவதும் உண்டு. இவ்வாறு கல்லீரலில் சில அமினோ அமிலங்கள் தயாரிக்கப்படுவது உண்டென்றாலும், உடலுக்கு இன்றியமையாத அமினோ அமிலங்கள் உண்ணும் உணவிலிருந்துதான் நமக்குக் கிடைக்கின்றன.

புரதம், மாவுப் பொருட்கள், கொழுப்பு ஆகியவை அவற்றின் சிறிய பாகப் பொருட்களாகக் குறையும்பொழுது சக்திவெளிப்படு

கின்றது என்று அறியலாம். பாலூட்டிகளின் கல்லீரல்களிலும், சிறுநீரகங்களிலும், புரதம் கீட்டோ அமிலங்களாக மாற்றப்படுகின்றது. கீட்டோ அமிலங்கள், கிரப் சுழற்சியில் (Kreb's Cycle) ஈடுபட்டு சக்தியை வெளிப்படுத்துகின்றது. (கிரப்ஸ் சுழற்சி பின்னால் விளக்கப்படும்.)

மாவுப் பொருட்களின் வளர்சிதை மாற்றம்
(Carbohydrate Metabolism)

மாவுப் பொருள்கள் செரித்தலின்போது அவற்றின் சிறிய கூறுகளான குளுக்கோசாக மாற்றப்படுகின்றன. குளுக்கோஸ் குடலில் உறிஞ்சப்பட்டு இரத்தத்தில் கலக்கின்றது. இரத்தம் குடலின் எல்லாத் திசுக்களுக்கும் கொண்டு செல்கின்றது. ஆரோக்கியமான மனிதனின் இரத்தத்தில் 0·12% குளுக்கோஸ் கலந்துள்ளது. இந்த அளவிற்கு மேல் குளுக்கோஸ் இரத்தத்தில் இருந்தால் அது இரத்த ஓட்டத்தின் மூலம் கல்லீரலுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றது. கல்லீரலில் எஞ்சியுள்ள குளுக்கோஸ், கிளைக்கோஜனாக மாற்றப்படுகின்றது. குளுக்கோஸ் கிளைக் கோஜனாக மாற்றப்படும்பொழுது சக்தி வெளிப்படுகின்றது. இந்த சக்தி திசுக்களில் பல செயல்கள் நடைபெறுவதற்கு உதவியாக இருக்கின்றது. குளுக்கோஸ் கிளைக்கோஜனாக மாற்றப்படுவது மாவுப் பொருட்களின் ஆக்க மாற்றங்களாகும்(**Anabolism of Carbohydrate**). மாவுப் பொருட்களின் அழிவு மாற்றங்களின் போது சக்தி வெளிப்பட்டு கழிவுப் பொருட்கள் வெளியிடப்படுகின்றன.

மாவுப் பொருட்களின் வளர் சிதை மாற்றங்கள் கீழ்க் கண்ட மூன்று நிலைகளில் ஏற்படுகின்றன.

1. கிளைக்கோஜெனசிஸ் (**Glycogenesis**)
2. கிளைக்கோஜீனோலைசிஸ் (**Glycogenolysis**)
3. கிளைக்கோலைசிஸ் (**Glycolysis**)

1. **கிளைக் கோ ஜெனஸிஸ்:** கிளைக்கோஜெனசிஸ் என்பது குளுக்கோஸ் போன்ற மானோ சாக்கரைடிலிருந்து கிளைக்கோஜன் உண்டாகும் தொடர் இரசாயனச் செயல்களாகும். கிளைக்கோஜெனசிஸ் கல்லீரலில் நடைபெறுகின்றது. இரத்தத்தின் மிகுதியான குளுக்கோஸ், ஃப்ரக்டோஸ், காலக்டோஸ் போன்றவை கல்லீரலுக்குக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. கிளைக்கோஜெனசின் போது முதலில் குளுக்கோஸ், குளுக்கோஸ்-6 பாஸ்பேட்டாக (**Glucose -6 Phosphate**) மாற்றப்படுகின்றது. இந்த மாற்றம் ஹெக்சோகினேஸ் (**Hexokinase**) என்ற நொதியால் தூண்டப்

படுகின்றது. பிறகு குளுக்கோஸ் -6 பாஸ்பேட், பாஸ்போ குளுக்கோ மூட்டேஸ் என்ற நொதியால் குளுக்கோஸ்-1 பாஸ்பேட்டாக மாற்றப் படுகின்றது. குளுக்கோஸ் -1 பாஸ்பேட் கிளைக்கோஜனாக பாஸ்போரிலேஸ் (Phosphorylase) என்ற நொதியால் இரசாயன மாற்றம் அடைகின்றது.

குளுக்கோஸ்
↓ (ஹெக்சோ கினேஸ்)
↓
குளுக்கோஸ்-6 பாஸ்பேட்
↓ (பாஸ்போ-குளுக்கோ மூட்டேஸ்)
குளுக்கோஸ்-1 பாஸ் பேட்
(பாஸ்போரிலேஸ்)
↓
கிளைக்கோஜன்

இதைப் போன்று ஃப்ரக்டோசும், காலெக்டோசும் கிளைக்கோஜனை மாற்றம் அடைகின்றன. கிளைக்கோஜன், அமினோ அமிலங்களில் இருந்தும் உண்டாகின்றது. மேற்சொன்னவாறு அமினோ அமிலங்களிலிருந்து கிளைக்கோஜன் உண்டாவது பொதுவாக மாமிச உண்ணிகளில்தான்.

2. கிளைக்கோஜீனோலைசிஸ்: கிளைக்கோஜீனோலைசிஸ் சார்ந்த இரசாயன செயல்கள் எல்லாம் கல்லீரலில்தான் செயல்படுகின்றன. இரத்தத்திலும் குளுக்கோஸ் குறையும்பொழுது கல்லீரலில் உள்ள கிளைக்கோஜன் திரும்பவும் குளுக்கோஸாக மாற்றப்படுகின்றது. கல்லீரலில் கிளைக்கோஜனிலிருந்து குளுக்கோஸ் உண்டாவதே கிளைக்கோஜீனோலைசிஸ் என்று அழைக்கப்படுகின்றது. கிளைக்கோஜனில் பாஸ்பேட் பகுதி நீக்கப்பட்டு கடைசியாக குளுக்கோஸ் உண்டாகின்றது. இங்கும் ஒவ்வொரு இரசாயன மாற்றமும் நொதியால் தூண்டப்படுகின்றது.

கிளைக்கோஜன்
↓ (பாஸ்போரிலேஸ்)
குளுக்கோஸ்-1 பாஸ்பேட்
↓ (பாஸ்போ குளுக்கோ மூட்டேஸ்)
குளுக்கோஸ்-6 பாஸ்பேட்
↓ (ஹெக்ஸோ கினேஸ்)
குளுக்கோஸ்

இரத்தத்தில் குளுக்கோஸின் அளவை ஒழுங்குபடுத்துவது ஹார்மோனின் வேலையாகும். கணையத்தில் இன்சுலின் (Insulin)

என்ற ஹார்மோன் சுரக்கின்றது. இரத்தத்தில் குளுக்கோஸை ஒழுங்குபடுத்துவது இன்சுலின் ஹார்மோன். குளுக்கோஸின் அளவு அதிகமானால் இன்சுலின் கல்லீரலைத் தூண்டுகின்றது. கல்லீரல் மிகுதியான குளுக்கோஸைக் கிளைக்கோஜனாக மாற்று கின்றது. அதேபோன்று குளுக்கோஸின் அளவு குறையும் போது டயபெட்டோஜன் (Diabetogen) என்ற ஹார்மோன் கிளைக்கோஜ னிலிருந்து குளுக்கோஸாக மாற்ற உதவி செய்கின்றது. டயபெட் டோஜன் ஹார்மோன் பிட்யூட்டரியின் முன் பாகத்தில் சுரக்கப் படுகின்றது.

3. **கிளைக்கோலைசிஸ்:** குளுக்கோஸ் லாக்டிக் அமிலமாக மாற்றம் அடைந்து பிறகு கரியமிலவாயு, நீர் என்ற இரு கூறு களாகப் பிரிவது கிளைக்கோலைசிஸ் ஆகும். கிளைக்கோலைசிஸ் நடை பெறும் பொழுது பல வேதிய மாற்றங்கள் ஆக்ஸிஜன் இன்றியே (Anaerobic) செயல்படுகின்றன. அம்முறைக்கு எம்டன்மேயர் வழித்தொடர் (Embden Mayer's Pathway) எனப்பெயர். முதலில் பாஸ்போரிலேசஸ் நடைபெறும் பொழுது குளுக்கோஸ் குளுக்கோஸ்-6 பாஸ்பேட்டாக மாற்றப்படுகின்றது. இந்த வேதியச் செயலின் போது அடினோசின்ட்ரை பாஸ்பேட்டிலிருந்து (Adenosine Triphosphate-ATP) பாஸ்பேட் பிரிந்து குளுக்கோ ஸுடன் சேர்கின்றது. இச் செயலின்போது அடினோசின் ட்ரை பாஸ்பேட் குறைக்கப்படுவதால் அது அடினோசின் டை பாஸ் பேட்டாக ஆகின்றது. (Adenosine Di-Phosphate-AD P) A T P A D P ஆக குறைக்கப்படுவது, அடினோசின் ட்ரை பாஸ்பெட் டேஸ்என்றநொதியின் உதவியால் தான். அடுத்து, குளுக்கோஸ்-6 பாஸ்பேட், ஃப்ரக்டோஸ்-6 பாஸ்பேட்டாக மாற்றம் அடை கின்றது. இந்த இரசாயன மாற்றம் பாஸ்போ ஹெக்ஸோ ஐசோ மிரேஸ் (Phospho Hexo Isomerase) என்ற நொதியால் தான் தூண்டப்படுகின்றது. அடுத்து ஃப்ரக்டோஸ்-6 பாஸ்பேட், ஃப்ரக்டோஸ் 1-6 பாஸ்பேட்டாக ஆக்கப்படுகின்றது. இந்த இரசாயன மாற்றம் பாஸ்போ ஃப்ரக்டோகினேஸ் (Phospho-fructo kinase) என்ற நொதியால் தூண்டப்படுகின்றது. இதே போன்று படிப்படியாக பல இரசாயன மாற்றங்கள் தொடர்ந்து நடைபெறுகின்றன. ஒவ்வொரு படியும் ஒரு நொதியின் துணை யால் தூண்டப்பட்டு செயல்படுகின்றது.

குளுக்கோஸ்
↓ ஹெக்ஸோ கினேஸ்
குளுக்கோஸ் -6 பாஸ்பேட்
↓ பாஸ்போ ஹெக்ஸோ ஐசோமிரேஸ்

ஃப்ரக்டோஸ் -6 பாஸ்பேட்
↓ பாஸ்போ ஃப்ரக்டோ கினேஸ்
ஃப்ரக்டோஸ் -1-6 டை பாஸ்பேட்
↓ ஆல்டோலேஸ்
கிளிசரால்டி ஹைடு 3 பாஸ்பேட்
↓ கிளிசரால் டி ஹைடு 3 பாஸ்பேட் டி ஹைட்ரோஜினேஸ்
கிளிசரிக் அமிலம்-1-3 டை பாஸ்பேட்
↓ பாஸ்போ கிளிசரிக்கினேஸ்
கிளிசரிச் அமிலம் 3 பாஸ்பேட்
↓ பாஸ்போ கிளிசரோ முட்டேஸ்
கிளிசரிக் அமிலம் 2 பாஸ்பேட்
↓ எனேலேஸ்
பாஸ்போ இனல் பைரூவிக்அமிலம்
↓ பைரூவிக் கினேஸ்
பைரூவிக் அமிலம்
↓ லாக்டிக் அமிலம் டி ஹைட்ரோஜினேஸ்
லாக்டிக் அமிலம்

பைரூவிக் அமிலம் லாக்டிக் அமிலமாக மாற்றப் படுவது தசைகளில் தான் நடை பெறுகின்றது. லாக்டிக் அமிலம் (ஈதனல்-(Ethanol) ஒரு நச்சுப் பொருளாகும். அதனல் லாக்டிக் அமிலம் தொடர்ந்து உண்டாகுவது தவறாகும். லாக்டிக் அமிலம் அதிகமானல் செல்களில் நடை பெறும் வளர்சிதை மாற்றம் தடைபடும்.

லாக்டிக் அமிலம் உண்டாவதுதான் மாவுப் பொருட்களின் வளர்சிதை மாற்றத்தின் கடைநிலையாகும். இதன் பிறகு லாக்டிக் அமிலம் ஆக்ஸிஜன் துணையால் கரியமில வாயுவாகவும் நீராகவும் மாற்றப்படுகின்றது. இது தொடர்ந்து பல இரசாயன மாற்றங்களால் நடைபெறும். மேலும் இம்மாற்றங்கள் இரண்டு நிலைகளில் நடைபெறுவதாக ஆராயப்பட்டு இருக்கிறது. முதல் நிலை ஆக்ஸிடேட்டிவ் டி கார்ப்பாக்ஸிலேசன் (Oxidative de Carboxylation) என்றும் இரண்டாவது நிலையை ட்ரை கார்ப்பாக்ஸிலிக் அமில சுழற்சி அல்லது சிட்ரிக் அமில சுழற்சி அல்லது கிரெப் சுழற்சி (Tricarboxylic acid cycle or citric acid cycle or Kreb's cycle) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. மேற்சொன்ன இரசாயன மாற்றங்களால் சக்தி வெளிப்படுகின்றது.

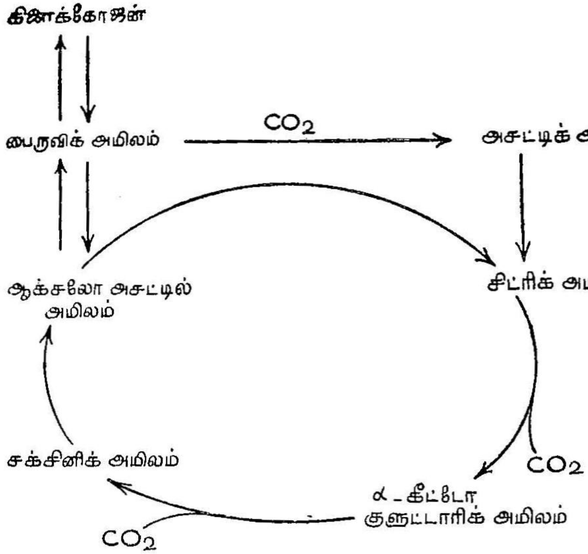
கிரெப் சுழற்சி: லாக்டிக் அமிலம் ஆக்ஸிஜன் துணையால் கரியமில வாயுவாகவும் நீராகவும் மாற்றமடைகின்றது என்று பார்த்தோம். கிரெப் (H.K. Kreb) என்ற ஆங்கில அறிவியலாளரே

மேற் சொன்ன செயல் முறைகளைக் கண்டு பிடித்தார். அதனால் இச் சுழற்சி அவர் பெயராலேயே அழைக்கப்படுகிறது. கிரெப் சுழற்சியில் கீழ்க் கண்ட மாற்றங்கள் நடைபெறுகின்றன.

கிரெப் சுழற்சிக்கு முன்னதாக பைருவிக் அமிலம் அசட்டைல் துணை நொதியாகவும் கரியமில வாயுவாகவும் பிரிகின்றது. இதுவே முன் சொன்ன ஆக்சிடேட்டிவ் டி கார்பாக்சிலேஸ் வேதியல் செயலாகும். கிரெப் சுழற்சியின் போது அசட்டைல் துணை நொதி A (acetyl co. A) லிருந்து அசட்டைல் பகுதி பிரிந்து ஆக்சால் அசட்டிக் அமிலத்துடன் சேர்ந்து சிட்ரிக் அமிலமாகின்றது (citric acid). இதனால் துணை நொதி A சுழற்சியிலிருந்து விடுபட்டு மற்றும் வளர்சிதை மாற்ற செயல்களைத் தூண்டப் பயன்படுகிறது. சிட்ரிக் அமிலம், சிஸ் அக்கோனிடிக் (cis—aconitic) அமிலமாகி, பிறகு நீருடன் சேர்வதால் ஐசோசிட்ரிக் (isocitric) அமிலமாகின்றது. மேற் சொன்ன இரண்டு வேதியல் மாற்றங்களும் அகோனிடேஸ் (aconitase) என்றநொதியால் நடைபெறுகின்றன.

அடுத்து, ஐசோசிட்ரிக் அமிலம் ட்ரை பாஸ்போபைரிடின் (tri- phospho pyridine TPN) என்ற துணை நொதியால் (இத் துணை நொதி உடனடியாக மின் துகள்களைக் கிரகிக்கும் சக்தி பெற்றது) ஆக்சலோ சக்சினிக் (oxalo succinic) அமிலமாக மாற்றப்படுகின்றது. ஆக்சலோ சக்சினிக் அமிலம் β - கீட்டோஅமில வகையைச் சார்ந்ததால் அதிலிருந்து உடனடியாக கரியமிலவாயு பிரிந்து விடுகிறது. அதனால் ஆக்சலோ சக்சினிக் அமிலம் a- கீட்டோ குளுட்டாரிக் அமிலமாகின்றது (a-ketoglutaric acid). a - கீட்டோ குளுட்டாரிக் அமிலம் திரும்பவும் கரியமில வாயு வெளியேற்றத்தால் சக்சினிக் அமில (succinic acid) மாகின்றது. மேற் சொன்ன மாற்றம் துணை நொதி - A, தைமின் பைரோ பாஸ்பேட் (TPP) லிப்போயிக் அமிலம் (Lipoic acid) ஆகியவற்றின் துணையால் தான் நடைபெறும். பிறகு, சக்சினிக் டிஹைட்ரோஜினேஸ் (succinic de hydrogenase) என்றநொதியால் சக்சினிக் அமிலம் ஃப்யூமெரிக் அமிலமாக (Fumeric acid) மாற்றப்படுகின்றது. ஃப்யூமெரிக் அமிலத்துடன் நீர் சேர்வதால் மாலிக் அமிலம் (malic acid) உண்டாகின்றது. பிறகு டை பாஸ்போ பைரிடின் நியுக்லிடைடு (Diphospho pyridine nucleotide-DPN) மாலிக் அமிலத்தை ஆக்சிகரணம் செய்வதால் அது ஆக்சால் அசட்டிக் அமிலமாகின்றது. இவ்வாறு கிரெப்சுழற்சியால் ஆக்சால் அசட்டிக் அமிலம் திரும்பவும் உண்டாகின்றது. மேற் சொன்ன கிரெப் சுழற்சியின் கடைசி வேதியல் மாற்றம் திரும்பவும் கிரெப் சுழற்சியைத் தொடர்வதற்கு முதல் வேதியல் மாற்றமாகின்றது. இவ்வாறு கிரெப் சுழற்சி தொடர்ந்து நடைபெறுகின்றது.

கிரெப் சுழற்சி வளர்சிதை மாற்றங்களின் (புரதம், மாவுப் பொருட்கள், கொழுப்பு) முக்கிய நிகழ்ச்சியாகும். கிரெப் சுழற்சியின் மூலம் தான் ஒரு அசட்டைல் பகுதி சார்ந்த அமிலமும், அது ஆக்ஸிகரணம் ஆவதால் கரியமிலவாயுவும் நீரும் உண்டாகின்றன. கிரெப் சுழற்சியினுல் தான் சக்தி கிடைக்கின்றது.



கிரப் சுழற்சியை விளக்கும் படம்

கொழுப்பு வளர்சிதை மாற்றம்
(Fat Metabolism)

புரதம் மாவுப் பொருட்கள் இவற்றைவிட கொழுப்பு அதிக சேமிப்பு சக்தி வாய்ந்தது. கொழுப்பு எரியும்பொழுது அதிக சக்தி வெளிப்படுகின்றது. (1 கிராம் கொழுப்பை எரிக்கும் பொழுது 9,300 கலோரி சக்தியும், 1 கிராம் மாவுப் பொருளை எரிக்கும்பொழுது 4,200 கலோரி சக்தியும், 1 கிராம் புரதத்தை எரிக்கும்பொழுது 5,600 கலோரி சக்தியும் வெளிப்படுகின்றது). மேலும் கொழுப்பு ஆக்சிகரணம் நடைபெறும்பொழுது அதிக நீரும் வெளிப்படுகின்றது. நீரில்லாத பாலைவனங்களில் வாழும் விலங்குகள் கொழுப்பை சேமித்து வைக்க முயற்சி செய்கின்றன. இதன் காரணம் சேமித்து வைக்கப்பட்ட கொழுப்பின் வளர்சிதை மாற்றத்தின்போது அதிக கொழுப்பு வளர்சிதைமாற்ற நீர்

வெளிப்படுவலே ஆகும். வண்டுகளுக்கும் கொழுப்பைச் சேமித்து வைக்கும் பழக்கம் உண்டு. முதுகெலும்பினங்களின் தோலுக்கு அடியில் கொழுப்புக் கிடங்குகள் உள்ளன. இக்கிடங்குகளில் கொழுப்பு சேமித்து வைக்கப்படுகின்றது.

பாலூட்டிகளில் கொழுப்பு சிறுகுடலில்தான் உறிஞ்சப்படுகின்றது. கொழுப்பு நிணநீர்க் குழாய் வழியாக இரத்தத்தில் சேர்ந்து கொழுப்புக் கிடங்குகளுக்குக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றது. இரத்தத்தின் மூலம் கொழுப்பு உடலின் வெவ்வேறு பாகங்களுக்கு எடுத்து செல்லப்படும்பொழுது அது கொழுப்பு ரூபத்திலேயே உள்ளது. திசுக்களுக்கு அது பாஸ்போ லிபிட் (Phospho-Lipid) என்ற கூட்டுப்பொருளாக எடுத்துச் செல்லப்படுவதில்லை. இதன் காரணம் சிறுகுடலில் கொழுப்பு அமிலங்கள் உறிஞ்சப்பட்டவுடன் திரும்பவும் அவை கொழுப்பாக மாறிவிடுவதுதான். அவ்வப்பொழுது திசுக்களில் கொழுப்பு தேவைப்படும்போது மாவுப் பொருட்கள் இல்லாத சூழ்நிலைகளிலும் கொழுப்புக் கிடங்குகளில் உள்ள கொழுப்புப் பொருட்கள் திசுக்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. திசுக்களில் கொழுப்பு பாஸ்போ லிப்பிடாக மாற்றப்படுகின்றது. மிகுதியான பாஸ்போ லிப்பிடுகள் இரத்த ஓட்டத்தின் மூலம் கல்லீரலுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. கல்லீரலில் கிளைக்கோஜன் குறைந்த சூழ்நிலையிலும், அங்குள்ள கொழுப்பு கிளைக்கோஜனுக மாற்றப்படும். பல நாட்களாக உணவின்றி வாழும் விலங்குகளில் சேமித்து வைக்கப்பட்ட கொழுப்பே வளர்சிதை மாற்றம் அடைந்து திசுக்களில் பயன்படுகின்றது. உணவு உண்ணுமையால் மாவுப் பொருட்கள் இன்றித் திசுக்கள் சக்தியிழந்து போய்விடும். இந்நிலையில் சேமித்து வைக்கப்பட்ட கொழுப்பு தான் வளர்சிதை மாற்றம் அடைகின்றது. சுருக்கமாகச் சொன்னுல் உணவு உண்ணுத நாட்களில் விலங்குகள் உயிர் வாழ்ந்து கொண்டிருப்பதின் காரணம் சேமித்து வைக்கப்பட்ட கொழுப்புச் சத்துகள் வளர்சிதை மாற்றம் அடைவதால்தான். ஆகாரம் இன்மையால் விலங்குகள் இறந்தாலும் சிறிது கொழுப்பு அவற்றின் உடலில் எஞ்சியிருக்கலாம். இதுவே உண்மையான கொழுப்பாகும்.

சிறுகுடலில் செரிக்கப்பட்டு நிணநீர் நாளங்களால் உறிஞ்சப்பட்ட கொழுப்பு வளர்சிதை மாற்றம் அடைகின்றது. வளர்சிதை மாற்றத்தின் போது அது கரியமிலவாயு, நீர் ஆகிய இரு கூறுகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றது. மேற்சொன்ன மாற்றங்கள் கொழுப்பு அமிலங்கள் 'கிரெப் சுழற்சியில்' நுழைந்த உடன் ஏற்படுகின்றன. கிரெப் சுழற்சியில் நுழைவதற்கு முன் கொழுப்பு அமிலங்கள் β-ஆக்ஸி கரணி என்ற மாற்றத்திற்குள்ளாகின்றன.

β-ஆக்ஸிகரணம் (β-Oxidation): β-ஆக்ஸிகரணத்தின் போது கொழுப்பு அமிலங்கள் முதலில் துணை நொதி A யுடன் சேர்கின்றது. இச்செயலுக்கு அடினோசின் ட்ரை பாஸ்பேட்டி லிருந்து (ATP) சக்தி கிடைக்கின்றது. பிறகு ஹைட்ரஜன் கொழுப்பு அமிலங்களிலிருந்து வெளியேறுகிறது. மீதமுள்ள கொழுப்பு அமிலங்களுடன் நீர் சேரும் பொழுது மேலும் ஹைட் ரஜன் பிரிந்து செல்கின்றது. கடைசியாக மற்றொரு துணை நொதிA எஞ்சியுள்ள கொழுப்பு அமிலங்களுடன் வேதியியல் மாற்ற மடைந்து புதிய அசட்டைல் துணை நொதி A உண்டாகின்றது. இப்படியாக உண்டாகும் அசட்டைல் துணை நொதி A கிரெப் சுழற்சியில் சேர்ந்து கொழுப்பு வளர்சிதை மாற்றத்தைக் தொடருகின்றது. மேற்சொன்ன வேதியியல் மாற்றங்கள் எல்லாம் சைட்டோ பிளாசத்திலும் மைட்டோ காண்ரியாவிலும் நடை பெறுகின்றன.

4. சுவாசம்

சுவாசம் என்றால் என்ன? ஆக்ஸிஜனை சுவாச உறுப்புக் களுக்கு எடுத்துச் சென்று அங்கு வாயு மாற்றங்கள் ஏற்பட்டு கரியமில வாயுவை வெளிவிடுவதே சுவாசம் என்று முன் வகுப்பு களில் சொல்லிக் கொடுப்பதுண்டு. ஒரு செல் பிராணிகளிலும் சில புழுக்களிலும் சுவாசம் எளிமையான முறையில் நடைபெறு கின்றது. ஆக்ஸிஜன் அல்லது பிராணவாயு விலங்குகளின் மேல் தோல் வழியாக உட்செல்லுகிறது. கரியமில வாயுவும் அதே முறையில் வெளியேற்றப்படுகின்றது. ஆனால் உடற்செயல் இயல் வல்லுனர்கள் சுவாசத்தின் விளக்கத்தை இத்துடன் நிறுத்திக் கொள்ளுவதில்லை. ஆக்ஸிஜன் இரத்த ஓட்டத்தின் மூலமாக எல்லா திசுக்களுக்கும் எடுத்துச் செல்லப்படும்; திசுக்களில் ஆக்ஸிஜன் பல வேதிய மாற்றங்களில் ஈடுபடுகின்றது. இதனால் சக்தி வெளிப்படும். வேதிய மாற்றங்களின் போது துணைப் பொருளாக உண்டாகும் கரியமில வாயு திசுக்களில் இருந்தும் வெளியேற்றப் படுகிறது. சுவாசத்தின் குறிக்கோள் சக்தியை வெளிப்படுத்துதலே.

சுவாசம் உயிர் வாழ்க்கையின் ஒரு முக்கிய செயலாகும். சுவாசம் இன்றி உயிர் வாழ்க்கை இல்லை. அது வளர்சிதை மாற்றத்துடன் துணை நின்று செயல் படுகின்றது. ஆக்ஸிஜன் சுவாசத்திற்கு மட்டுமின்றி உணவுப் பொருட்களைச் செரிப்பது, புரோட்டோ பிளாசம் (உயிர்த்தாது) புதுப்பிக்கப்படுவது, வெப்பத்தை வெளிப்படுத்துவது, தசைகளின் இயக்கம் போன்ற மற்ற முக்கியமான உடற் செயல்களிலும் பயன்படுகின்றது.

சுவாசம், வெளிச் சுவாசம் (External Respiration), உட் சுவாசம் அல்லது செல் சுவாசம் (Internal or cell Respiration) என்று இரு வகைப்படும். வெளிச் சுவாசம் என்பது ஆக்ஸிஜனை சுவாச உறுப்புகளுக்கு எடுத்துச் செல்வதும் அவ் வுறுப்புக்களி லிருந்து கரியமில வாயுவை வெளியேற்றுவதுமாகும். உட்சுவாசம் ஒவ்வொரு செல்லிலும் ஏற்படும் ஆக்ஸிகரணி (Oxidation) போன்ற வேதிய மாற்றங்களை விளக்குவதாகும். சுவாசத்தை மற்றொரு வகையாலும் இரண்டாகப் பிரிப்பதுண்டு.

1. **காற்றுச் சுவாசம்** (aerobic Respiration): பெரும் பாலான விலங்குகளில் உட்சுவாசத்தின்போது ஆக்ஸிஜன் பயன் படுகின்றது. செல்லில் ஆக்ஸிகரணம் நடைபெறும்பொழுது கரியமில வாயு வெளியேற்றப்படுகின்றது. இதன் காரணம் குளுக்கோஸ், செல்களில் கரியமிலவாயுவாகவும் நீராகவும் பிரிக்கப்படுவதேயாகும். இவ்வாறு சுவாசத்திற்கு ஆக்ஸிஜன் நேரடியாகப் பயன்படுவதை காற்றுச் சுவாசம் என்று அழைக் கிறோம். இச் சுவாசத்தின்போது சக்தி மிகுதியாக வெளிப் படுகின்றது.

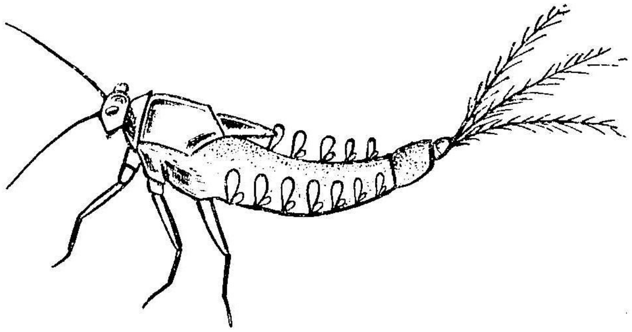
2. **காற்றற்ற சுவாசம்** (anerobic Respiration): கிளைக் கோஜன் லாக்டிக் அமிலமாக மாற்றப்படும்பொழுது ஆக்ஸிஜன் உபயோகப்படுவதில்லை. ஈஸ்டில் குளுக்கோஸ், ஈதைல் ஆல்ககா லாகவும் கரியமில வாயுவாகவும் பிரியும்பொழுது உண்டான இரசாயன மாற்றங்களிலும் தனித்த ஆக்ஸிஜன் உபயோகப்படுவ தில்லை. இவ்வாறு ஆக்ஸிஜனின்றி ஆக்ஸிகரணம் நடை பெறுவதே காற்றற்ற சுவாசமாகும். இச் சுவாசத்தின்போது சக்தி அதிகமாக வெளிப்படுவதில்லை.

சுவாச உறுப்புகள்

விலங்குகளின் பரிணாம வளர்ச்சியில் சுவாச உறுப்புகளும் முக்கிய பங்கெடுத்து வந்திருக்கின்றன. முன்னேற்றமடைந்த விலங்குகளில் சுவாச உறுப்புகள் சிறப்பாக வளர்ச்சி அடைந் திருப்பதால் சுவாச வாயுக்களுக்கும் இரத்தத்திற்கும் நெருங்கிய தொடர்பு ஏற்பட்டுள்ளது. விலங்குகளில் சுவாச உறுப்புகள் நான்கு வகைப்படும். அவை: (1) தோல், (2) சுவாசக் குழாய்கள், (3) செவுள், (4) நுரையீரல் முதலியன.

தோல்: தோல் உடலின் வெளி உறையாகும். தோல் மெல்லி யதாக இருந்தால் சுவாச வாயுக்கள் அதன் வழியாக உடலில் செல்லவும் வெளியேறவும் முடிகின்றது. ஒரு செல் பிராணிகளில் சுவாசம் வெளித்தோல் வழியாகவே நடைபெறுகின்றது. பல சுனைக் காலிகள் (Polychaetes) ஈரமான சூழ்நிலைகளில் வசிப்பன. அவை தோல் வழியாகத்தான் சுவாசம் செய்கின்றன. கீட்டாப் டிரஸ் (Chaetoptorus) என்ற பல்சுனை பக்ககால்களின் (Parapodia) உதவியால் அலைகளை உண்டாக்கி உடலில் மோதச் செய்கின்றது. இதனால் உடலின் மேல்பாகம் எப்பொழுதும் பிராணவாயு கலந்த நீருடன் மோதிக் கொண்டே இருக்கின்றது. ட்ரைலோ கிரியஸ் (Drilocrius) என்ற புழு வாயுமண்டலத்திலுள்ள காற்றை குழிழ் களாக மாற்றி மேல் தோலிலுள்ள நீண்ட பள்ளங்களில் சேர்த்து வைக்கின்றது. தவளை தேரைகளில் சுவாசம் தோல் வழியாக ஏற்படுவதற்கு தோல் தகவமைப்புகள் பெற்றிருக்கின்றது.

செவுள்கள் : மீன்களில் சுவாசத்திற்காக வளர்ந்திருக்கும் உறுப்பையே நாம் செவுள் என்று சொல்கிறோம். ஆனால் செவுள் சில விலங்குகளில் சில மாற்றங்களைக் கொண்டு வேறுபட்டிருக்கின்றன. முள்தோலிகளிலுள்ள தோல் செவுள்களின் (dermal branchiae) அமைப்பு மிகவும் சாதாரணமாக உள்ளது. இச் செவுள்கள் மேல் பரப்பில் மென்மையான தோலை உடையன. தோலில் கடல் நீர் அலை மோதிக் கொண்டிருக்கும். தோலின் மேல் உள்ள குறுகிளைகள் (Cilia) அசைவதால் நீரில் புதிய அலைகளை உண்டாக்கிக் கொண்டே இருக்கின்றன. இதனால் ஆக்ஸிஜன் கரைந்த புதிய நீருடன் தோலுக்குத் தொடர்பு ஏற்படும். நீரிஸ் ,அர்னிகோலா போன்ற பல் சுனைக் காலிகளில் மேல் தோல் பரந்து கிளைகளுடன் காணப்படுகின்றது. இத் தோல் பரப்பில் நீர் அலைகள் மோதுவதால் சுவாச வாயுக்களின் பரிமாற்றம் பெருமளவில் நடைபெறுகின்றது. இம் முறையில் இவ் விலங்குகள் சுமாராக 37% சுவாசத்தை மேற்கொள்கின்றன. மெல்லுடலிகளில் செவுள் நீளமாகவும் படி போன்றும் அமைந்திருக்கின்றது. கிரஸ்டேஷியன்களிலும் செவுள்கள் உண்டு. இச் செவுள்களினுள் தந்துகிகளின் மூலம் இரத்தம் பாய்ந்து கொண்டே இருக்கின்றது. செவுள்களுக்கு அருகில் நீர் அலைகளை உண்டாக்குவதற்கென்று ஒரு அமைப்பு உண்டு. அதன் அசைவால் புதிய நீர் அலைகள் செவுள்களின் மேல் பாய்ந்து கொண்டே இருக்கும். நீரில் வாழும் பூச்சிகளில் ஆக்ஸிஜனை எடுத்துக் கொள்ள செவுள்கள் உண்டு. இச்செவுள்கள் சுவாசக் குழல் போன்ற அமைப்புடையன. மே இளம் பூச்சிகளில் வால் பக்கத்தில் செவுள்கள் உண்டு (படம் 8). அவற்றிற்கு இளம் பூச்சிகளுக்குத் தேவையான 60%



படம் 8

மே இளம் பூச்சிகளில் சுவாசக் குழல்கள். இவற்றின் உதவியாலேயே மே இளம் பூச்சிகள் சுவாசம் செய்கின்றன.

ஆக்ஸிஜனை எடுத்துக்கொள்ளும் சக்தி உள்ளது. மீதமுள்ள 60% உடலின் மெல்லிய தோல் மூலம் கிடைக்கின்றது.

ஆதி முதுகுத் தண்டினங்களில் (Prochordates), செவுள்கள் தொண்டையின் பக்கச் சுவர்களில் வரிசையாகக் காணப்படுகின்றன. தலை முதுகுத் தண்டினங்களில் சுமார் 200 செவுள்கள் தொண்டையில் உண்டு.

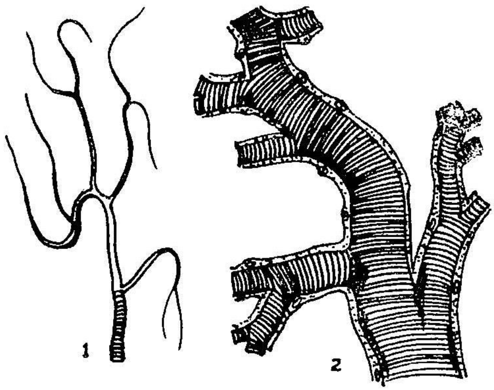
செவுள்கள் உணவுப் பழக்கங்களிலும் உபயோகப் படுகின்றன. செவுள்கள் சிறப்பாக அமைந்திருப்பது மீன்களில் தான், மீன்களில் அவை தலைக்குப் பின்னால் இரு பக்கங்களிலும் அமைந்திருக்கும். ஒவ்வொரு செவுளிலும் தோல் மடிப்புகள் பல உள்ளன. இவை சீப்பின் பற்கள் போன்று வரிசையாகக் காணப்படும். தோல் மடிப்புகள் ஒரு எலும்பு வளையத்தில் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கின்றன. இந்த எலும்பு வளையம் தொண்டையையும் தாங்கிக் கொண்டிருக்கிறது. பொதுவாக மீன்களில் பக்கத்திற்கு நான்காக மொத்தம் எட்டு செவுள்கள் உண்டு. நீர் வாயின் வழியாகத் தொண்டையினுள் செல்லும், தொண்டைத் தசைகள் நன்றாக விரிந்து கொடுப்பதால் அது செவுள்களின் வழியாக நீரை அதிகமாகச் செலுத்த உதவுகின்றது. குருத்தெலும்பு மீன்களில் செவுள்களைப் பாதுகாக்க வெளி அமைப்பு ஒன்றும் இராது ஆனால் எலும்பு மீன்களில் செவுள்களுக்கு மேலாக ஒரு மூடி உண்டு. செவுள் மூடி, நீர் சீக்கிரமாக வெளியே சென்று விடாமல் இருக்க உதவுகின்றது. எல்லாச் செவுள்களிலும் நுண்ணிய இரத்தக் குழாய்கள் உள்ளன. அதனால் செவுள்களின் மெல்லிய சுவற்றின் வழியாகச் சுவாச வாயுக்களின் பரிமாற்றம் நடைபெறுகின்றது. சில மீன்களில் செவுள்களுக்குத் துணையாக வேறு சுவாசஉறுப்புக் களும் இருக்கின்றன. ஓஃபியோசெஃபாலஸ் (Ophiocephalus) என்ற மீனில் செவுள்களுக்கு மேலாக உள்ள ஒரு அறையில் பல மடிப்புக்கள் காணப்படுகின்றன. இந்த அறைக்கு மிகுதியான இரத்தமும் செலுத்தப்படுகின்றது. வாயினுள் புகுந்த காற்று மேற் சொன்ன சுவாச அறையினுள் புகுந்து சுவாசத்தை அதிகப்படுத்துகின்றது. கெழுத்தி மீன்களின் செவுள் வளைவு களில் பல குமிழ்கள் உள்ளன. இக் குமிழ்கள் சுவாசப் பரப்பினை (Respiratory Surface) அதிகப்படுத்துகின்றன.

சுவாசக் குழாய்கள் (Tracheal tubes)

சுவாசக் குழாய்கள் பூச்சிகளில் காணப்படுகின்றன. நிலத்தில் வாழும் பூச்சிகளில் சுவாசக் குழாய்கள் வழியாகத்தான் சுவாசம் நடைபெறுகின்றது. நுண்ணிய சுவாசக் குழாய்கள் உடலின்

எல்லாத் திசுக்களிலும் ஊடுருவிச் செல்லுகின்றன. சுவாசக் குழாய்கள் உடலின் பக்கங்களில் உள்ள சுவாசத் துளைகள் (Spiracles) வழியே வெளியே திறக்கின்றன. வயிற்றுப் பகுதியில் உள்ள தசைகள் உடல் சுருங்கி விரிவதற்குத் துணைசெய்கின்றன.

சுவாசத் துளைகள் வழியாக வாயு உடலினுள் செல்லுகின்றது. பெரிய சுவாசக் குழாய்கள் பல கிளைகளாகப் பிரியும். கிளைகள் பல சுவாச நுண் குழாய்களாகப் (Tracheoles) பிரிந்து திசுக்களின் ஊடே செல்லுகின்றன. சுவாசக் குழாய்களும் சுவாச நுண் குழாய்களும் மெல்லிய சுவருடையன. சுவாசக் குழாய்கள் சுருங்கிப் போகாதிருக்க கைட்டினாலான வரிகள் சுற்றப்பட்டிருக்கும் (படம் 9). சுவாச நுண் குழாய்களில் ஒரு திரவம் நிரம்பி இருக்



படம் 9.
1. ஒரு சுவாச நுண்குழல் 2. ஒரு சுவாசக்குழலை பெரிதாக்கிக் காட்டியிருக்கின்றது.

கிறது. இத் திரவத்தில் குழாயினுள் புகுந்த வாயு கரைகின்றது. திரவத்தில் கலந்த வாயுக்கும் (Oxygen) திசுக்களில் உள்ள வாயுக்கும் (Corbon di oxide) பரிமாற்றம் ஏற்படுகின்றது. சில பூச்சிகளில் சுவாசக் குழாய்கள் விரிந்து பை போன்றிருக்கின்றன. இத்தகைய மாற்றம் சுறுசுறுப்பான பூச்சிகளான வெட்டுக்கிளி, ஈ, டிஸ்டிடஸ் போன்றவற்றில் காணப்படுகின்றது. சுவாசக் குழாய்கள் மூலம் சுவாசிக்கின்ற பிராணிகள் பொதுவாக மற்ற பிராணிகளை விடச் சிறிய உடலுடையனவாக இருக்கும். இதன் காரணம் சுவாசக் குழாய்கள் மூலம் குறைந்த அளவு சுவாசம் நடைபெறுவது தான். குறைந்த அளவில் சுவாசம் நடைபெறுவதால் வளர்சிதை மாற்றமும் குறைந்த அளவில் தான் இருக்கும்.

நுரையீரல்

மற்ற சுவாச உறுப்புக்களை விட நுரையீரல் சிறந்த அமைப்புடையது. நுரையீரல் உடலினுள் வளர்ந்த ஒரு உறுப்பு. நுரையீரலும் பல வகைப்படுகின்றது. நுரையீரல் நீரால் நிரப்பப் படுவதின் மூலம் சுவாசம் நடைபெற்றால் அது **நீர் நுரையீரலாகும் (water lung).** நீர் நுரையீரல் கடல் வெள்ளரியில் காணப்படுகின்றது. உணவுப் பாதையின் கடைப் பகுதியில் இருந்து நீண்ட குழல் போன்ற இரண்டு உறுப்புக்கள் வளர்ந்து இருக்கின்றன. இவ் வுறுப்புக்கள் பல கிளைகளை உடையன. அதனால் இந்த உறுப்புக்களை சுவாச மரங்கள் என்றும் அழைப்பதுண்டு. உடல் சுருங்கி விரிவதால் கடல் நீர் சுவாச மரங்களுக்குள் சென்று வருகின்றது. சுவாச மரங்களின் சுவர்கள் மென்மையானது. அதனால் சுவாச வாயுக்கள் இந்தச் சுவற்றின் வழியாகப் பரிமாற்றம் அடைந்து கொள்கின்றன.

சில உடற் காலிகளில் (gastropodes) **வாயுப் பைகள்** உண்டு **(air bladder).** வாயுப் பை போர்வையில் இருந்து (Mantle) தொங்கிக் கொண்டிருக்கும். சாதாரண நத்தையில் வாயுப் பை சிறப்பாக வளர்ச்சி பெற்றிருக்கின்றது. இந் நத்தைகள் அதிகமாக நிலத்திலேயே வசிக்கின்றன. அல்லது மரங்களில் ஒட்டிக் கொண்டு வாழும். இவற்றில் செவுள்கள் இல்லை. அதனால் சுவாசத்திற்கு வேண்டிய ஆக்ஸிஜன் எல்லாம் வாயுப் பையின் மூலம்தான் கிடைக்கின்றது. சில உடற்காலிகள் நில வாழ்க்கையில் இருந்து நீர் வாழ்க்கைக்குத் திரும்பியதுண்டு. அவற்றிற்கு வாயுப் பை நீர்நுரையீரல்களாக மாற்றம் அடைந்திருக்கின்றது. **(ப்ளனோர்பிஸ்-planorbis).** கெழுத்தி மீன்களுக்குச் சுவாச அறையில் இருந்து இரண்டு வாயுப் பைகள் உண்டாயிருக்கின்றன. இந்த வாயுப் பைகள் மிகவும் நீளமானவை. வாயுகிடைக்கும் பொழுது இந்தப் பைகளில் சேமித்து வைக்கப்படும். பாலிப்டீரஸ் (polypterus) என்ற மீனிலும் வாயுப்பைகள் சுவாசத்திற்குத் துணை செய்கின்றன.

நுரையீரல் மீன்களில் வாயுப் பைகள் நுரையீரல் போன்று மாற்றமடைந்திருக்கும். **லெப்பிடோசெரின், புரோடோப்டீரஸ் (Lepidosiren, Protopterus)** என்ற மீன்களில் இரண்டு பைகளும் **செரட்டோடஸ் (Ceratodus)** மீனில் ஒரு பையும் உண்டு. மேற் சொன்ன மீன்கள் எல்லாம் நன்னீரில் வசிப்பவை. சிறிய நன்னீர் நிலைகள் வரண்டு போகும் பொழுது இந்த மீன்கள் வாயுப் பைகளின் துணையால் சுவாசம் செய்கின்றன. இந்த மீன்களின் வாயுப் பைகளுக்கு அசுத்த இரத்தம் நுரையீரல் தமனியால்

வந்தடைகின்றது. பைகளில் சுவாசம் நடைபெறும் பொழுது இரத்தம் திரும்பவும் நுரையீரல்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப் படுகிறது.

காற்றூட்ட நுரையீரல்கள்

காற்றூட்ட நுரையீரல் முதுகெலும்பினங்களில் காணப்படு கின்றது. இந் நுரையீரல் அதிகமான காற்றை எடுத்துக் கொள்ளும் சக்தியுடையது. நுரையீரலில் பல இலட்சக் கணக் கான காற்றறைகள் உள்ளன. காற்றறைகளின் சுவர் மெல்லிய தாகவும் அதிக இரத்த ஓட்டம் உடையதாகவும் இருக்கும். சுவாசம் இரண்டு நிலைகளில் நடைபெறுகின்றது. முதலில் காற்று நுரையீரலுள் இழுக்கப் படுகின்றது. இந்நிலையில் மார்புக் கூட் டின் விலா எலும்புகள், முதுகெலும்பு, அவற்றை ஒட்டிய தசைகள் எல்லாம் விரிவடைகின்றன. பாலூட்டிகளில் மார்புக் கூட்டுக்குக் கீழே உள்ள உதரவிதானம் என்ற தசை கீழ்நோக்கி இழுக்கப் படுகின்றது. இதனால் மார்புக் கூட்டின் அளவு அதிகரிக்கும். வாயு மண்டலத்தில் உள்ள காற்று மூச்சுக் குழல் வழியாக நுரை யீரல்களுக்குச் சென்று அவற்றை விரிவடையச் செய்கிறது. இரண்டாவது நிலை காற்று வெளியிடுதலாகும். காற்று வெளி யிடுதல் உதரவிதானம் மேல் நோக்கித் தள்ளப்படுதலாலும், விலா எலும்புகளும் தசைகளும் சுருங்குவதாலும் ஏற்படுகின்றது. தவளையில் மேற்சொன்ன இரண்டு நிலைகளும் வேகமாக நடை பெறும். வாய்குழியின் (buccal cavity) பக்க தசைகள் சுருங்கி விரிவதால்தான் தவளையில் காற்று உள் இழுத்தலும் வெளியிடு தலும் நடைபெறுகின்றன.

காற்றூட்ட நுரையீரல் சில முதுகெலும்பினங்களில் மாறு பட்ட அமைப்புடையன. பாம்புகளில் இரண்டு நுரையீரல்களும் ஒரே அளவுடையதல்ல. பச்சோந்தியின் நுரையீரல்களின் கடைப் பகுதியிலிருந்து பல காற்றுப் பைகள் உண்டாகியிருக்கும் பறவைகளின் நுரையீரல் வியக்கத்தக்க அமைப்புடையது நுரையீரலின் முன்பாகம் பஞ்சு போன்றும் பல நுண்ணிய அறைகளை உடையதாகவும் இருக்கும். நுரையீரலின் பின்பாகம் பல காற்றுப் பைகளுடன் தொடர்பு கொண்டிருக்கும். இக் காற்றுப் பைகள் உடலின் எல்லா பாகங்களுக்கும் வியாபகம் செய்திருக்கின்றன. கிரவ் (Krogh) என்ற அறிவியலாளர் காற்றுப் பைகளின் மூலம் நடைபெறும் சுவாசம் நான்கில் மூன்று பங்கா கும் என்று கணக்கிட்டு இருக்கிறார். பறவைகளின் இத்தகைய மாற்றங்களுக்குக் காரணம் அவற்றின் பறத்தல் தகவமைப்பே என்று கூறப்படுகின்றது.

சுவாச ஒழுங்கு முறை: தட்பவெப்ப நிலை கூடுவதின் அளவைப் பொருத்து சுவாசத்தின் அளவு அதிகரிக்கும். சாதாரணமாக, ஒரு விநாடிக்கு மனிதனின் நுரையீரல் 18 தடவைகள் காற்றூட்டப்படுகின்றது. ஆனால் 100°C தட்பவெப்ப நிலையில் காற்றூட்டம் 23 தடவைகளுக்கும் அதிகரிக்கின்றது. ஆக்ஸிஜன் தேவைப்படும் அளவிற்கு காற்றூட்ட வேகமும் ஒழுங்குபடுத்தப்படலாம். மேலும் காற்றூட்ட வேகம் நரம்பு மண்டலத்தாலும் வேதிய உணர்ச்சி வாங்கிகளின் (Chemo receptors) செய்கைகளினாலும் ஒழுங்கு படுத்தப்படுகின்றது. இந்தச் செய்கைகள் அனிச்சையாகவோ அல்லது மூளையின் உத்தரவின் பேரிலோ ஏற்படலாம். மூளையில் சுவாசத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் இடம் முகுளம். முகுளத்திலிருந்து புறப்படும் சஞ்சாரி நரம்புகள் (Vagus nerves) காற்று உள்ளிழுத்தலை ஒழுங்கு படுத்துகின்றது. காற்று உள்ளிழுத்தலின் போது நுரையீரல் விரியும். மேலும் **விரித்தல் உணர்ச்சி வாங்கிகள்** (Stretch receptors) முகுளத்திற்குச் செய்தி அனுப்பும் பொழுது விரிதல் நிறுத்தப்படுகின்றது. முகுளம் கீழ்க் கண்ட குறைவு நிறைவுகளால் பாதிக்கப்படலாம்.

1. திசுக்களில் ஆக்ஸிஜன் குறையும் பொழுது,

2. தமனி இரத்தத்தில் (Arterial blood) கரியமில வாயு அதிகப்படும் பொழுது,

3. இரத்த ஓட்டம் மிகும் பொழுதும் குறையும் பொழுதும்,

4. அமிலத் தன்மை மிகும் பொழுதும் (குறைவான pH அளவு),

5. தட்ப வெப்பத்தன்மை அதிகரிக்கும் பொழுதும் குறையும் பொழுதும் முகுளத்தின் வேலைத் திறன் பாதிக்கப்படுகின்றது.

இரத்தத்தில் ஆக்ஸிஜன் குறைவு ஏற்படும் பொழுது அயோர்ட்டிக், கரோட்டிட்(aortic, carotid)உறுப்புக்களின் வேதிய உணர்ச்சி வாங்கிகளால் தூண்டப்படுகின்றன. வேதிய உணர்ச்சி வாங்கிகள் முகுளத்திற்குச் செய்தி அனுப்ப, முகுளம் காற்று உள்ளிழுத்தலை அதிகமாக்கக் கட்டளை இடுகின்றது. இரத்தத்தில் கரியமில வாயுவின் அளவு 3%க்கும் அதிகமானால் காற்று உள்ளிழுத்தல் வேகமாகும். இதன் காரணம் கரியமில வாயு அதிகமாக உள்ள இரத்தம் சுவாசமையத்தின் (முகுளம்) செல்களை அடையும் பொழுது அவை நேரடியாகவே பாதிக்கப் படுகின்றன. இரத்த ஓட்டத்தின் வேகமும் தட்ப வெப்ப நிலையும் மறைமுகமாகக் காற்று உள்ளிழுத்தலைப் பாதிக்கின்றன.

இரத்த ஓட்டத்தின் வேகமும் தட்பவெட்ப நிலையும் மாறும் பொழுது சில உறுப்புக்களின் செயல்கள் பாதிக்கப்படுகின்றன.

இவ்வுறுப்புக்களின் இயக்கம் குறையும் பொழுது சுவாச மையம் தூண்டப்படுகின்றது. அதனால் அதிகமான காற்று உள்ளிழுக்கப் படும். அமிலத் தன்மை மிகும்பொழுதும் இரத்தம் சுவாச மையத்தின் செல்களை நேரடியாகப் பாதிக்கச் செய்கின்றது.

பறவைகளில், காற்றை வெளியிடுதல் வேகமாய் நடைபெறும். முதல் நிலையான காற்று உள்ளிழுத்தலுக்கு சில நேரங்களில்தான் சுவாச மையத்தில் இருந்து கட்டளை பிறப்பிக்கப்படுகின்றது. வாத்து, குருவி போன்ற பறவைகளின் இரத்தத்தில் கரியமில வாயு அதிகமானால் சுவாச மையம் தூண்டப்படுகிறது. ஆனால் மற்ற பறவைகளில் ஆக்ஸிஜன் குறையும்பொழுதுதான் காற்று உள்ளிழுத்தல் வேகமாகச் செயல்பட சுவாச மையம் தூண்டப் படுகின்றது.

ஊர்வனவற்றில், காற்று உள்ளிழுத்தலையும் வெளியேற்றலை யும் ஒழுங்குபடுத்த மூளையில் வெவ்வேறு பகுதிகள் உண்டு. அவற்றில் கரியமில வாயு குறைந்தாலும் அல்லது ஆக்ஸிஜன் குறைந்தாலும் அவற்றிற்குரிய மையம் பாதிக்கப்படும்.

நீர் நில வாழ்வனவற்றிலும் மீன்களிலும் சுவாச வாயுக்கள் மிகுவதையும் குறைவதையும் சுவாச மையங்கள் ஒழுங்குபடுத்துவ தில்லை. அவற்றில் சுவாச வாயுக்கள் இரத்தத்தில் குறைவதையும் மிகுவதையும் தோல் சுவாசம் நடைபெறுவதின் மூலம் ஈடுசெய்ய முடிகின்றது. எடுத்துக்காட்டாக இரத்தத்தில் ஆக்ஸிஜன் குறைந்தால் தோல் சுவாசம் அதிகரிக்கப்படுகின்றது. கரியமில வாயு குறையும் பொழுது சுவாச மையங்கள் பாதிக்கப்படுவதாகச் சில அறிவியலாளர்கள் கருதுகின்றனர்.

இரத்தத்தில் ஆக்ஸிஜன் குறையும் பொழுதும் கரியமிலவாயு அதிகமாகும் பொழுதும் மூச்சுத் திணறல் உண்டாகும். பென் குயின் போன்ற நீர்ப் பறவைகள் நீரில் அதிக நேரம் மூழ்கி இருக்கின்றன. பாலூட்டிகளில் சீல், வால்ரஸ், திமிங்கலம் போன்ற விலங்குகளும் நீரினுள் அதிக நேரம் காலம் கழிக் கின்றன. இவற்றிற்கு அதிக காற்றை உள்ளிழுத்துக் கொள்வதற் காக நுரையீரல் பெரியதாக இருப்பதில்லை. வளர்சிதை மாற் றத்தின் பொழுது சர்க்கரை அதன் பகுதிப் பொருட்களாகக் குறைக்கப்படுவதின் மூலம் வெளிப்படும் சக்தியே நீரில் அதிக நேரம் வாழ்ந்திருக்க உதவி செய்கின்றது.

காற்றற்ற சுவாசம் (anaerobiosis): சுவாசம் இருவகையில் நடைபெறுகிறது என்று இந்த அத்தியாயத்தின் முதலில் பார்த்

தோம். பொதுவாக விலங்குகளில் பிராண வாயு அல்லது ஆக்ஸி ஜனின் உதவியால்தான் சுவாசம் நடை பெறுகின்றது. இதைக் காற்றுச் சுவாசம் என்று குறிப்பிட்டுள்ளோம். சில விலங்குகளில் ஆக்ஸிஜனல் சுவாசம் நடைபெறுவதில்லை. இவ்வாறு நடை பெறு வதுதான் காற்றற்ற சுவாசம் என்றும் அறிந்தோம். காற்றற்ற சுவாசம் ஒரு செல் பிராணிகளிலும் புழுக்கள், பூச்சிகள் ஆகிய வற்றிலும் நடைபெறுகின்றது. சில பாக்டீரியாக்களுக்கு ஆக்ஸி ஜனை இருப்பது அவை அழிவதற்குக் காரணமாகின்றது.

வான் பிராண்டு (Von Brand) முதுகெலும்பற்ற விலங்குகளில் காற்றற்ற சுவாசத்தை அறிய பல பரிசோதனைகளைச் செய்துள் ளார். அவர் காற்றற்ற சுவாசத்தை மேற்கொள்ளும் விலங்குகளில் ஊட்டம் போன்ற மற்ற செயல்கள் வேறுபடுகின்றன என்று கூறியுள்ளார். காற்றற்ற சுவாசம் சில குளிர் இரத்த விலங்கு களில் நடைபெறுகிறது. வெப்ப இரத்த விலங்குகளில் இச் சுவாசம் நடைபெறுவதே இல்லை. பேராழக் கடல் சூழ்நிலை களிலும் ஆழமான ஏரிகளின் அடிமட்டத்திலும் ஆக்ஸிஜன் குறை வாக இருக்கும். மனிதனின் குடலிலும் தனித்த ஆக்ஸிஜன் இருப்பதில்லை. ஆனல் மேற்சொன்ன மூன்று நிலைகளிலும் ஒரு செல் பிராணிகள், புழுக்கள், பூச்சிகள் சில மெல்லுடலிகள் ஆகியவை வாழுகின்றன. இவ் விலங்குகள் பொதுவாக குறை வாகக் கிடைக்கும் ஆக்ஸிஜனையே சுவாசித்து வாழுகின்றன. பன்றி போன்ற பாலூட்டிகளின் குடலில் தனித்த ஆக்ஸிஜன் சிறிதளவு இருக்கின்றது. அதனல் பன்றிகளின் குடலில் வாழும் சில புழுக்கள் ஆக்ஸிஜனை சுவாசித்து வாழுகின்றன. ஆனல் மனிதனின் குடலில் ஆக்ஸிஜன் மிகவும் குறைவாதலால் அங்கு வாழும் புழுக்கள், கிருமிகள் சுவாசிக்க மாற்று வழிகளைத்தான் தேட வேண்டியிருக்கிறது.

காற்றற்ற சுவாசத்தில் முக்கிய பங்கு கொள்வது மாவுப் பொருட்களாகும். காற்றற்ற சுவாசத்தை அறிந்து கொள்வதற்கு கரப்பான் பூச்சிகளில் பல பரிசோதனைகள் செய்யப்பட்டன. கரப்பான் பூச்சிகள் தனித்த ஆக்ஸிஜன் இன்றி ஒரு மணி நேரம் உயிர் வாழ முயற்சிக்கின்றன. இதன் காரணம் மாவுப்பொருட் களின் வளர்சிதை மாற்றமாகும். மாவுப் பொருட்களின் வளர் சிதை மாற்றத்தின் பொழுது லாக்டிக் அமிலம் உண்டாகின்றது. காற்றற்ற சுவாசத்தின் போது லாக்டிக் அமிலம் ஆக்ஸிகரணம் நடைபெறாமலேயே உண்டாகிறது. மேலும் ஆக்ஸிஜன் இல்லாத காரணத்தால் லாக்டிக் அமிலம் சேமித்து வைக்கப்படுகின்றது. லாக்டிக் அமிலம் அதிகமாதலால் திசுக்களில் அமிலத்தன்மை

கூடுகின்றது. அதனல் கரியமிலவாயு உண்டாகி அது வெளியேற றப்படுகின்றது. காற்றற்ற சுவாசத்திலிருந்து கரப்பான் பூச்சியை காற்று சுவாசத்திற்கு கொண்டுவந்த பின் அது ஆக்ஸிஜனை அதிக மாக எடுத்துக் கொள்ளத் தொடங்குகின்றது. கரியமிலவாயுவின் வெளியேற்றம் குறைவாக இருக்கின்றது. இந்த நிலையில் லாக்டிக் அமிலம் ஆக்ஸிஜனின் உதவியால் ஆக்ஸிகரணம் ஆகி கரியமில வாயுவாகவும், நீராகவும் பிரிந்து, கரியமிலவாயு வெளியேற்றப் படுகின்றது.

காற்றற்ற சுவாசம் தசைகள் வேலை செய்யும் பொழுது நடை பெறுகிறது. தசைகள் அசையும் பொழுது குளுக்கோஸ் லாக்டிக் அமிலம் ஆக மாற்றப்படுகிறது. இந்த இரசாயன மாற்றத்தின் போது சக்தியும் வெளிப்படுகின்றது. ஆனல் ஆக்ஸிஜன் குறை வால் சக்தி வெளிப்படுவதும் குறைவாகவே இருக்கும்.

$$C_{16}\,H_{12}\,O_{6} \longrightarrow 2C_{3}\,H_{6}\,O_{3} + \text{சக்தி}$$

குளுக்கோஸ் ⟶ லாக்டிக் அமிலம் + சக்தி

காற்றற்ற சுவாசம் எப்பொழுதும் நடைபெறுவதில்லை. ஆனல் பொதுவாக எல்லா விலங்குகளிலும் நடைபெறுவதாக ஆராய்ச்சியாளர்கள் சொல்கிருர்கள். வான் பிராண்டு (Von-Brand), ஆபர்டு (Aubert) போன்றவர்கள் சில விலங்குகளில் ஆராய்ந்ததில் காற்றற்ற சுவாசத்தின் போது பல மாற்றங்கள் உண்டாவதைக் கவனித்தனர். ஆனல் இந்த மாற்றங்கள் அனைத்தும் பரிசோதனைகளின் தன்மைகளைப் பொருத்தே உண்டா யின. காற்றற்ற சுவாசம் விலங்குகளில் குறைவாகவும் அதிக மாகவும் ஏற்படுகிறது என்று ஆராய்ச்சியாளர்களின் கருத்து வேறுபடுகின்றது. புராசர் (Prosser), காற்றற்ற சுவாசம் விலங்கு களில் குறைவாகவே ஏற்படுகின்றது என்று கருதுகின்ருர்.

சில விலங்குகளில் காற்றற்ற சுவாசம்

நாக்குப் பூச்சி (Ascaris) நாடாப்புழு (Tape Worm) போன்றவை மனிதனின் குடலில் வசிப்பவை. குடலினுள் ஆக்ஸிஜன் மிகவும் குறைவாகவே இருக்கும். இப்புழுக்கள் காற்றற்ற சுவாசத்தையே மேற்கொள்கின்றன. பொதுவாக அக ஒட்டுண்ணிகளில் (Endoparasites) கிளைக்கோஜன் அதிகமாக இருக்கும். சுமார் 3 சதவீதம் என்று பல ஆராய்ச்சியாளர்கள் கணக்கிட்டிருக்கிருர்கள். இப்புழுக்களைக் காற்றற்ற சூழ்நிலையில் வைத்தால் கிளைக்கோஜன் மாற்றங்களுக்குள்ளாவதால் அது சீக்கிரமாகக் குறைந்து விடுகிறது. நாக்குப் பூச்சியில்

கிளைகோஜன் கரியமில வாயுவாகவும், கொழுப்பு அமிலங்க ளாகவும் பிரிந்து விடுகின்றது. ஆனல் மற்ற புழுக்களில் உப பொருட்கள் கிடைப்பதில் சிலவேறுபாடுகள் உள்ளன. எடுத்துக் காட்டாக, ஈரல் புழுக்களில் (F. Hepatica) காற்றற்ற சுவாசத்தில் நடைபெறும் கிளைக்கோஜனில் உண்டாகும் கொழுப்புஅமிலங்கள் பொதுவாக ஆவியாக முடியாதவைகளாக (Non volatile) இருக்கும்.

ஆக்ஸிஜன் கிடைக்கும் பொழுது மேற்சொன்ன புழுக்களில் ஆக்ஸிஜனை எடுத்துக்கொள்ளும் திறன் சிறிது வேறுபடுகிறது. காற்றற்ற சுவாசத்தில் ஈடுபட்டுக் கொண்டிருக்கும் ஒரு நாக்குப்பூச்சியைக் காற்று சுவாசத்திற்குக் கொண்டு வந்தால் அது அதிகமாக ஆக்ஸிஜனை எடுத்துக் கொள்ளும். சூழ்நிலையில் ஆக்ஸிஜன் குறைவாக இருப்பதால் அக ஒட்டுண்ணிகள் குறை வாகவே சுவாசிக்கின்றன. ஆனல் ஆக்ஸிஜன் அதிகமாகக் கிடைக்கும் பொழுது அவை அதிக ஆக்ஸிஜன் எடுத்துக் கொள்ள முயலுகின்றன.

வளையில் வாழும் சில வளைப்புழுக்களிலும் காற்றற்ற சுவாச முறை காணப்படுகிறது. டியுபிஃபெக்ஸ் (Tubifex) என்ற வளைப்புழுக்கள் சுமார் 60 மணி நேரம் காற்றற்ற சுவாசத்தை மேற்கொள்கின்றன. ஆக்ஸிஜன் குறைவாக உள்ளதால் அவை குறைவாகவே சுவாசிக்கின்றன. திரும்பவும் காற்றுள்ள சூழ் நிலையில் இப்புழுவைப் பரிசோதித்தால் இழந்த ஆக்ஸிஜனை எடுத்துக் கொள்கின்றன. காற்றற்ற சூழ்நிலையில் ஆக்ஸிகரணம் ஆக வேண்டிய பொருட்கள் தேங்கிக் கிடக்கின்றன. திரும்பவும் ஆக்ஸிஜன் கிடைக்கும் பொழுது தேங்கிய பொருட்கள் விரைவாக ஆக்ஸிகரணம் செய்யப்படுகின்றன. காற்றற்ற சுவாசத்தில் கிளைக்கோஜன் நான்கு மடங்கு அதிகமாக உபயோகப்பட்டு மாற்றப்படுகின்றது. காற்று சுவாசத்தில் இழந்த கிளைக்கோஜன் திரும்பவும் உண்டாக்கப்பட்டு சேமிக்கப்படுகின்றது.

பூச்சிகளிலும் காற்றற்ற சுவாசம் காணப்படுகிறது. பூச்சிகளில் இச் சுவாசத்தின் போது லாக்டிக் அமிலம் சேமித்து வைக்கப்படுகின்றது. ஆனல் காற்றுள்ளபோது லாக்டிக் அமிலம் முழுவதுமாக ஆக்ஸிகரணம் செய்யப்படுகின்றது. கரப்பான் பூச்சியைப் பரிசோதித்ததில் காற்றற்ற சுவாசத்தை விட காற்று சுவாசத்தில் மூன்று மடங்கு ஆக்ஸிஜன் உபயோகப்படுகின்றது என்று தெரியவருகிறது.

சக்தி வெளிப்படும் முறை: வளர்சிதை மாற்ற வழியில் (matabolic pathways) ஆக்ஸிஜனைச் சென்று அடைய மின்னணுக்

களின் (electrons) துணை வேண்டியதிருக்கிறது. இதையே மின்னணு போக்குவரத்து மண்டலம் (Electron transport system), சுவாசத் தொடர் (Respiratory chain) அல்லது சைட்டோகுரோம் மண்டலம் (Cytochrome system) என்று சொல்வதுண்டு இம்மண்டலத்தால் திசுக்களில் நடைபெறும் செயல்களுக்குச் சக்தி கிடைக்கின்றது. சக்தியை உண்டாக்கும் மேற்சொன்ன மண்டலம் செல்களிலுள்ள மைட்டோ கோண்டியாக்களில் நடைபெறுகின்றது என்பது ஆராய்ச்சியாளர்கள் முடிவு. மைட்டோ கோண்டியாக்களில் தான் வளர்சிதை மாற்றங்களுக்குத் தேவையான நொதிகள் காணப்படுகின்றன. மாவுப்பொருட்கள், புரதம், கொழுப்பு ஆகிய சத்துப் பொருள்கள் செரித்தவுடன் பைருவேட் (Pyruvate) என்ற பொருளாகி கிரெப் சுழற்சியைத் தொடருகின்றன. கிரெப் சுழற்சி மைட்டோ கோண்டியாக்களின் கிரிஸ்டாவில்தான் நடைபெறுகின்றது. சுழற்சியின் கடைநிலையில் ஆக்டிவ் அசட்டேட் (Active acetate) உண்டாகின்றது. ஒவ்வொரு ஆக்டிவ் அசட்டேட் அணுத்திரளும் (molecule) சுழற்சியின் முடிவில் கரியமிலவாயுவாகவும் நீராகவும் பகுக்கப்படுகின்றது. குளுக்கோஸ், கிளைக்கோஜன் ஆகியவற்றின் காற்றற்ற கிளைக்கோலைசிஸ் சைட்டோபிளாசத்தில் நடைபெற்றாலும் அவற்றின் முடிவுப் பொருளான பைருவேட் கிரெப் சுழற்சியில்தான் ஈடுபடுகிறது இதே போன்றுதான் அமினோ அமிலங்கள், கொழுப்பு அமிலங்கள் ஆகியவையும் வளர்சிதை மாற்றத்தில் கடைப் பொருளான பைருவேட் ஆகி கிரெப்சுழற்சியைத் தொடருகின்றன.

கிரெப் சுழற்சியில் உண்டான ஆக்ஸிகரணங்களின் முடிவில் ஆக்ஸிஜன் நீராக மாற்றப்படுகின்றது. மேற்சொன்ன ஆக்ஸிகரணங்களில் மின்னணுக்கள் நொதிகளின் மூலமாக எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. முதலில் குறைக்கப்பட்டுள்ள (reduced) துணை நொதியான டை பாஸ்போ பைரிடின் நியுக்லியோடைடிலிருந்து (Diphosphopyridine Nucleotide—DPNH) பல நொதிகள் மின்னணுக்களை (H^+) ஆக்ஸிஜனை நோக்கி எடுத்துச் செல்லுகின்றன. (இதையே முதலில் குறிப்பிட்ட சுவாசத் தொடர் அல்லது மின்னணு போக்குவரத்து மண்டலம் என்று குறிப்பிடுகிறோம்). அந்நொதிகள் ஃபிளேவோ புரதம், சைட்டோகுரோம் **b**, சைட்டோகுரோம் **c**, சைட்டோகுரோம் a, சைட்டோகுரோம் a_3 ஆகியவையாகும். இறுதியாக மின்னணுக்களை எடுத்துக் கொண்ட சைட்டோகுரோம் a_3 நொதி ஆக்ஸிஜனுடன் சேர்வதால் கரியமில வாயுவும் நீரும் உண்டாகின்றன மேற்சொன்ன ஒவ்வொரு நிலையிலும் ஒவ்வொரு ADP (அடினோசின் டை பாஸ்பேட்) அணுத்திரள் உண்டாகின்றது. இவை அதிக சக்தியுடைய இணைப்புகளாகச் சேமித்து வைக்கப்படுகின்றன.

அடிஞேசின்—P∾P + Pi ⟶ அடிஞேசின்—P∾P∾P

ADP + அங்கக பாஸ்பேட் ⟶ ATP

(organic phosphate)

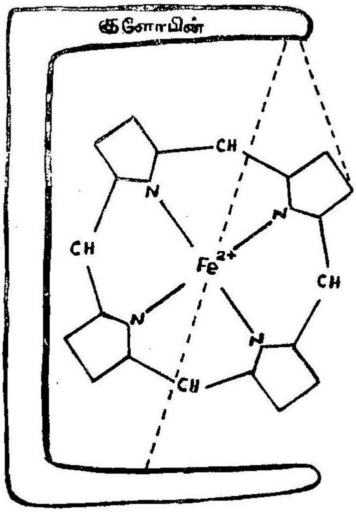
மேற்சொன்ன வேதியல் மாற்றத்தில் ஆக்ஸிகரணமும் பாஸ்போரிலேஷனும் சேர்ந்து (ADP யுடன் மற்ருெரு பாஸ்பேட் சேர்வதால் ATP உண்டாகின்றது) செயல்படுகின்றன இவ்வாறு சேர்ந்து செயல்படுவதால் ஆக்ஸிஜன் பயன்படுகிறது. அதாவது ஆக்ஸிஜன் சுவாசத்திற்கு எடுத்துக்கொள்ளப்படுகின்றது.

சுவாச நிறமிகள்
(Respiratory Pigments)

இரத்தத்தில் சுவாச நிறமிகள் (அல்லது நிற அணுக்கள்) இருக்கின்றன. சுவாச நிறமிகள் தேவையான சூழ்நிலையில் ஆக்ஸிஜனை எடுத்துக் கொண்டும் தேவையற்ற சூழ்நிலையில் அதை வெளியேற்றவும் செய்கின்றன. சுவாச நிறமிகள் இரத்தத்தில் இருப்பதால், இரத்தம் அதிகமான அளவில் ஆக்ஸிஜனை எடுத்துக் கொள்ள முடிகிறது. மேலும் இரத்த நிறமிகள் இல்லாவிடில் பெரும்பாலான உயிரிகள் ஆக்ஸிஜன் குறைவால் உயிர் வாழ முடியாமல் போய்விடும்.

சுவாச நிற அணுக்களில் நான்கு வகை உண்டு. அவை **ஹீமோகுளோபின்** (Haemo globin), **குளோரோகுருயோரின்** (Chlorocruorin), **ஹீம் எரித்திரின்** (Haem crythrin), **ஹீமோசையானின்** (Haemo cyanin) முதலியன. இவற்றில் ஹீமோகுளோபின், ஹீமோ சையானின் சுவாச நிற அணுக்கள் அதிகமான விலங்குகளில் காணப்படுகின்றன. ஹீமோகுளோபின், ஹிமோ எரித்திரின் ஆகிய இருவகை நிற அணுக்களும் திரவங்களாகவும், துகள்களாகவும் செல்களில் காணப்படுகின்றன. ஆனல் ஹீமோசையானின், குளோரோகுருயோரின் ஆகிய இரண்டு நிற அணுக்களும் திரவங்களாகத்தான் காணப்படுகின்றன. மற்றும் சில நிற அணுக்கள் **வனடியம்** (Vanadium), **எக்கிஞேகுரோம்** (Echinochrome), **பின்ஞகுளோபின்** (Pinnaglobin), **மால்பாடின்** (Molpadin) செல்களில் அபூர்வமாகக் காணப்படுகின்றன.

ஹீமோகுளோபின் : ஹீமோகுளோபினில் ஹிம் **(Haem)** என்ற நிற அணு **குளோபின் (Globin)** என்ற புரதத்தோடு கலந்திருக்கும். ஹீமோகுளோபினுடைய அமைப்பைப் பார்பைரின் வட்டம் **(Porphyrin ring)** என்று சொல்வதுண்டு. **(படம் 10.)** ஒரு



படம் 10

ஹிமோகுளோபின் அமைப்பு : இரும்பு அணு பார்பைரின் வட்டமாகவும் பார்பைரின் வட்டத்தைச் சுற்றி குளோபின் புரதமும் உள்ளது பார்பைரின் குளோபினுடன் புள்ளிக்கோட்டால் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது.

அணுத்திரளுக்கு நான்கு பார்பைரின் வட்டங்கள் உண்டு. இதில் இரும்புடன் (Ferrous) நான்கு நைட்ரஜன் அணுக்கள் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும். பார்பைரின் வட்டங்களுடன் குளோபின் சேர்ந் திருக்கும். குளோபின் அணுத்திரள் நிலைத்த தன்மையுடையதாக இருக்கிறது. அதனல் தான் ஆக்ஸிஜன் இரும்புடன் சீக்கிரமாகச் சேர்ந்து விடுகிறது. இந்த சேர்க்கையில் இரும்பு ஆக்ஸிகரணம் ஆவதில்லை. ஆக்ஸிஜனின் சேர்க்கையால் இரும்புக்கும் நைட் ரஜன் அணுக்களுக்கும் எலெக்ட்ரான் சேர்வதில் வித்தியாசம் ஏற்படுகிறது. சில இரசாயன அல்லது வேதியப் பொருட்களைக் கொண்டு ஹீமோகுளோபினை ஆக்ஸிகரணம் செய்தாலும் இரும்பு அதன் நிலையிலிருந்து (Ferrous) மாறுவதில்லை.

ஆக்ஸிஜன் இரும்புடன் சேர்ந்த கூட்டை **ஆக்கிஸிஹிமோ குளோபின்** (HbO_2) என்று சொல்வதுண்டு. ஹியோகுளோபின் ஒவ்வொரு இரும்பு அணுவிற்கும் ஒரு அணுத்திரள் (மூலக்கூறு) ஆக்ஸிஜன் கூட்டுச்சேருகின்றது. ஹியோகுளோபினுடன் கூட்டுச் சேர்ந்த ஆக்ஸிஜனை மற்றும் வேதியல் பொருட்களால் பிரித்து விடலாம். மேலும் பயன்படுத்தப்பட்ட வேதியல் பொருள் ஆக்ஸி

ஜனுடன் சேர்ந்து கூட்டுப்பொருள் அல்லது சேர்மம் (Compo und உண்டாகிறது.

முதுகெலும்பிகளின் இரத்தத்தில்காணப்படும் ஹிமோகுளோபினில் புரதம் முதுகெலும்பல்லனவற்றுள் இரத்தத்தில் காணப்படும் புரதத்திற்கும் வேறுபடுகிறது. அதனால் முதுகெலும்பல்லனவற்றின் இரத்த ஹிமோகுளோபின் எரித்திரோ குருயோரின் (Erythro cruorin) என்று அழைக்கப்படுகிறது. நீரிஸ், மண்புழு, அர்னிகோலா, அட்டை போன்ற வளைப்புழுக்களிலும் டாஃப்னியா போன்ற கணுக்காலிகளிலும் எரித்திரோ குருயோரின் காணப்படுகிறது. டிஸ்கோகுளோசஸ் (Discoglossus) என்ற ஆதி முதுகுத்தண்டினத்தில் ஹிமோகுளோபின் இருப்பதாகக் கண்டு பிடித்திருக்கிறார்கள். சில மீன்களைத் தவிர எல்லா முதுகுத் தண்டினங்களின் இரத்தத்திலும் ஹிமோகுளோபின் உள்ளது. குளோபினின் வகையைப் பொருத்தும் ஹிமோகுளோபின வேறுபடுகின்றது. அதனால் வெவ்வேறு குளோபினுடைய ஹிமோகுளோபின் கரைதிறன், அடர்த்தி போன்ற பண்புகளில் வேறுபடுகின்றன.

குளோரோ குருயோரின் : 1838ல் மில்னி எட்வர்ட்ஸ் (Milne-Edwards) என்பவரால் குளோரோ குருயோரின் சுவாச நிறமிகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இது பச்சை நிறமானது. பின்னால் லான்கஸ்டர் (Lankester) இதன் பண்புகளை ஆராய்ந்திருக்கிறார். குளோரோகுருயோரின் இரண்டு தன்மையுடையது என்றும் சொன்னார். முதலில் இவ்வணு சுவாசச்செயல் புரிகின்றதா என்ற சந்தேகம் எழுந்தாலும் காலப் போக்கில் குளோரோகுருயோரின் ஆக்ஸிஜனை எடுத்துக்கொள்ளும் பண்பு பெற்றது என்று பல ஆராய்ச்சிகளால் தீர்மானிக்கப்பட்டது. குளோரோ குருயோரின் சாபெல்லிடே, செர்புல்லிடே என்ற பல சுனைக்காலிகளின் (Polychaets) இரண்டு குடும்பங்களின் இரத்தத்தில் காணப்படுகின்றன.

ஹீம் எரித்திரின் : இந்த அணுவில் இரும்புடன் ஒருவகைப் புரதம் கலந்திருக்கும். ஆக்ஸிஜனை எடுத்துக் கொள்ளும்பொழுது ஹீம் எரித்திரின் பழுப்பு நிறத்தில் இருக்கும். மஜிலோனு (Magelona) என்ற பல்சுனைக்காலியிலும், சைஃபன்குலிட், லின்குலா போன்ற பிராணிகளிலும் காணப்படுகின்றன.

ஹீமோசையானின் : ரெட்ஃபீல்டு (Red Field) என்ற ஆராய்ச்சியாளர்தான் ஹீமோசையானின் பண்புகளை நன்கு ஆராய்ந்தார். இந்த இரத்த அணு நீல நிறத்தில் இருக்கும். இதில் இரும்புக்குப் பதிலாக தாமிரம் புரதத்துடன் கலந்திருக்

கும். ஹீமோசையானினைப் படிகங்களாக்க முடியும். படிகங்கள் ஊசி போன்றும் பிரிசம் போன்றும் இருக்கும். நீரிலும் கரையும் திறனுடையது. ஹிமோகுளோபினைவிட ஹிமோசையானின் குறைவாகத்தான் ஆக்ஸிஜனை எடுத்துக்கொள்கிறது. ஹிமோசையானின் கணவாய், பேய் கணவாய், லாலிகோ (Loligo) பஸ்ஸினியம் (Bussinium) போன்ற உடல் காலியிலும் தேள், அரசநண்டு போன்றவற்றிலும் இருப்பதாக அறியக்கிடக்கின்றது.

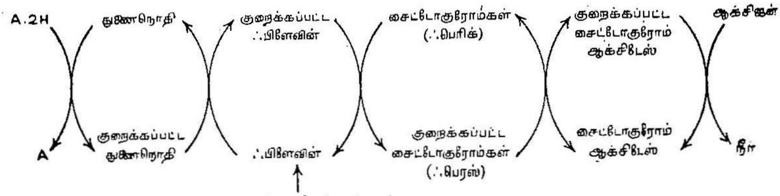
சில்லறை சுவாச நிறமிகள்: மேற்சொன்ன சுவாச நிறமிகள் தவிர சில சில்லரை சுவாச நிறமிகளும் விலங்குகளில் உள்ளன. பின்னு (Pinna)என்ற சிப்பியில் பின்னு குளோபின் (Pinna globin) என்ற பழுப்பு வண்ண நிறமிகள் உண்டு. இவை மாங்கனீஸ் அடர்ந்த நிறமியாகும். அசீடியன் என்ற வால்முதுகுத் தண்டினங்களின் உடல் திரவத்தில் (Body fluid) வனடியம் குரோமோஜன் (Vanadium Chromogen) என்ற நிறமிகள் காணப்படுகின்றன. எக்கினோகுரோம் (Echinochrome) என்ற நிறமிகள் கடல் முட்களிலும் (Sea urchins) மால்படின் (Molpadin) மால்படியா என்ற கடல் வெள்ளரியிலும் கிடைக்கின்றன. மேற் சொன்ன எல்லா நிறமிகளும் சுவாசச் செயலுக்குப் பயன்படுகிறதா என்பது தெளிவாகத் தெரியவில்லை.

சைட்டோகுரோம்கள்(Cytochromes): காற்றுச் சுவாசம் நடைபெறும் எல்லா செல்களிலும் சைட்டோகுரோம் நிறமிகள் உண்டு. சைட்டோகுரோம்கள் ஒருவகைப் புரதமாகும். இதன் அமைப்பு ஹீமோகுளோபின் போன்றது. சைட்டோகுரோமின் அமைப்பில் புரதம் அல்லாத புராஸ்தெட்டிக் பகுதி உண்டு. இப்பகுதியை புரோட்டோஹீமின் (Protohaemin) என்று சொல்வதுண்டு. இதன் காரணம் புரோட்டோஹீமினில் ஹீம் அணு அமைந்திருப்பதாலேயே. ஹீமோகுளோபின் போன்று ஹீமின் அணு ஒட்டிக்கொண்டிருந்தாலும் ஹீமோகுளோபினுக்குரிய பண்புகள் சைட்டோகுரோமுக்குக் கிடையாது. ஹீமோகுளோபினுக்கு ஆக்ஸிஜனை ககிரகிக்கும்தன்மை உண்டு என்றாலும் அதனின் ஹீமின் பகுதி ஃபெரஸ் (Ferrous) நிலையிலேயே இருக்கும். சைட்டோகுரோம்கள் ஆக்ஸிஜனைக் கிரகிக்காது. மாறாக ஆக்ஸிஜன் உள்ள சூழ்நிலையில் ஹீம் பகுதி ஃபெரஸ் நிலையிலிருந்து ஃபெரிக் (Ferric) நிலையை அடைந்து விடுகிறது. மேற் சொன்ன வேதிய மாற்றத்தைத் தூண்டுவது சைட்டோகுரோம் ஆக்சிடேஸ் (Cytochrome Oxidase) என்ற நொதியாகும். சைட்டோகுரோம்களும் அவை ஈடுபடும் வேதிய மாற்றங்களும் சேர்த்து சைட்டோகுரோம் மண்டலம் (Cytochrome) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

சைட்டோகுரோம் மண்டலத்தால் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள இரு பயன்கள் ஏற்படுகின்றன.

1. ஃபிளேவோ புரதம் (Flavo protein) ஆக்ஸிகரணம் நடைபெறுவது சைட்டோகுரோம் மண்டலத்தினால்தான்.

2. ஹீமோகுளோபின் ஆக்ஸிஜனைக் கிரகிக்கும்பொழுது சைட்டோகுரோம்கள் கிரியா ஊக்கியாகச் செயல்படுகின்றன. சக்சினிக் அமிலத்தின் செயலால் சைட்டோகுரோம்கள் குறைக்கப்பட்டு ஹைட்ரஜன் வெளியேற்றப்படுகிறது. இவ்வாறு வெளியேறும் ஹைட்ரஜன் சுவாசத்திற்குத் தேவையான ஆக்ஸிஜனுடன் சேர்ந்து நீராகிறது. ஹைட்ரஜன் குறைந்த சைட்டோகுரோம்கள் திரும்பவும் ஆக்ஸிஜனால் ஆக்ஸிகரணம் செய்யப்படுகின்றன.



(ஆக்சிகரணத்தின் சுவாசத்தொடர் படத்தில் காட்டியுள்ளது)

மூன்று வகையான சைட்டோகுரோம்கள் உண்டு என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. அவை சைட்டோகுரோம் A, B, C ஆகியவை. இதில் C வகை மட்டுமே தனியாகப் பிரித்தெடுக்கப்பட்டுள்ளது. இதன் காரணம் C வகை நிலைத்த தன்மை உடையது என்பதால்தான். மேலும் C வகை சைட்டோகுரோம்கள் பரவலாகக் கிடைக்கக்கூடியது. ஆக்ஸிஜனுடன் கலக்கும்பொழுது C சைட்டோகுரோம் ஆக்ஸிகரணம் அடைவதில்லை. இதயத் தசையில் சைட்டோகுரோம்கள் உள்ளதாக அறிவியலாளர்கள் கண்டுபிடித்துள்ளார்கள்.

சுவாச நிறமிகள் ஆக்ஸிஜனை எடுத்துச் செல்லல்; ஹிமோகுளோபினின் வேலைகள்: இரத்தத்தில் ஆக்ஸிஜன் கலப்பதால் அது இரத்தத்தோடு உடலின் எல்லா திசுக்களுக்கும் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றது. ஆக்ஸிஜன் இரத்தத்தில் எவ்வளவு அளவு அதிகமாகக் கரைந்திருக்க முடியுமோ அந்த அளவினையே இரத்தம் ஆக்ஸிஜனை எடுத்துச் செல்ல முடியும் அளவு என்று கணக்கிடப்படுகிறது. ஆக்ஸிஜன் எடுத்துச் செல்லப்படும் அளவினை சதவீதத்திலும் அல்லது ஒரு லிட்டர் இரத்தத்தில்

கலந்திருக்கும் மோல்கள் என்றும் குறிப்பிடுவதுண்டு. ஆக்ஸிஜன் அளவினை அளவிட இரத்தத்தை ஆக்ஸிஜனின் பூரிதக் கரைசலாக்க வேண்டும்.

ஆக்ஸிஜன் அளவு இரத்தத்தில் உள்ள இரத்த செல்களின் எண்ணிக்கையைப் பொருத்து வேறுபடுகின்றது. பொதுவாக பாலூட்டிகளிலும் பறவைகளிலும் 100 மி. லி.க்கு 15 லிருந்து 20 அளவு வரை என்று ஆக்ஸிஜனின் அளவினைக் கணக்கிட்டிருக்கிறார்கள். குளிர் இரத்த முதுகெலும்பினங்களில் ஆக்ஸிஜன் அளவு 5 லிருந்து 12 கொள்ளளவு சதவீதம் என்றும் இளம் உயிரிகளின் இரத்தம் வாலிப உயிரிகளின் இரத்தத்தை விடக்குறைவாக எடுத்துக் கொள்கின்றது என்றும் ஆராயப்பட்டுள்ளது. ஆழ் கடலில் வசிக்கும் மீன்களின் இரத்தத்தை விட கரையோரங்களில் வசிக்கும் மீன்களின் இரத்தத்தில் அதிக ஆக்ஸிஜன் கலந்திருக்கிறது.

கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணை சில விலங்குகளின் இரத்தத்தின் ஆக்ஸிஜன் அளவினைக் காட்டுகின்றது.

விலங்குகள்	O_2 அளவு %	விலங்குகள்	O_2 அளவு %
நன்னீர் சிப்பி	0·70	வெள்ளை எலி	18·6
அரச நண்டு	·74-2·7	கங்காரு	17·5
செப்பியா	7	பூனை	15
பேய் கணவாய்	3·9-5·0	முயல்	15
அர்னி கோலா	5·7-8·2	மனிதன்	20
மீன் விலாங்கு	19·75		
முதலை	8-10		
கோழி	10-5		
வாத்து	12·3		
புரு	20		
சீல்	29·3		

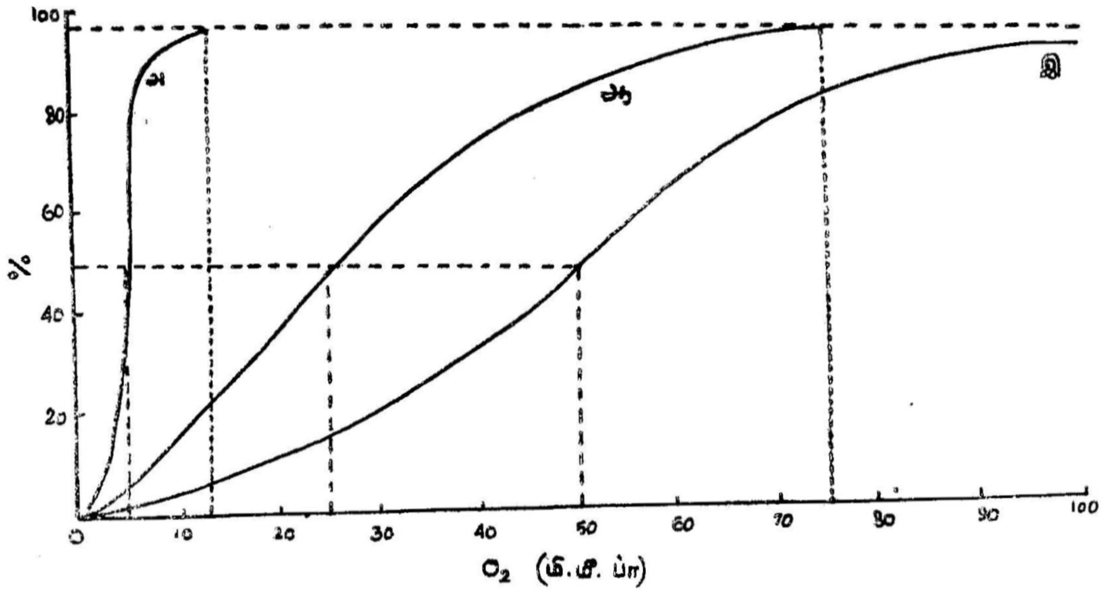
ஆக்ஸிஜன் சிதைவுறு வளைவுகோடு (Oxygen Dissociation Curve)

மேற்சொன்ன சுவாச நிறமிகள் ஆக்ஸிஜனைக் கிரகித்துக் கொள்கின்ற தன்மை பெற்றுள்ளன என்று பார்த்தோம். ஆக்ஸிஜன் சிறிதும் கலந்திருாத நிறமிகளை ஆக்ஸிஜனோடு சேர்க்கும் பொழுது, முதலில் நிறமிகள் ஆக்ஸிஜனை வேகமாகக் கிரகித்துக் கொள்கின்றன. பிறகு கிரகிக்கும் வேகம் குறைந்து 100 சதவீத நிலையை (ஆக்ஸிஜன் நிறமிகளில் பூரிதமாகக் கரைந்த நிலை) அடைகின்றது. ஆக்ஸிஜனின் கரைதல் அதன் அழுத்த நிலையைப் பொருத்து வேறுபடும். ஆக்ஸிஜன் அழுத்தநிலையும் அது நிறமி

களோடு சேர்வதையும் ஒரு வரைபடம் கொண்டு விளக்கலாம். இவ் வரைபடத்தில் வளைவுகோடு தனித்தன்மை உடையது. இது ஆக்ஸிஜன் சிதைவுறு வளைவு என்று அழைக்கப்படுகின்றது. அல்லது ஆக்ஸிஜன் சமநிலை வளைவுகோடு (Oxygen Equilibrium Curve) என்றும் அழைக்கலாம். இச்சமநிலை வளைவின் மேல் பாகம் அல்லது கடைநிலை நேர்கோடாக இருக்கும். இந்த வளைவு கோடு நிறமிகள் ஆக்ஸிஜனைக் கிரகித்துக்கொள்வதையும் (Process of Association) ஆக்ஸிஜன் நிறமிகளிலிருந்து விடுபடுவதையும் (Unloading of Oxygen) விளக்கும் (படம் 11.) பக்கம் 99.

ஆக்ஸிஜன் சமநிலை வளைவின் கடைநிலை நேராகச் செல்வதால் நிறமிகள் 100% பூரிதக் கரைசல்தான் அதிக அளவு கிரகிக்கும் தன்மை பெற்றவை என்று கருதக்கூடாது. அதனால் நிறமிகளின் அதிகக் கிரகிக்கும் அழுத்தம் (Maximum Loading Tension) 95% பூரிதக் கரைசல் நிலையைத்தான் கருதவேண்டும். மேலும் வெவ்வேறு நிறமிகளின் ஆக்ஸிஜன் சமநிலை வளைவுகோடுகளை ஒற்றுமைப்படுத்த ஆக்ஸிஜன் விடுபடு நிலைகளின் மையப்பகுதியை எடுத்துக்கொள்வதே நலமாகும். ஆக்ஸிஜன் விடுபடும் மையநிலை பொதுவாக 50% பூரிதக் கரைசலாகும். பொதுவாக இந்நிலையில் ஆக்ஸிஜன் உள்ள நிறமிகளும் ஆக்ஸிஜன் இல்லாத நிறமிகளும் சமமாக இருக்கும்.

இங்கே வரையப்பட்ட படத்தில் அர்னிகோலா, புரு, மனிதன் ஆகிய மூன்று விலங்குகளின் இரத்தத்தை ஆராய்ந்து அவற்றின் ஹீமோகுளோபின்கள் எத்தனை அளவு ஆக்ஸிஜனைக் கிரகிக்கும் சக்தி பெற்றிருக்கின்றன என்பது காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது. அர்னிகோலாவின் ஹிமோகுளோபின்கள் 13 mm Hg ஆக்ஸிஜன் அழுத்த நிலையில் 95% ஆக்ஸிஜனை எடுத்துக்கொள்கின்றன. மனிதனின் ஹிமோகுளோபின்கள் 75mm Hg நிலையில் 95% ஆக்ஸிஜன் பூரிதக் கரைசலை அடைகின்றன. ஆனால் வரை படத்தில் உள்ளவாறு புருவின் இரத்த நிறமிகள் ஆக்ஸிஜனை எந்த அழுத்த நிலையிலும் 95 % பூரித கரைசலை அடையவில்லை. மேலே குறிப்பிட்ட மூன்று ஆக்ஸிஜன் சமநிலை வளைவுகளும் மூன்று விலங்குகளின் வாழ்க்கைத் தகவமைப்புகளைக் காட்டுகின்றன. 50% பூரிதக் கரைசல் நிலையில் புருவின் ஹீமோகுளோபின்கள் ஓரளவு ஆக்ஸிஜனை விடுபடச் செய்கின்றன. ஆனால் அர்னிகோலாவின் ஹீமோகுளோபின்கள் மேலே குறிப்பிட்ட நிலையில் (50% பூரிதக் கரைசல் நிலையில்) குறைவாகத் தான் ஆக்ஸிஜனை விடுபடச் செய்கின்றன. ஆனால் 95% பூரிதக் கரைசல் நிலையில் ஆக்ஸிஜன் அதிக அளவில் விடுபடுகின்றது. இதிலிருந்தும் அர்னிகோலா



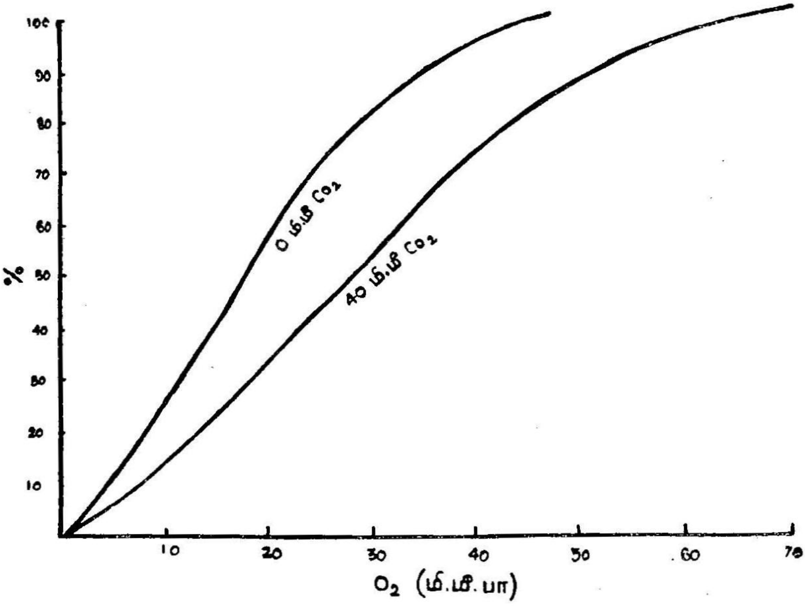
படம் 11

ஆக்ஸிஜன் சிதைவுறு வளைவுகோடு

அ. அர்னிகோலா புழு ஆ. மனிதன் இ. புரு ஆகிய மூன்று விலங்குகளின் ஆக்ஸிஜன் சிதைவுறு வளைவுகோடு:

இரத்தத்தில் உள்ள நிறமிகள் (ஹீமோகுளோபின்) குறைந்த ஆக்ஸிஜன் அழுத்த நிலையில் மிகுந்தஆக்ஸிஜனைக் கிரகிக்கும் சக்தி பெற்றிருக்கின்றது என்று அறியலாம். ஆதலால் குறைந்த ஆக்ஸிஜன் அழுத்த நிலையில் அர்னிக்கோலா போன்ற விலங்குகளும் அதிக ஆக்ஸிஜன் அழுத்த நிலையில் புரு போன்ற விலங்குகளும் வசிப்பது சிறப்புடையதாகும்.

ஹீமோகுளோபின்களில் ஆக்ஸிஜன் அளவு குறையக் குறைய ஆக்ஸிஜன் சம நிலை வளைவுகோடு படத்தின் வலது பக்கமாக சாய்ந்து விடுகின்றது. (படம்- 12). இது **போர் விளைவு (Bohr Effect)** என்று சொல்லப்படும். இப்படிச் சாய்வது நல்லதென்றே



படம் 12

மேயா (Maia), நண்டின் ஹிமோ சையானின் இரந்த அணுவின் ஆக்ஸிஜன் சிதைவுறு வளைகோட்டில் கரியமில வாயுவால் உண்டாகும் மாற்றங்கள்.

கருத வேண்டும். அதாவது திசுக்களில் வளர்சிதை மாற்றம் விரைவாக நடைபெறுவதால் உண்டாகும் கரியமில வாயு ஹீமோகுளோபினுடன் சேர்ந்துகொள்கிறது. அதே போன்று ஆக்ஸிஜனும் சீக்கிரமாக விடுபட்டு செல்களில் பயன்பட்டுக் கொண்டே இருக்கிறது. ஆனால் குறைந்த ஆக்ஸிஜன் அழுத்த நிலையில் வளை

கோடு வலது பக்கம் நோக்கிச் சென்றால் அந்நிலை உயிரிகளுக்குச் சிறந்ததாக இருக்காது. தேக்க நீர்களில் ஆக்ஸிஜன் குறைந்தும் கரியமில வாயு மிகுந்தும் உள்ள நேரங்களில் தான் இந்நிலை ஏற்படும்.

கரியமில வாயு எடுத்துச் செல்லப்படல்

கரியமில வாயு இரத்தத்தில் கரையும் தன்மையுடையது. இரத்தம் மற்ற திரவங்களைவிட அதிக அளவில் கரியமிலவாயுவை கிரகித்துக்கொள்ளும். எடுத்துக் காட்டாக மனிதனின் இரத்தம் 50 சதவீத அளவு (கொள்ளளவு) கரியமில வாயுவை எடுத்துக் கொள்ளும் சக்தி வாய்ந்தது. சில விலங்குகளின் இரத்தம்தான் (வால்முதுகுத் தண்டினங்கள்) நீரைவிடக் குறைவான அளவு கரியமில வாயுவை எடுத்துக் கொள்கின்றது. ஆனால் சாதாரணமாக மேற்சொன்ன அதிகஅளவில் கரியமிலவாயுவை கிரகித்துக்கொள்ளும் சக்தி இரத்தத்திற்குக் கிடையாது. அதனால் அதிக அளவில் கரியமில வாயுவை கிரகித்துக் கொள்ள சிறப்பான சாதனங்கள் தேவை.

கரியமில வாயு அமினோ அமிலத்தின் அமிலப் பகுதியுடன் சேரும் தன்மை வாய்ந்தது. மேலும் புரதத்துடனும் ஹீமோகுளோபினுடனும் கரியமில வாயு சேரும் தன்மையுடையது. இவ்வாறு சேர்வதால் கார்பமினோ சேர்மங்கள் (Carbamino compounds) உண்டாகின்றன. மேற்சொன்ன சேர்மங்கள் ஆக்ஸிஜனுடன் எதிர்ப்பு செயல்கள் காட்டுவதால் ஆக்ஸிஜன் எடுத்துக்கொள்ளப்படும் பொழுது கரியமிலவாயு விடுபடுகின்றது. கரியமில வாயு இரத்தத்தில் பைகார்பனேட்டாகவும் கார்பானிக் அமிலமாகவும் எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. கார்பமினோ சேர்மமாகவும் கரியமில வாயு இரத்தத்தில் எடுத்துச் செல்லப் படுகின்றது.

கார்பமினோ சேர்மமாக எடுத்துச் செல்லப்படுவது மொத்த கரியமிலவாயுவில் $\frac{1}{5}$ பகுதியாகும். அதனால் பெரும்பாலானவை பைகார்பனேட்டாகத்தான் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றது என்று அறியலாம்.

முதலில் கரியமிலவாயு இரத்தத்தில் கலந்தவுடன் இரத்த சிவப்பு செல்லினுள் நுழைகின்றது. இரத்த சிவப்பு செல்லினுள் கரியமிலவாயு நீருடன் சேர்ந்து கார்பானிக் அமிலம் உண்டாகின்றது.

$$Co_2 + H_2o \rightleftharpoons H_2 Co_3$$

இதே போன்ற செயல் பிளாஸ்மாவிலும் நடைபெறுவதால் பிளாஸ்மாவிலும் கார்பானிக் அமிலம் உண்டாகின்றது. கரி

யமிலவாயு நீருடன் கலந்து கார்பானிக் அமிலமாவது மெதுவாக நடைபெறுவதால் இதை கார்பானிக் அன் ஹைட்ரேஸ் (Carbonic unhydrase) என்ற நொதி கார்பானிக் அமிலம் உண்டாவதைத் தூண்டுகின்றது. பிறகு கார்பானிக் அமிலம் பை கார்பனேட் அயனிகளாகப் பிரிந்து விடுகின்றது.

$$H_2 Co_3 \rightleftharpoons H^+ + HC O_3^-$$

பைகார்பனேட் அயனிகள் ஊடுருவும் தன்மை வாய்ந்தவை. அவற்றின் அடர்த்தி இரத்த சிவப்பு அணுவில் அதிகமாக இருப பதால் அவை செல் சவ்வு வழியாக பிளாஸ்மாவிற்கு ஊடுருவிச் செல்கின்றன. ஆனால் ஹைட்ரஜன் அயனிகள் செல்லினுள்ளே தங்கிவிடுகின்றன. இதனால் இரத்த அணுவின் pH அதிகரிக்கும். இரத்த அணுவின் pH அளவு அதிகரித்தாலும் அது உடன் குறைக்கப்படுகின்றது. இதன் காரணம் பிளாஸ்மாவில் உள்ள சோடியம் குளோரைடு அயனிகள் இரத்த அணுவினுள் நுழைவது தான். இவ்வாறு பிளாஸ்மாவிலுள்ள சோடியம் நேர் அயனிகள் இரத்த அணுவிலிருந்து வரும் பைகார்பனேட் எதிர் அயனிகளுடன் சேர்ந்து சமநிலை ஏற்படுகின்றது. மேற்சொன்னவாறு கரியமிலவாயு பைகார்பனேட் அயனிகளாக பிளாஸ்மாவுக்கும் குளோரைடு அயனிகள் இரத்த செல்லினுள்ளும் இடப்பெயர்ச்சி செய்து கொள்கின்றன. இவ்வாறு இடப்பெயர்ச்சி ஏற்படுவது குளோரைடு நிலைமாற்றம் (Chloride shift) என்று அழைக்கப்படுகின்றது. இம்முறையை ஹாம்பர்கர் (Hamburger) என்பவர் முதலில் கண்டுபிடித்ததால் இதற்கு ஹாம்பர்கர் நிகழ்ச்சி (Hamburger phenomenon) என்றும் பெயர்.

சில ஹைட்ரஜன் அயனிகள் குளோரைடு நிலை மாற்றத்தில் கலந்து கொள்வதில்லை. இந்த அயனிகள் ஹிமோகுளோபினின் புரதத்துடன் சேர்வதால் இரத்த அணுவிலுள்ள எதிர் அயனிகள் குறைக்கப்படுகின்றன. எதிர் அயனிகள் குறைககப்படுவதால் ஆக்ஸிஜனை கிரகிக்கும் சக்தி குறைகின்றது. இதுதான் போர் விளைவுக்குக் காரணம் என்றும் கருதப்படுகின்றது.

சுவாச ஈவு (Respiratory Quotient)

சுவாச ஈவு என்பது ஆக்ஸிஜன் பயன்படுவதற்கும் கரியமில வாயு உண்டாவதற்குமான ஈவுத் தொகையாகும். இதை R Q என்று சுருக்கமாகச்சொல்வதுண்டு. $\left(RQ = \frac{Co_2}{O_2}\right)$

சுவாச ஈவுத் தொகையின் உதவியால் உணவுப்பொருட்கள் வளர்சிதை மாற்றம் அடைவதின் அளவினை அறியலாம். எடுத்துக்

காட்டாக உடலில் மாவுப் பொருள் எரியும் பொழுது ஒரு மூலக் கூறு O_2 பயன்பட்டால் ஒரு மூலக்கூறு Co_2 உண்டாகின்றது. அதனால் மாவுப்பொருட்கள் எரியும் பொழுது சுவாச ஈவு = 1.

$$CH_2O + O_2 \rightarrow Co_2 + H_2o \quad RQ = \frac{Co_2}{O_2} = \frac{1}{1} = 1$$

மாவுப்பொருள் ஆக்ஸிஜன் கரி நீர்
யமிலவாயு

$$\text{சுவாச ஈவு} = \frac{\text{உண்டான கரியமிலவாயு}}{\text{பயன்பட்ட ஆக்ஸிஜன்}} = \frac{1}{1} = 1$$

கொழுப்புச்சத்தினை வளர்சிதை மாற்றம் அடையச் செய்யும் செயல்களில் சுவாச ஈவ ஒன்றுக்கும் குறைவு. இதன் காரணம் ஆக்ஸிஜன் அதிகமாகப் பயன்படுத்தப் படுகிறது. ஆனல் கரியமில வாயு குறைவாகத்தான் உண்டாகின்றது. எடுத்துக் காட்டாக ஒரு மூலக்கூறு ட்ரைபால்மிட்டின் (Tripalmitin) என்ற கொழுப்பு எரிவதற்கு 72·5 மூலக்கூறு ஆக்ஸிஜன் தேவைப்படுகிறது. ஆனல் 51 மூலக்கூறு கரியமிலவாயு தான் உண்டாகின்றது. சுருக்கமாக,

$$(C_{15}\,H_{31}\,Coo)_3\;C_3\,H_5 + 72{\cdot}5\;O_2 \rightarrow 51\;Co_2 + 49\;H_2o$$

$$RQ = \frac{\text{கரியமிலவாயு}}{\text{ஆக்ஸிஜன்}} = \frac{51}{72.5} = 0{\cdot}70$$

சுவாச ஈவுத்தொகை வெவ்வேறு கொழுப்புச் சத்துக்கும் வேறு படலாம்.

புரதத்தை வளர்சிதை மாற்றமடையச் செய்யும் செல்களிலும் சுவாச ஈவு ஒன்றுக்கும் குறையலாம். இதன் காரணம் புரதம் அமினே அமிலங்களால் ஆனது. அமினே அமிலங்கள் எரிவதற்கு அதிக அளவு O_2 வேண்டியதிருக்கிறது. பொதுவாக அமினே அமிலங்களின் **RQ** தொகை 0·8 இருக்கும். மேற்சொன்ன மூன்று சத்துப்பொருட்களின் அளவைப் பொருத்து அவை வளர்சிதை அடையும் மாற்றத்தின் RQ வேறுபடும். மாவுப்பொருட்கள் அதிகமாக வளர்சிதை மாற்றமடைந்தால் மொத்தத்தில் RQ தொகை அதிகமாக இருக்கும். பொதுவாக மனிதனில் சராசரி யாக 0·825 சுவாச ஈவு என்று கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. மேலும் சுவாச உறுப்பு செல்களில் செல்லின் RQ தொகை ஒன்றுக்கு அதிகமாக இருக்கும்.

5. இரத்த ஓட்டம்

மனித வாழ்க்கையில் போக்குவரத்து இன்றியமையாததாகி விட்டது. மனிதர்களோ அல்லது பொருட்களோ இடம்விட்டு இடம் பெயர்ந்து கொண்டே இருப்பதால்தான் மனித வாழ்க்கை இயங்கிக் கொண்டிருக்கிறது. உயிரிகளின் உடலினுள்ளும் இப்படியொரு போக்குவரத்து நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கிறது. இரத்தம் என்ற திரவத்திசு உடலின் எல்லா பாகங்களிலும் பாய்ந்து இரத்த ஓட்டம் என்ற போக்குவரத்து நடைபெறுவதற்கு உதவியாக இருக்கிறது. இரத்த ஓட்டம் உயிர் செயல்களில் முக்கியமான ஒன்றாகும். செரித்த உணவுப் பொருட்கள், உடலின் எல்லா பாகங்களுக்கும் எடுத்துச் செல்வது இரத்த ஓட்டத்தினால் தான்.

மேலும் திசுக்களுக்கு வேண்டிய ஆக்ஸிஜனையும் இரத்தமே எடுத்துச் செல்கின்றது. செரித்த உணவுப் பொருட்களும் ஆக்ஸிஜனும் தேவைப்பட்ட இடங்களுக்குக் கொண்டு செல்லப் பட்டால்தான் வளர்சிதை மாற்றமும் சுவாசமும் நடைபெறும்.

ஒரு செல் உயிரிகள், குழியுடலிகள், குழிகுடலுடலிகள், சில புழுக்கள் போன்றவற்றில் இரத்த ஓட்டம் இல்லையெனலாம். இதன் காரணம் இவற்றின் உடலிலுள்ள திசுக்கள் நேரடியாக சூழ்நிலையோடு தொடர்பு கொண்டு இருப்பதால்தான். மேலும் இவ் விலங்குகளில் விரிவான உறுப்புக்களோ அல்லது உறுப்பு மண்டலங்களோ அமைந்திருப்பதில்லை. செரித்தல் உடலில் எல்லா அல்லது அதிகமான பாகங்களில் நடைபெறுவதால் திசுக்கள் உணவு செரித்தலுக்கு நேரடியாகத் தொடர்பு கொண் டிருக்கின்றன. அதே போன்று வாயு மண்டலத்திலுள்ள ஆக்ஸிஜனும் செல்களின் வெளி ஜவ்வு வழியாக திசுக்களில் உட்புகுகின்றது. அதனால் ஆக்ஸிஜனை எடுத்துச்செல்லவும்செரித்த உணவுப் பொருட்களை கிரகித்துச் செல்லவும் இரத்த ஓட்டம் தேவையற்றதாகி விடுகின்றது. ஆனால் மேம்பட்ட விலங்குகளில் இவ்வாறான அமைப்பு இல்லை. அதனால் போக்குவரத்து இரத்தம் என்று திசுவால் நடைபெற வேண்டிய அவசியம் ஏற்பட்டுள்ளது.

உயிரிகளில் இரத்த ஓட்டம் நான்கு வகைத் திரவங்களால் நடைபெறுகின்றது. அவை 1. நீர்நிணம் (Hydrolymph), 2. இரத்தநிணம் (Haemo lymph), 3. நிணம் (Lymph) 4. இரத்தம் (Blood) ஆகியவையாகும்.

1. நீர்நிணம் (Hydrolymph) : உருண்டைப் புழுக்களிலும் ரோட்டிஃபெர்களிலும் நீர் நிணத்தால் இரத்த ஓட்டம் நடைபெறுகின்றது. நீர் நிணம் நீர் போன்றுள்ளது. அதில் செரித்த உணவுப் பொருட்கள் கலந்திருக்கும். அதில் கழிவுப் பொருட்களும் கலந்திருப்பதால், நீர் நிணத்திற்கு கழிவுப் பொருட்களைக் கழிவு நீக்க உறுப்புக்களுக்குக் கொண்டு செல்லும் வேலையும் செய்ய வேண்டியதிருக்கிறது. ஆனல் நீர் நிணம் ஆக்ஸிஜனை எடுத்துச் செல்வதில்லையாதலால் சுவாச வேலை அதற்குக் கிடையாது எனலாம்.

2. இரத்த நிணம் (Hameo Lymph) : இரத்த நிண ஓட்டம் கணுக்காலிகளிலும் மெல்லுடலிகளிலும் காணப்படுகின்றது. நீர் நிணத்தைவிட இரத்த நிணம் அடர்த்தியானது. புரதச் சத்து உடையது இரத்த நிணம் செரித்த உணவுப் பொருட்களை வெவ்வேறு பாகங்களுக்குக் கொண்டு செல்வதற்கும் சுவாச வாயுக்களை (Respiratory gases) கிரகித்தலுக்கும் பயன்படுகிறது.

3. நிணம் (Lymph) : நிணம் அல்லது நிண நீர் எல்லா முதுகெலும்பு விலங்குகளிலும் காணப்படுகின்றது. நிண நீர் இரத்தத் தந்துகிகளுக்கும் செல்களுக்கும் இடையே தொடர்பை ஏற்படுத்துகின்றது. நீர் அழுத்தத்தாலும் ஊடு கலப்பு அழுத்தத்தாலும் (அல்லது சவ்வூடு அழுத்தம்-Osmotic pressure) தந்துகிகளிலிருந்தும் திசுக்களிலிருந்தும் நிணநீர் உண்டாகின்றன. நிண நீர் இரத்த சீரம் போன்றதே. ஆனல் இரத்த சீரத்தில் நிணநீரைவிட புரதம் அதிகமாகக் கலந்திருக்கும். தமனியின் தந்துகிகளில் அதைச் சுற்றியுள்ள திசுக்கள், மற்றும் சிரைத் தந்துகிகள் ஆகியவற்றை விட இரத்தஅழுத்தம் அதிகம். அதனல் தந்துகிகளின் மெல்லிய சுவற்றில் உள்ள துவாரங்களின் வழியாக பிளாஸ்மா வெளியேறி விடுகின்றது. இதுவே நிணநீராக நிணநீர் குழாய்களில் ஓடுகின்றது. மேலும் நிணநீர் குழாய்கள், தமனி தந்துகிகளுக்கும் சிரை தந்துகிகளுக்கும் தொடர்பு ஏற்படுத்துகின்றன.

நிண நீர் ஓட்டத்தில் சில நிணநீர் சுரப்பிகளும் (Lymph node or gland) உள்ளன. மண்ணீரல் ஒரு பெரிய நிணநீர் சுரப்பி

யாகும். நிணநீர் சுரப்பிகள், நிணநீர் அணுக்களை (Lyphocytes) உற்பத்தி பண்ணுகின்றன. நிணநீர், இச்சுரப்பிகளைக் கடந்து செல்லும் பொழுது நிணநீர் ஓட்டத்தோடு அணுக்கள் ஒன்று சேர்ந்து விடுகின்றன. மேலும் நிணநீர் சுரப்பிகளில் விழுங்கு செல்கள் அல்லது கழிவு உண்ணிகள் [Phagocytes) உள்ளன. இவை நிணநீருடன் கலக்கும் தேவையற்ற பொருட்களை விழுங்கி விடுகின்றன. நிணநீரில் இரத்தத்துகள்கள் (Blood platelets) இல்லாததால் அது சீக்கிரமாக உறைவதில்லை. விழுங்கு சுரப்பிகள் போன்றவை அதிகமாகக் காணப்படுவதால் இரத்த பிளாஸ்மாவை விட நிணநீர் அசுத்தமுடையதாக இருக்கும்.

4. **இரத்தம்** (Blood): இரத்தம் அல்லது குருதி சிவப்பு நிறமுடையது. பரிணும வளர்ச்சியடைந்த விலங்குகளில் இரத்தமே போக்குவரத்துச் சாதனமாகப் பயன்படுகிறது. மனித உடலினுள் சராசரி 6 லிட்டர் இரத்தம் உள்ளது. இதில் சோடியம் உப்புகள் இருப்பதால் உப்புச் சுவை கொண்டிருக்கிறது. அதனல் இரத்தத்தைப் பற்றி சிறிது விரிவாக ஆராய முயலுவோம்.

இரத்தத்தின் அமைப்பு

இரத்தத்தில் முக்கிய பாகப் பொருளாக இருப்பது 'பிளாஸ்மா' (Plasma) என்ற திரவப்பொருளாகும். இத் திரவப் பொருளில் பல திடப்பொருட்களும் கலந்திருக்கின்றன. திடப் பொருட்களில் முக்கியமானவை அணுக்களாகும் (Corpuscles). மனித இரத்தத்தில் மூன்றில் இரண்டு பாகம் பிளாஸ்மாவும், ஒரு பாகம் அணுக்களுமாகும். அணுக்களில் மூன்று வகை உண்டு. அவை சிவப்பு இரத்த அணுக்கள் (Red Blood Corpuscles—(R.B.C.) or Erythrocytes), வெள்ளை இரத்த அணுக்கள் (White Blood Corpuscles—(W.B.C.) இரத்தத் துகள்கள் (Blood Platelets) முதலியன. வெள்ளை இரத்த அணுக்களில் நிணநீர் அணுக்களும் அடங்கும்.

பிளாஸ்மா : இது இரத்தத்தில் உள்ள திரவப் பொருள் பிளாஸ்மாவில் 90 சதவிகிதம் நீர் கலந்திருக்கிறது. வைக்கோல் நிறம் கொண்டது. கரிம அல்லது அங்ககப் பொருட்களான புரதம், மாவுப் பொருட்கள், கொழுப்பு ஆகியவை பிளாஸ்மாவின் பாகப் பொருட்கள். அங்ககப் பொருட்களில் புரதம்தான் அதிகம் கலந்திருக்கும். (6 to 8%)**ஃபைபிரிநோஜன், சீரம் ஆல்புமின், சீரம் குளோபுலின்** (Fibrinogen, Serum Albumin, Serum Globulin) ஆகியவை புரதத்தின் வகைகளாகும். மாவுப் பொருட்கள் மிகவும் குறைவாகக் கலந்திருக்கும். மாவுப் பொருட்களில் குளுக் கோஸ் 0·1 சத விதம்தான் கலந்திருப்பதாகக் கணக்கிடப்பட்டுள் ளது. இந்த அளவானது சூழ்நிலையைப் பொருத்து சிறிது கூடவோ

அல்லது குறையவோ செய்யலாம். (நோயுற்ற காலங்களில் 0·25% இருப்பதாகவும் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது.) சர்க்கரை சாப்பிட்ட பின் இரத்தத்தைப் பரிசோதித்துப் பார்த்தால் சர்க்கரை அதிக அளவில் கலந்திருக்கக் காணலாம். மற்றும் சில மாவுப் பொருட்களும் மிகவும் குறைவான அளவில் கலந்திருக்கலாம் உண்மையான கொழுப்பு 0·2% அளவில் கலந்திருக்கும். கோலஸ்டீரால், எஸ்டெர் லெசித்தின், செஃபாலின் போன்ற லிப்பிடுகள் (கொழுப்புகள்) 0·3% அளவில் கலந்திருக்கும்.

அனங்கக உப்புகள் பிளாஸ்மாவில் 0·85% உண்டு. குளோரைடுகள் கார்பனேட்டுகள், பாஸ்பேட்டுகள் போன்றவை முக்கிய அனங்கக உப்புகளாகும். கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணை மனித இரத்தத்தில் அனங்கக உப்புகளின் சதவிகிதத்தைக் காட்டுகின்றது.

உப்புகள்	சதவிகிதம்
குளோரைடுகள்	0·35
சல்பேட்டுகள்	0·013
பாஸ்பேட்டுகள்	0·015
பொட்டாசியம்	0·031
சோடியம்	0·34
கால்சியம் பாஸ்பேட்	0·03
மக்னீசியம் பாஸ்பேட்	0·022
இரும்பு, சிலிக்கா, மற்றவை.	0·022

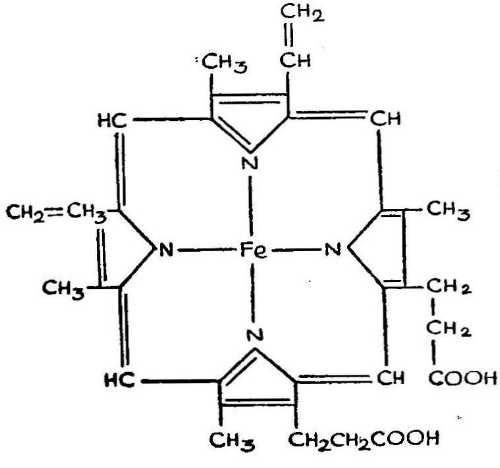
மேற்சொன்ன அளவுகள் சூழ்நிலையைப் பொறுத்து சிறிது வேறுபடலாம். கழிவுப் பொருட்களாக யூரியா, யூரிக் அமிலம், கிரியேட்டின் (Creatine), கிரியேட்டினின் (Creatnine), கிளைக்குரோணிக் அமிலம் (Glycuronic Acid) போன்றவையும், சிறிய அளவில் கலந்து இருக்கும். இவற்றின் அளவு சழிவு நீக்க உறுப்புக்களில் அதிகமாக இருக்கும். ஆக்ஸிஜன், கரியமிலவாயு, நைட்ரஜன் மற்றும் சிறுகுடலிலிருந்து வெளியாகும் வாயுக்களும், பிளாஸ்மாவில் கலந்திருக்கும். லிப்பேஸ், காட்டலேஸ் (Catalase) போன்ற நொதிகளும், சிறிய அளவில் கலந்திருக்கும். ஹார்மோன்களும், உயிர் எதிர்ப்பொருட்களும் பிளாஸ்மாவில் கலந்திருக்கும்

இரத்த சிவப்பு அணுக்கள்

வெள்ளை அணுக்களை விட சிவப்பு அணுக்களே அதிகம். ஒரு கன மி.மீட்டர் இரத்தத்தில் 5லிருந்து 5½ மில்லியன் சிவப்பு அணுக்கள் இருக்கின்றன என்று கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. பெண்களின் இரத்தத்தில் சுமார் ½ மில்லியன் சிவப்பு அணுக்கள் குறை

வாகவே இருக்கிறது. சிவப்பு அணுக்கள் வட்டவடிவம் உடையன. இரண்டு பக்கமும் குழி விழுந்து தட்டையாக இருக்கும். இளம் மஞ்சள் நிறமுடையன. ஆனால் கூட்டமாக இருக்கும் பொழுது சிவப்பு நிறத்தில் தோன்றும். சிவப்பு அணுவின் குறுக்களவு சுமார் 0·0003 அங்குலம். மீன்கள், தவளை, ஊர்வன போன்றவற்றின் இரத்தத்திலுள்ள சிவப்பு அணுக்களில் உட்கரு காணப்படுகின்றது. ஆனால் மனித சிவப்பு அணுக்களில் உட்கரு இல்லை. ஆனால் சிவபபு அணுக்கள் புதிதாக உண்டாகும் பொழுது அவற்றில் உட்கரு காணப்படுகின்றது. அதன் பிறகு சிறிது சிறிதாக உட்கரு தேய்ந்து விடுகின்றது.

சிவப்பு அணுவைச் சுற்றி ஒரு மெல்லிய சவ்வு இருக்கின்றது. இது லெசித்தின், கோலஸ்டீரால் என்ற இரு பொருட்களாலானது. சிவப்பு அணுவில் இழுப்புத் தன்மையுடைய பஞ்சு போன்ற ஒரு பொருள் உண்டு. இது வலை போன்று பின்னிக் கொண்டிருக்கும். இது ஸ்ட்ரோமா (Stroma) என்றழைக்கப்படும். இதனுள் ஹிமோகுளோபின் என்ற சிவப்பு நிறத்துகள்கள் காணப்படுகின்றன. இத்துகள் தான் இரத்தத்திற்கு சிவப்பு நிறம் கொடுக்கிறது. ஹிமோகுளோபின் ஒரு புரத கூட்டுப் பொருளாகும் (சேர்மம்). அதை நீராற்பகுக்கும் பொழுது (Hydrolysis) குளோபின் என்ற புரதமாகவும் ஹீம் அல்லது ஹிமாட்டீன் (Haem or Haematin) என்ற புரதம் அல்லாத துகள்களாகவும் பிரிகின்றது. ஹிமாட்டீன் ஆல்கஹாலில் துரிதமாகக் கரையும் இயல்புடையது. அதனால் ஹிமோகுளோபினில் இருந்து



ஹீமோகுளோபின்
$C_{34}H_{34}N_4FeO_5$

ஹிமாட்டினை தனியாகப் பிரித்து எடுப்பது மிகவும் எளிதாகும். ஹிமோகுளோபின் ஒரு இரும்புச் சேர்மம். ஃபிஷர், செலி (Fisher Zeile) என்ற இரு ஆராய்ச்சியாளர்கள் ஹிமோகுளோபினின் அமைப்பை அறிய முயன்றனர்கள். அது நான்கு நைட்ரஜன் அணுக்களை உடையது. அவை ஹிமோகுளோபின் மூலக்கூற்றில் (அணுத்திரள்-Molecule) பைரோல் போன்ற அமைப்புடன் சேர்க்கப்பட்டிருக்கின்றன.

இதன் அமைப்பு சில தாவர நிறமிகள் போன்று காணப்படுகின்றது.

ஹிமோகுளோபின் ஆக்ஸிஜனைக் கிரகித்துக் கொள்வதுமன்றி, கார்பன்மோனாக்சைடு போன்ற வாயுவுடன் சேரவும் செய்கின்றது. அது கார்பன் மோனாக்சைடுடன் சேருவதால் கார்பானில் ஹிமோகுளோபின் (Carbonyl Haemoglobin) என்ற சேர்மம் உண்டாகின்றது. ஹிமோகுளோபினின் இந்த பண்பானது அதனுடன் ஆக்ஸிஜன் சேருவதை குறைத்து விடுகிறது, ஹிமோகுளோபின் நைட்ரிக் அமிலத்துடனும் சேருவதுண்டு. அது ஆக்ஸிஜனுடன் சேர்ந்து ஆக்ஸி-ஹிமோகுளோபின் (Oxyhaemoglobin) ஆகின்றது. ஆக்ஸி–ஹிமோகுளோபின் திசுக்களை அடையும்போது ஆக்ஸிஜனை விட்டு விடுகிறது. அதாவது ஆக்ஸி-ஹிமோகுளோபின் ஆக்ஸிஜனாகவும், குளோபினாகவும் பிரிந்து விடுகின்றது. திசுக்கள் ஆக்ஸிஜனை எடுத்துக் கொள்கின்றன,

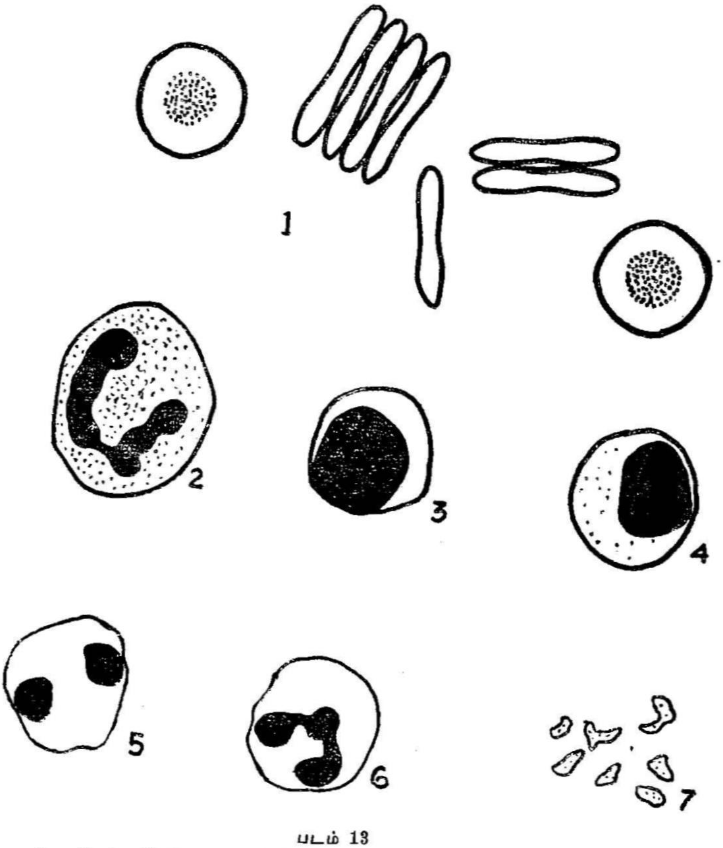
இரத்த சிவப்பு அணுக்கள் விலா எலும்புகள், முள்ளெலும்புகள் ஆகியவற்றின் மஞ்ஞையில் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. அவை இரத்த ஓட்டத்தில் கலந்து 90லிருந்து 125நாட்கள் வரை சக்தியுடையனவாக இருக்கின்றன. சக்தியற்ற சிவப்பு அணுக்கள் துகள்களாகி பிளாஸ்மாவிலேயே காணப்படுகின்றன. பிறகு விழுங்கு செல்கள் (அல்லது கழிவு உண்ணிகள்) துகள்களை விழுங்கி கல்லீரல், மண்ணீரல் போன்ற சுரப்பிகளுக்குக் கொண்டு செல்லுகின்றன. கல்லீரலிலும், மண்ணீரலிலும் சக்தியற்ற சிவப்பு அணுக்கள் அழிக்கப்படும். சிவப்பு அணுக்கள் கல்லீரலில் அழிக்கப்படும் பொழுது அவை பிலிருபின், பிலிவெர்டின் (Bilirubin, Biliverdin) என்றபொருட்களாக மாறுகின்றன. இவை தான் பித்தநீரில் நிறத் தோற்றத்திற்குக் காரணமாகின்றன, கல்லீரலில் சேமித்து வைக்கப்படும் இரும்பு சிவப்பு அணுக்கள் உற்பத்தி ஆவதற்குத் தான் பயன்படுகின்றது.

இரத்த வெள்ளை அணுக்கள்

இரத்த வெள்ளை அணுக்கள் பலவகையான அமைப்புகள் கொண்டவை. அவற்றைப் பல்வகையாக ஆராய்ச்சியாளர்கள்

வகைப்படுத்தினலும் ஏர்லிச்(Ehrlich) என்ற அறிவியலாளரின் வகைபாடே சிறந்து விளங்குகின்றது. அவர் வெள்ளை அணுக்களை இரண்டு வகையாகப்பிரித்துள்ளார். அவை நிண அணுக்கள் (Lymphocytes) வெள்ளை அணுக்கள் (Leucocytes) ஆகியவை யாகும்.

நிண அணுக்கள்: இவை பல உருவமுடையன என்றாலும் பொதுவாக உருண்டைவடிவான அணுக்களே அதிகமாக இருக்கும். இடப்பெயர்ச்சிசெய்யும் தன்மை இல்லா விட்டாலும் வடி



படம் 13

1. இரத்த சிவப்பு அணுக்கள்: முன்தோற்றமும் பக்க தோற்றமும். பக்க தோற்றத்தில் பல அணுக்கள் சேர்ந்திருப்பதாகக் காட்டப்பட்டுள்ளது,

வத்தை மாற்றிக்கொள்ளும் பண்பு பெற்றிருக்கின்றன. ஒவ்வொரு நிணா அணுவிலும் ஒரு உட்கருதான் உண்டு. சிறிய நிணா அணு சிவப்பு அணுவின் அளவினைப் போன்றுதான் இருக்கும்.

வெள்ளை அணுக்கள்: இவையே உண்மையான இரத்த வெள்ளையணுக்களாகும். கிரானுலோசைட்டு (Granulocytes) அல்லது துகள் அணுக்கள் என்றும் சொல்வதுண்டு. ஒவ்வொரு வெள்ளை அணுக்களிலும் உட்கருமத்தியில் பெரியதாக இருக்கும். உட்கருக்கள் வடிவத்தில் வேறு படக்கூடியன. உட்கருவைச் சுற்றி சைட்டோபிளாசம் துகள்களைக் கொண்டது. வெள்ளை அணுக்கள் சிவப்பு அணுக்களை விட பெரியதாக இருக்கும் (படம் 13)

வெள்ளை அணுக்களில் சிலவகை பல உட்கருக்களை கொண்டவை (Polymor phonuclear leucocytes). வெள்ளை அணுக்களில் 70 சதவீதம் இவ்வகை அணுக்களே. இவை அதிகத் துடிப்புடையன. விரைந்து செல்லும் தன்மையுடையன. ஒவ்வொன்றிலும் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட உட்கருக்கள் இருக்கும். அல்லது ஒரு உட்கரு பல பாகங்களாகப் (மடல்களாகப்) பிரிந்திருக்கும். உட்கருக்கள் பல காணப்பட்டால் அவை மெல்லிய இழைகளால் இணைக்கப் பட்டிருக்கும். இவற்றில் இரண்டு வகையான அணுக்கள் உள்ளன.

நியூட்ரோஃபில் (Neutrophils): இவ்வணுக்களின் சைட்டோபிளாசத் துகள்கள் அமிலம், காரம் இரண்டும் கலந்த வேதியச் சாயங்களுடன் (Acid, Basic Dyes) குறைவாக நிறத்தை எடுத்துக் கொள்ளும்.

ஈசனோஃபில் (Eosinophils or Acidophils): இந்த அணுக்கள் அமிலம் சார்ந்த அணுக்களுடன் சேர்ந்து நிறத்தைக் கிரகிக்கும் தன்மையுடையன. இவை இரத்தத்தில் வெள்ளை அணுக்களின் மொத்தத்தில் 2 லிருந்து 4 சதவீதம் தான் உள்ளன. இவ்வணுக்களின் எண்ணிக்கை குறைவதாலும் அதிகரிப்பதாலும் சிலநோய்கள் உண்டாகின்றன என்று ஆய்வுகள் கூறுகின்றன. அதனால் ஈசனோஃபில் அணுக்களின் எண்ணிக்கை சில நோய்களைக் கண்டறிவதற்கும் பயன்படுகின்றது.

பேசோஃபில் (Basobhils) என்ற மற்றொரு வகை இரத்த வெள்ளை அணுக்களின் துகள்கள் கார சாயங்களுடன் சேர்ந்து நிறம் பெறுகின்றன. பேசோஃபில் மொத்த வெள்ளை அணுக்களில் ஒரு சதவிகிதம்தான் காணப்படும். மானோசிஸ்டுகள் (Monocysts) என்ற வெள்ளை அணுக்கள் இரண்டிலிருந்து 10 சதவிகிதம்

வரை காணப்படுகின்றன. இந்த வெள்ளை அணுக்களில் ஒரு உட்கருதான் என்றாலும் அது மடிந்து இரண்டு மடல்களாக (Lobe) இருக்கும். சைட்டோபிளாசத் துகள்கள் தெளிவற்றுக் காணப் படும். அவை நடுநிலைச் சாயங்களுடன் (Neutral Dyes) சேர்ந்து வண்ணமுடன் திகழும். மேற்சொன்ன இரத்த அணுக்களை அடையாளங் கண்டு எண்ணுவது தகுந்த தேர்ச்சி பெற்ற அல்லது அனுபவம் வாய்ந்த வல்லுனர்களாலேயே முடியும்.

இரத்த வெள்ளையணுக்களின் எண்ணிக்கை காலநிலையைப் பொருத்து வேறுபடலாம். எடுத்துக்காட்டாக குளிர்காலங் களிலோ அல்லது குளிர்ந்த நீரில் அதிக நேரம் குளித்தாலோ இரத்த வெள்ளை அணுக்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கக் காண லாம். நன்றாகச் சாப்பிட்ட பின்னும் தேகப் பயிற்சிக்குப் பிறகும் இரத்தவெள்ளை அணுக்களின் எண்ணிக்கை அதிகமாகும். ஆனா லும் அணுக்களின் எண்ணிக்கை சுமார் 4000 லிருந்து 9000 வரை வேறுபடும். இதற்கு மேலும் அதாவது 9000 க்கு மேலும் இரத்த வெள்ளையணுக்களின் எண்ணிக்கை இருந்தால் சில நோய்களின் காரணம் என்று அறியலாம்.

பெண்களுக்குப் பிரசவ காலங்களில் இரத்த வெள்ளையணுக் களின் எண்ணிக்கை வேறுபடுகிறது என்று அறிந்திருக் கின்றனர்.

இரத்த வெள்ளையணுக்களின் வேலைகள்

பல உட்கரு கொண்ட அணுக்கள் பாக்டீரியா போன்ற தேவையற்ற உயிரிகள் இருந்தால் விழுங்கிவிடுகின்றன. அதனால் நோய்கள் உண்டாக்கும் பாக்டீரியாக்கள் இவ்வகை அணுக்களில் அதிகம் காணப்பபடுகின்றன. வீக்கம் அடைந்த இடங்களிலும் தசை கெட்டு சீழ்வழியும் இடங்களிலும் இவ்வகை வெள்ளை அணுக்கள் அதிகமாகக் காணப்படும். வெள்ளை அணுக்கள் இரத்த ஓட்டத்திலிருந்தும் பாதிக்கப்பட்ட இடங்களுக்குச் செல்கின்றன. அவை இரத்தத் தந்துகிகளில் இரத்தத்துடன் காணப்படும் பொழுது தந்துகிகளில் சுவர்களின் துளை செய்து இரத்த ஓட்டத் திலிருந்தும் வெளியேறிபாதிக்கப்பட்ட இடத்தை அடைகின்றன. இவ்வாறு வெள்ளையணுக்கள் தந்துகிகளிலிருந்து வெளியேறிச் செல்வதை டையபெடசிஸ் (Diapedesis) என்று சொல்வதுண்டு. வெள்ளையணுக்கள் பாக்டீரியாக்களை விழுங்குவதால் அவை விழுங்குசெல்கள் (Phagocytes) என்றும் அழைக்கப்படும். வெள்ளை யணுக்களுக்கும் பாக்டீரியாக்களும் உண்மையில் சண்டை நடை பெறுகின்றது. இப்போட்டியில் வெள்ளையணுக்கள் வெற்றி பெற்றால் உடல் நோயிலிருந்து பாதுகாக்கப்படுகின்றது.

சில வெள்ளையணுக்கள் பாக்டீரியாக்களோடு போட்டியிட முடியாமல் இறந்துவிடுகின்றன. இறந்த வெள்ளையணுக்கள் கெட்டுப் போன திசுக்களுடன் (சீழ்) சேர்ந்து வெளியேற்றப்படுகின்றன.

வெள்ளையணுக்கள் சிறுகுடலில் செரித்த கொழுப்புப் பொருட்களை உறிஞ்சும் சக்தி பெற்றிருக்கின்றன.

வெள்ளையணுக்கள் நார்புரதம் (Fibrinogen) தயார் செய்வதற்கும் பயன்படுகின்றன. அதிகமான நார்புரதம் இரத்தத்திலிருந்து வெளியேறியபின், திரும்பவும் அது வெள்ளையணுக்களால்தான் உண்டாக்கப்படுகிறது. வெள்ளையணுக்கள் அதிகமாக இருந்தால்தான் செலவாகிய நார்புரதம் திரும்பவும் தயார் செய்ய முடியும் என்று பல ஆராய்ச்சியாளர்கள் கண்டு பிடித்திருக்கிறார்கள்.

இரத்தத் துகள்கள் (Blood Platelets—Thrombocytes)

இரத்தத் துகள்கள் வட்டமாக அல்லது உருவமற்று இருக்கும். ஒரு மில்லிமீட்டர் கன அளவில் சுமார் 2,50,000 இரத்தத் துகள்கள் இருப்பதாகக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. சிவப்பு அணுக்களைவிடச் சிறியவை. இவை இரத்தம் வெளிப்படும் பொழுது அழிந்துவிடுகின்றன. இரத்தம் உறைவதற்கும் மிகுந்த துணை புரிகின்றன. இரத்த நாளங்களில் சிறிய காயத்தினால் துளைகள் விழுந்தால் இவை சென்று அடைத்துவிடுகின்றன.

இரத்தத்தின் வேலைகள்

1. இரத்தம் சுவாச வாயுக்களை எடுத்துச் செல்கின்றது. இரத்தத்திலுள்ள சிவப்பு அணுக்கள் ஆக்ஸிஜனைக் கிரகித்து திசுக்களுக்கு எடுத்துச் செல்கின்றன. சிவப்பு அணுக்களிலுள்ள ஹிமோகுளோபினுக்கு ஆக்ஸிஜனைக் கிரகித்துக்கொள்ளும் சக்தி உண்டு. சுவாச உறுப்பான நுரையீரலில் ஹிமோகுளோபின் ஆக்ஸிஜனை எடுத்துக் கொண்டு ஆக்ஸிஹிமோகுளோபினாகிறது. இரத்த ஓட்டம் ஒவ்வொரு திசுவையும் கடந்து செல்லும்பொழுது அங்கு ஆக்ஸிஜன் தேவைப்பட்டால் ஹிமோகுளோபினிலுள்ள ஆக்ஸிஜன் திசுவுக்குச் சென்றுவிடுகிறது. திசுவிலுள்ள கரியமில வாயுவை ஹிமோகுளோபின் திரும்பவும் எடுத்துக் கொண்டு நுரையீரலுக்கு வருகின்றது. நுரையீரலில் திரும்பவும் வாயு பரிமாற்றம் நடைபெறுகின்றது.

2. இரத்தப் பிளாஸ்மா செரித்த உணவுப் பொருட்களைத் தேவையான இடங்களுக்கு எடுத்துச் செல்கின்றது. செரித்த

உணவுப் பொருட்கள் குடல் உறிஞ்சிகள் மூலமாக சிறுகுடலில் இரத்த ஓட்டத்தில் இடம் பெறுகின்றன. இரத்தம் வெவ்வேறு இடங்களுக்குச் செல்லும் பொழுது தேவையான இடங்களில் செரித்த உணவுப் பொருட்கள் எடுத்துக்கொள்ளப்படுகின்றன.

3. கழிவுப் பொருட்களை இரத்தம் எடுத்துக்கொண்டு அவற்றைக் கழிவுநீக்க உறுப்புக்களுக்கு எடுத்துச்செல்லுகின்றது. புரதங்கள் வளர்சிதை மாற்றம் அடையும் பொழுது செல்களில் கழிவுப் பொருட்கள் உண்டாகின்றன. கழிவுப் பொருட்கள் இரத்த பிளாஸ்மாவில் கரைகின்றன. பிளாஸ்மா கழிவு நீக்க உறுப்புக்களான தோலுக்கும் சிறு நீரகங்களுக்கும் கொண்டு செல்லுகின்றது. தோலில் கழிவுப் பொருட்கள் வியர்வையாக வும், சிறு நீரகங்களில் யூரியா போன்ற கழிவுப் பொருட்கள் சிறு நீராகவும் அதனுடன் கலந்த உப்புக்களாகவும் வெளியேற்றப் படுகின்றன.

4. சுரப்பிகளுக்கு வேண்டிய சத்துப்பொருட்களையும், உப்பு களையும் இரத்தம் தான் கொண்டு செல்லுகின்றது.

5. சில நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் ஹார்மோன்களை இரத்தத் தில் நேரடியாகச் சுரக்கின்றன. இந்த ஹார்மோன்களைத் தேவை யுள்ள அல்லது பயன்படும் உறுப்புக்களுக்கோ, சுரப்பிகளுக்கோ கொண்டு செல்வது இரத்த ஓட்டம் தான்.

6. இரத்த பிளாஸ்மா எல்லா திசுக்களையும் அடைவதால் திசுக்களுக்கு வேண்டிய நீரைக் கொடுப்பதும் இரத்த ஓட்டமே. நீர் அதிகமாக உள்ள திசுக்களிலிருந்து நீரைப் பெற்றுப் கொண்டும், குறைவாக உள்ள திசுக்களில் நீரைக்கொடுத்தும் வருவதால் திசுக்களில் நீரின் அளவை ஒழுங்காக்கிச் செல்லு கின்றது என்றும் சொல்லலாம். மேலும் திசுக்களை ஈரமாக்கி எப்பொழுதும் பதமுள்ளதாகவும் வேலை செய்யும் திறன் கொண்ட தாகவும் ஆக்குகின்றது.

7. இரத்த ஓட்டத்தினால் உடலின் தட்ப வெப்ப நிலை ஒரே சீராகின்றது. நமது உடலின் சில உறுப்புக்களில் வெப்பம் கூடு தலாக வெளிப்படலாம். உதாரணமாக கல்லீரல், இரைப்பை போன்ற உறுப்புக்களில் வெப்பம் கூடுதலாக உண்டாகும். இவ்வாறு கூடுதலாக உண்டாகும் வெப்பத்தை இரத்த பிளாஸ்மா உறிஞ்சிக் கொள்கிறது. அது இரத்த ஓட்டத்தோடு செல்லும் பொழுது தோலில் மிகுதியான வெப்பத்தை வெளியிடுகின்றது. இதனால் வெப்பம் உடல் முழுவதும் ஒரே சீராக்கப்படுகின்றது.

நிலையான தட்ப வெப்ப நிலையைப் பாதுகாப்பதும் இரத்த ஓட்டமே.

8. இரத்தம் உயிர் எதிர்ப்பு சக்திகளையும், நச்சு எதிர்ப்பு சக்திகளையும் (Antitoxins) உற்பத்தி செய்கின்றது.

9. இரத்தம் இரத்தக் குழாய்களிலிருந்து கசிவதால் உண்டானதே நிணநீர். நிணநீரில் சிவப்பு அணுக்கள் கிடையாது. தந்துகிகளிலிருந்தும் வெள்ளையணுக்கள் விடுதலை பெற்று நிணநீருடன் கலந்து விடுகின்றன. இதனால் நிணநீர் இரத்த நிணநீர் தந்துகிகளுக்கும், திசுக்களுக்கும் ஊடுபொருளாக வேலை செய்கின்றது.

10. வெள்ளையணுக்கள் நோய் கொடுக்கும் பாக்டீரியாக்களை விழுங்கிக் கொள்கின்றன. அவற்றுடன் சண்டையிட்டு அவற்றை எதிர்த்துப் போரிடுகின்றன. போரிடுவதால் நோய்கள் வருவது தவிர்க்கப்படுகின்றது. சில வெள்ளையணுக்கள் போரிட்டு உயிர் துறக்கின்றன.

11. இரத்தத் துகள்கள் இரத்தம் உறைவதற்கு உதவி செய்கின்றன. நார் புரதங்களால் ஏற்பட்ட வலைப்பின்னல்களின் துளைகளில் துகள்கள் சென்று அடைத்துக் கொள்கின்றன. இதனால் இரத்தம் வரும் வழியானது தடைப்படுகின்றது. இரத்தம் வீணாவதும் தடுக்கப்படுகின்றது. இரத்தம் உறைவது மிகவும் அவசியமாகும். இரத்தம் உறைவதற்கு இரத்தத் துகள்கள் உதவி செய்கின்றன.

இரத்தம் உறைதல் (Coagulation)

இரத்தம் உறைவது இரத்தத்தின் முக்கிய பண்பாகும். ஒரு சிறிய காயம் பட்டாலும் அதன் வழியாக இரத்தம் அதிகமான அளவு வெளியாகும். இதைத் தடுத்து நிறுத்த இரத்தம் உறைய வேண்டும். அதனால் இரத்தம் உறைய வேண்டியது ஒரு முக்கியத் தேவையாகும். சிலருக்கு இரத்தம் உறைவதில்லை. அதனால் சிறு காயம் ஏற்பட்டாலும் இரத்தம் வெளியாகிக் கொண்டேயிருக்கும். இரத்தம் வெளியேறுவதால், இரத்தம் குறைந்து உயிர் வாழ்வதற்கு முடியாமல் போய்விடலாம். இரத்தம் உறையாதிருப்பது ஒரு நோயாகும். இந்த நோயை இரத்தப் போக்கு(Hemophilia) என்று சொல்வதுண்டு. இரத்தப் போக்கு நோய் பாரம்பரியத் தன்மை கொண்டது.

இரத்தம் உறைவது ஃபைபிரின் (Fibrin) அல்லது நார் என்னும் புரதத்தால் நடைபெறுகின்றது. இரத்தத்தை ஒரு

பீக்கரில் எடுத்து சிறிது நேரம் கழித்துக் கவனித்தால் அது உறைந்து காணப்படும். இது எவ்வாறு நடை பெறுகின்றது? ஃபைபிரின் அல்லது நார் புரதம் நுண்ணிய படிகங்களாக மாறுகின்றது. இந்தப் படிகங்கள் வலைபின்னியது போல் இருக்கும். நார் புரத பின்னலில் இரத்தத் துகள்களும் அணுக்களும் சிறைபட்டு விடுகின்றன. அதனால் இரத்தத்தில் நார்புரதமும் இரத்த அணுக்களும் உறைதலின் போது ஒன்று சேர்வதால் பிளாஸ்மா மட்டும் மஞ்சள் நிற திரவமாகத் தனித்து இருக்கும்.

இரத்தம் உறைவது பற்றி ஹோவெல் (Howell) பல பரிசோதனைகள் செய்துள்ளார். பின் வந்த ஆராய்ச்சியாளர்களான லோயெப் (Loeb), கிளார்க் (Clark), இருவரும் ஹோவெல்லின் கருத்துக்களை ஏற்றுக் கொண்டிருக்கிறார்கள். ஆனால் இரத்தம் எப்படி உறைகின்றது என்பது பற்றி பல ஆராய்ச்சியாளர்கள் வெவ்வேறு கருத்துக் கொண்டிருக்கிறார்கள். கீழே கொடுக்கப்பட்டவை வெவ்வேறு ஆராய்ச்சியாளர்களின் கருத்துக்கள்.

1. **ஹோவெல் நியதி**: ஹோவெல் பாலூட்டிகளின் இரத்தத்தை ஆராயும்பொழுது இரத்தம் உறைதல் இரண்டு நிலைகளில் ஏற்படுகின்றது என்று சொன்னார். முதல் நிலையில் புரோதிராம்பின் என்ற பாஸ்பரஸ் கலந்த கொழுப்புச் சத்திலிருந்து திராம்பின் (Prothrombin and Thrombin) உண்டாகின்றது. இரண்டாவது நிலையில் ஃபைப்பிரிநோஜன் என்ற நார் புரதத்தோடு திராம்பின் சேர்ந்து ஃபைபிரின் என்ற நார் உண்டாகிறது. இரத்தம் உடலிலிருந்து வெளியேறும்போது திசு செல்கள் செஃபாலின் புரதம் (Cephalin Protein) என்ற புரதத்தை உண்டாக்குகின்றன. செஃபாலின் புரதம் உடலிலுள்ள எதிர்ப்புத் திராம்பினை நடுநிலையாக்குகின்றது. அதனால் எதிர்ப்புத் திராம்பின் (Anti Thrombin) கால்சியம் உப்பை புரோதிராம்பினுடன் கலந்து அதைத் திராம்பினாக்க உதவுகிறது. திராம்பின் நார்புரதத்துடன் சேர்ந்து நார் படிகங்களை உண்டாக்குகின்றது.

நடுநிலையாக்கம்
திசுசெல்கள் → செஃபாலின் புரதம் ————→ எதிர்ப்புத் திராம்பின்

புரோதிராம்பின்
+

நார்படிகங்கள் ← நார்புரதம் ← திராம்பின் ← கால்சியம்

இரத்தம் உடலில் உள்ளபோது உறைவதில்லை. இதன் காரணம் உடலில் எதிர்ப்புத் திராம்பின் இருப்பதால்தான்.

எதிர்ப்புத் திராம்பின் இருப்பதால் திராம்போஜன் அல்லது புரோதிராம்பின் இயக்கமற்று அல்லது சக்தியற்று இருக்கின்றது.

2. பெஸ்ட், டெய்லர் நியதி (Best and Taylor's Theory): இவர்களின் கருத்தாவது: புரோத்திராம்பின் கல்லீரலில் உண்டாகி இரத்த ஓட்டத்தில் சிறிய அளவில் இருந்து வருகின்றது. திராம்போ பிளாஸ்டின் (Thrombo Plastin) ஒரு பாஸ்பரஸ் கலந்த கொழுப்புக் கூட்டுப் பொருளாகும். இது திசுக்களில் காணப்படும். இரத்தம் பெருகும்பொழுது திராம்போ பிளாஸ்டின் காயமடைந்த திசுக்களிலிருந்து வெளிவருகின்றது. இது புரோதிராம்பினுடன் கலந்து அதைத்திராம்பினாக்குகின்றது. இந்த மாற்றம் கால்சியம் உப்புகளின் உதவியால் நடைபெறும். இப்பொழுது உண்டான திராம்பின் மிகுந்த சக்தியுடையது. திராம்பின் நார் புரதத்துடன் (கரைதல் திறனுடையது) சேர்ந்து நார்ப் பொருளாக்குகின்றது. நார் புரதம் கரையாதது. மெல்லிய இழைகளாக வலை போன்று பின்னிக் கொண்டிருக்கும். வலைகளின் இடைவெளிகளில் இரத்த அணுக்கள் அகப்பட்டுக் கொள்வதால் உறைதல் முழுவதுமாகின்றது.

புரோதிராம்பின் + கால்சியம் + திராம்போ பிளாஸ்டின் → திராம்பின்

↓

நார்வலை ← நார்புரதம் ←

3. ஃபல்டு, ஸ்பைரோ நியதி (Fuld and Spiro's Theory): இவர்களின் நியதி ஹோவெலின் நியதியைப் போன்று இருந்தாலும் ஒருசில கருத்துக்களில் வேறுபடும். எதிர்ப்புத் திராம்பினை நடுநிலையாக்க செஃபாலின் புரதம் திசு செல்களால் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றது என்று ஹோவெல் சொன்னார். ஃபல்டும், ஸ்பைரோவும் இரத்தம் உறைதலின்போது திராம்போ கினேஸ் என்ற நொதி உண்டாகின்றதென்றும், இந்நொதி புரோதிராம்பினைத் திராம்பினாக்குகிறது என்றும் கூறினார்கள். இக்கொள்கையின் விளக்கப்படி உறைதல் ஏற்படுதலை பல நிலைகளாகக் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளவாறுவரிசைப்படுத்தலாம்.

திராம்போகினேஸ் + கால்சியம் + புரோதிராம்பின் → திராம்பின்

↓

நார்படிகங்கள் ← நார்புரதம் ←

திராம்போகினேஸ் என்ற நொதி இரத்தத் துகள்களில் உண்டா கின்றது என்று ஃபல்டு, ஸ்பைரோ கொள்கை கூறுகின்றது.

இரத்த வகைகள்

இரத்தம் ஒருவரிடமிருந்து மற்றொருவருக்கு கொடுக்கப்படு வது வழக்கம். நோயுண்டவரோ காயமுற்றவரோ இரத்தக் குறை வினால் அவதியுற்றால் அவருக்கு மற்றவர்களிடமிருந்து இரத் தம் செலுத்துவது மருத்துவத் துறையில் முக்கியமானதொன்று கும். இவ்வாறு செலுத்துகையில் சிலருடைய இரத்தம் நோயுற்ற வருக்கு ஏற்றுக் கொள்வதில்லை. அதனால் எல்லா மனிதர்களின் இரத்தமும் ஒன்று போல் இருப்பதில்லையென்று அறியலாம். அறி வியலாளர்கள் மனித இரத்தத்தை நான்கு வகைகளாகப் பிரித் திருக்கிறார்கள். அவை: A, B, AB, O ஆகியவையாகும். இரத்தம் வகைப்படுவதன் காரணம் இரத்தத்தில் சிவப்பு அணுக்களும் பிளாஸ்மாவும் வேறுபடுதலாகும். இரத்தசிவப்பு அணுக்கள் இரு வகை ஒட்டு அணுக்களாக (Agglutinogen) வேறுபடுகின்றன. பிளாஸ்மாவும் இரண்டு வகை ஒட்டு பிளாஸ்மாவாக (Agglutinin) வேறுபடுகின்றது. இரண்டு வகை ஒட்டுஅணுக் களும் முறையே A, B என்றும், இரண்டுவகை ஒட்டுப் பிளாஸ்மாக் களும் முறையே a, b என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. **A** வகை ஒட்டு அணுக்கள் (Agglutinogen or antigen) **A**. வகை இரத்தத் தில் காணப்பெறும். அவை பிளாஸ்மாவில் '**b**' வகை ஒட்டு பிளாஸ்மாவை உண்டாக்கும். (**Agglutinin orAnti boby**) **B** வகை இரத்தத்தில் **B** வகை ஒட்டு அணுக்கள் உள்ளன. இவை **a** என்ற ஒட்டு பிளாஸ்மாவை உண்டாக்கும். **AB** வகை இரத்தம் **A, B** என்ற இரு வகை ஒட்டுஅணுக்களையும் கொண்டது. அவைஒட்டுப் பிளாஸ்மாவை உண்டாக்குவதில்லை. நான்காவது வகையான **O** வகை இரத்தத்தில் சிவப்பு அணுக்கள் ஒட்டுவகையைச் சார்ந்ததில்லை. ஆனால் அதில் a, b வகை ஒட்டுபிளாஸ்மா காணப்படும். கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணை நான்கு வகை இரத்தத்தினையும் ஒட்டுதல் உண்டாக்கும் சிவப்புஅணுக் களையும்காட்டும்.

வகை	ஒட்டுதல் உண்டாக்கும் இரத்த சிவப்பு அணுக்கள்
A	A
B	B
AB	A,B இரண்டும்
O	ஒட்டுதல் உண்டாக்கும் இரத்த சிவப்பு அணுக்கள் இல்லை.

வகை	ஒட்டுதல் உண்டாக்கும் பிளாஸ்மா
A	b
B	a
AB	ஒட்டுதல் உண்டாக்கும் பிளாஸ்மா இல்லை
O	a, b இரண்டும்

சுருக்கமாக, 1. A, B, AB வகையின் சிவப்பு அணுக்கள் O வகை பிளாஸ்மாவுடன் சேரும் பொழுது ஒட்டிக் கொள்ளுதல் ஏற்படுகின்றது.

2. B, AB வகையின் சிவப்பு அணுக்கள் A வகை பிளாஸ்மாவுடன் சேரும் பொழுது ஒட்டிக்கொள்ளுதல் ஏற்படுகின்றது.

3. A, AB வகையின் சிவப்பு அணுக்கள் A வகை பிளாஸ்மாவுடன் சேரும் பொழுது ஒட்டிக் கொள்ளுதல் ஏற்படுகின்றது.

மேற்சொன்னவற்றிலிருந்து O வகை இரத்தத்தின் சிவப்பு அணுக்கள் எந்தவகை பிளாஸ்மாவுடனும் ஒட்டிக் கொள்வதில்லை என்று தெரிகிறது. அதனல் O வகை இரத்தத்தை எந்தவகை இரத்தம் உடையவர் உடலிலும் செலுத்தலாம். அதனல் O வகை இரத்தம் உடையவர்கள் **பொது புரவலர்கள்** (Universal donors) என்று சொல்லப்படுவார்கள். அது போன்று A, B வகை இரத்தத்தின்பிளாஸ்மா எந்தவகை இரத்த சிவப்புஅணுக்களுடன் சேர்ந்தாலும் ஒட்டிக் கொள்வதில்லை; அதனல் AB இரத்தம் உள்ளவர்கள் எந்தவகை இரத்தம் உடையவர்களிடமிருந்தும் இரத்தம் பெற்றுக் கொள்ளலாம். அதனல் AB இரத்தம் உள்ளவர்கள் **பொதுப் பெறுநர்கள்** (Universal recipients) என்று சொல்லப்படுவார்கள்.

Rh இரத்த வகை: இன்னும் பல முறைகளாலும் இரத்தத்தை வகைப்படுத்துகிறுர்கள். அவை 1. Rh., 2. M.N.S., 3. P., 4. லூத்தரன்., 5. செல், 6. லூயிஸ்., 7., டஃபி., 8. கிட் ஆகியவை. இவற்றில் முதலில் சொன்ன Rh. முக்கியமானதாகும்.

1940ல் லாண்ஸ்டீனர், வீனர் (Landsteiner, Weiner) என்ற இரு அறிவியலாளர்களும் ரீசஸ் குரங்கின் (Rhesus monkey) இரத்த சிவப்பணு மிகவும் வேறுபடுவதை அறிந்தனர். இதை Rh இரத்தவகை என்று அழைத்தனர். காலப்போக்கில் இந்த இரத்த வகை மிகவும் முக்கியத்துவம் அடைந்துவிட்டது. இதன் காரணம் பிறந்த குழந்தைகளில் இரத்த ஒழுக்கு நோய் Rh இரத்த வகையுடன் தொடர்பு கொண்டிருப்பதுதான். வெள்ளையர்களின் 85

சதவீத மக்கள் Rh இரத்த வகையைச் சார்ந்தவர்கள். இவர்கள் Rh நேர் என்றும், Rh இரத்தவகை இல்லாதவர்கள் Rh எதிர் என்றும் அழைக்கப்படுகிறார்கள். Rh நேர் பண்புள்ளவர்களின் இரத்த அணுக்களில் ஒருவகை எதிர்த்தோன்றி (antigen) உண்டு. இதற்கு எதிர்பொருள் (anti boby) கிடையாது. லாண்ஸ்டீனர், வீனர் ஒரு பரிசோதனையில் ஒரு ரீசஸ் குரங்கின் இரத்தத்தை எடுத்து கினியா பன்றியின் உடலில் செலுத்தினர். இதனால் கினியா பன்றியின் இரத்த அணுக்களில் ஒருவித மாற்றமும் இல்லை, ஆனால் ரீசஸ் இரத்த அணுக்கள் ஒட்டிக்கொண்டன. அவர்கள் ரீசஸ் இரத்தத்தை மனிதனில் செலுத்தியதிலும் மனிதனின் இரத்த அணுக்கள் ஒட்டிக்கொள்வதை அறிந்தனர். இதிலிருந்து ரீசஸ் குரங்கின் இரத்தத்தை ரீசஸ் இரத்தம் இல்லாத விலங்குகளுக்குச்செலுத்தினால் குறிப்பிட்ட விலங்கின் இரத்தத்தில் எதிர்ப்புப் பொருளைத் தோன்றச் செய்து (ஆனால் ஒருவித மாற்றமும் அடையாமல்) தன்னுடைய இரத்த அணுக்களை ஒட்டிக்கொள்ளச் செய்கின்றது. அதேபோன்று வெள்ளையர்களின் 85% மக்களிலும் மேற்சொன்ன எதிர்ப்புத் தோன்றிகள் காணப்படுவதால், அவர்களின் இரத்தத்திலுள்ள அணுக்கள் ரீசஸ் அணுக்களின் வகையைச் சார்ந்தவை. மீதமுள்ள 15 சதவீத மக்களின் இரத்தத்தில் மேற்சொன்ன எதிர்ப்புத் தோன்றி இருக்காது.

Rh நேர் இரத்த வகையுள்ள ஒரு மனிதனின் இரத்தத்தை Rh எதிர் மனிதனின் உடலில் செலுத்தினால் எதிர் பொருள் (anti-body or anti Rh or agglutinin) உண்டாகின்றது. இவ்வாறு இரத்தத்தைச் செலுத்தும்பொழுது உண்டான எதிர்பொருள் உண்மையில் ஒருவிதமான கெடுதியும் விளைவிப்பதில்லை. ஆனால் அதே மனிதனுக்கு 10 நாட்கள் கழித்து மற்றொரு முறை ரீசஸ் இரத்தத்தைச் செலுத்தும்போது தேங்கிக்கிடக்கும் எதிர் பொருளினால் (anti Rh) இன்னல்கள் விளையும். சில நேரங்களில் Rh எதிர் மனிதன் இறந்தும் போகலாம்.

இதே போன்றுதான் Rh எதிர் உள்ள தாய்க்கும் Rh நேர் உள்ள தந்தைக்கும் பிறக்கும் சில குழந்தைகள் இரத்த ஒழுக்கு (Erythroblastosis fetalis) ஏற்பட்டு இறந்து போகின்றது. தந்தை Rh நேர் (agglutinogen) இரத்த வகையைச் சார்ந்திருந்தால் தாயின் வயிற்றில் Rh நேர் (agglutinogen) இரத்த வகையைச் சார்ந்த குழந்தைதான் வளர்ந்து வரும். குழந்தை வளர்ந்து வரும்பொழுது அதன் இரத்தத்திலுள்ள Rh நேர் அணுக்கள் தாயின் இரத்த ஓட்டத்தில் கலந்துவிடலாம் (மெல்லிய தாய் –சேய் இணைத்திசு வழியாக Placenta) அதனால் குழந்தையின்

இரத்தத்திலுள்ள Rh நேர், Rh எதிரான தாயின் இரத்தத்தில் எதிர்ப்பு Rh (anti Rh or agglutinin or anti body) யைத் தூண்டுகிறது. எதிர்ப்பு Rh தாயின் இரத்தத்தில் குறைவாக இருந்தால் குழந்தை நோயின்றி பிறந்துவிடும். ஆனல் தொடர்ந்து குழந்தைகள் உண்டாகும். இவ் வகைத் தாயின் இரத்தத்தில் எதிர் Rh அதிகரித்துவிடுமாதலால். பிறக்கும் குழந்தைகள் இரத்த ஒழுக்கு நோயால் அவதிக்குள்ளாகின்றன. இதன் காரணம் தாயின் எதிர் Rh இரத்தம் தாய் சேய் இணைத்திசு வழியாகக் குழந்தையின் இரத்த ஓட்டத்தில் கலந்துவிடுகிறது. இரத்த ஒழுக்கு குழந்தை பிறப்பதற்கு முன்னும் பின்னும் ஏற்படும். இவ்வாறு பிறக்கும் குழந்தைகளின் உடலில் அதிகப்படியான Rh எதிர் இரத்தத்தைச் செலுத்தினல் அவை பிழைக்க வழியாகும்.

இந்தியாவில் 96% மக்கள் Rh நேர் வகையைச் சார்ந்தவர்கள் என்றும், மீதமுள்ள 4% Rh எதிர் வகையைச் சார்ந்தவர்கள் என்றும் கணக்கிட்டிருக்கிருர்கள்.

இரத்த வகைகளை அறிவதால் ஏற்படும் பயன்கள்

இரத்த வகைகளைத் தெரிந்துகொண்டதால் மருத்துவ உலகு பெரிதும் முன்னேற்றம் அடைந்திருக்கிறது.

1. இரத்தக் குறைவினல் அவதியுறும் நோயாளிகளுக்கு அவர்களின் இரத்த வகையினைத் தெரிந்தபிறகு இரத்தம் கொடுத்து நோயாளிகளைக் காப்பாற்றலாம்.

2. இரத்த ஒழுக்கினல் அவதியுறும் குழந்தைகளுக்கு சிகிச்சை செய்யலாம்.

3. குடற்புண்கள் போன்ற நோய்கள் இரத்த வகைகளைச் சார்ந்திருப்பதால் நோய்களை அறிந்துகொள்ள முடிகிறது.

4. வழக்குகளில் தாய் தந்தையரை அறிந்துகொள்ள உதவியாயிருக்கின்றது.

5. இரத்த வகைகளைக் கொண்டு மனிதனின் வரலாறு, வியாபகம் முதலியவற்றை அறிய முடிகின்றது.

இரத்த ஓட்டத்தின் பொது அமைப்பு

இரத்த ஓட்டத்தின் வகைகள்

இரத்த ஓட்டம் பல வகைப்படுகின்றது. குறிப்பிட்ட சில பண்புகளைக் கொண்டு வேற்றுமைப்படுத்தினல் இரத்த ஓட்டம்

பல வகைப்படும். ஆனால் G S. கார்டர் (G.S. Garter-1910) என்ற அறிவியலாளர் இரத்த ஓட்டத்தினை ஆறு வகைப்படுத்தியுள்ளார். அவை: 1. செல்லினுள் போக்குவரத்து (intracellular transport) 2. வெளிப் போக்குவரத்து (Movement of external medium) 3. உடல் தசை வழியாகப் போக்குவரத்து (Movements of body fluids by somatic muscles). 4. இரத்த நிணநீரின் திறந்த இரத்த ஓட்டம் (Movement of haemolymph in an open vascular system) 5. நிணநீர் இரத்த ஓட்டம் (Lymph channels), 6. இரத்தக் குழாய்களில் இரத்த ஓட்டம் ஆகியவையாகும்.

1. செல்லினுள் போக்குவரத்து : ஒருசெல் உயிரிகளில் போக்குவரத்து இம்முறையிலேயே நடைபெறுகின்றது. புரோட்டோபிளாசத்தின் அசைவு அல்லது இடப்பெயர்ச்சி குறிப்பிடத்தக்கது. புரோட்டோபிளாசத்தின் ஓர் இடம் மற்ற இடங்களுக்கு வியாபகம் செய்வது குறிப்பிட்ட முறைகளில்தான், அல்லது வழிகளில்தான் நடைபெறுகின்றது. இதை பரமேசியம் போன்ற சிலியாக்களில் உணவுக் குமிழ்கள் (Food vacuoles) ஊர்ந்து செல்வதிலிருந்தும் அறியலாம். மேலும் புரோட்டோபிளாசத்தில் கரைந்த செரித்த உணவுப் பொருட்களும் இவ்வாறுகத்தான் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. பல செல் உயிரிகளில் குறிப்பாக அமீபா செல்களிலும் (Amoebocytes) நரம்பு செல்களிலும் புரோட்டோபிளாசத்தின் இடப்பெயர்ச்சியை அறியலாம்.

2. வெளிப் போக்குவரத்து : கடற்பஞ்சுகளிலும் குழியுடலிகளிலும் போக்குவரத்து அவை வாழும் சுற்றுப்புறம் வழியாக நடைபெறுகின்றது. விலங்குகளின் உடலை ஒட்டிய சிலியாக்கள், சாட்டைகளின் அசைவால் அலைகள் ஏற்பட்டு உணவுப் பொருட்களும் மற்றவைகளும் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. இம் முறையில் உடலின் உள்ளும் புறமும் போக்குவரத்து நடைபெறுகின்றது.

3. உடல் தசைகளின் வழியாகப் போக்குவரத்து: இத்தகைய போக்குவரத்து உருண்டைப் புழுக்கள் போன்ற போலி உடற்குழிகள் (pseudocoel) உள்ள விலங்குகளில் காணப்படுகின்றது. மேற் சொன்ன குழிகளில் உடற்திரவங்கள் (Body fluids) உண்டு. இவைதசைகளின் அசைவால் ஓரிடத்திலிருந்து மற்ற இடங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. பல கணுக்காலிகளிலும் கடல் வெள்ளரியிலும் இத்தகைய ஓட்டத்தைக் காணலாம். சில உடற்திரவங்களில் சுவாச வேலையைச் செய்யும் நிற அணுக்களும் உள்ளன. மெல்லுடலிகளில் உடற்குழி குறுகிய இடங்களான

இதயஉறை இடைவெளி, இனஉறுப்புக்கள், சிறுநீரகங்கள் போன்ற உறுப்புக்களின் உள்ளிடங்கள் போன்றவற்றில் இரத்தம் தசைகளினால் கொண்டு செல்லப்படுகின்றது.

4. இரத்த நிணநீரின் திறந்த இரத்த ஓட்டம்: இவ்விரத்த ஓட்டத்தை கணுக்காலிகள், மெல்லுடலிகள், வால்முதுகுத்தண்டினங்கள் ஆகியவற்றில் காணலாம். இவற்றில் ஓர் இதயம் உண்டு. இதயம் இரத்தம் போன்ற நிணநீரை அழுத்தி அதைத் தொடர்ந்த ஒரு மகாதமனிக்குள் செலுத்துகின்றது. இரத்தம் உடலின் உறுப்புகளுக்கிடையே பாய்ந்து முடிவாக இரத்தம் சேரும் இடங்களைச் (sinuses) சேர்ந்து, பிறகு இதயத்தை அடைகின்றது. நீரில் வாழும் ஐசோபாடுகளில் (isopods) இரத்த நாளங்கள் சிறப்பாக வளர்ச்சி பெற்றிருக்கின்றன. ஆனால் இரத்தம் சேரும் இடங்கள் தெளிவாகக் காட்சியளிக்கவில்லை. நிலத்தில் வாழும் ஐசோபாடுகளில் இவை மாறாக உள்ளன.

5. நிணநீர் இரத்த ஓட்டம்: முதுகெலும்பினங்களில் செல்களிடையே உள்ள இடைவெளிகள் இரத்த ஓட்டத்துடன் நிணநீர் குழாய்கள் மூலம் தொடர்பு கொண்டிருக்கின்றன. இக்குழாய்கள் சிரைகளில் குவிந்து வலைபோன்று பின்னிக் கொண்டிருக்கும். சில எலும்பு மீன்களிலும், சில நீர்நில வாழ்வனவற்றிலும் நிணநீர் இதயங்களும் காணப்படுகின்றன.

6. இரத்தக் குழாய்களின் இரத்த ஓட்டம்: இதுதான் சிறப்பாக வளர்ச்சிபெற்ற இரத்த ஓட்டமாகும். வளைப்புழுக்கள், தலைக்காலிகள், கடல் வெள்ளரி, எல்லா முதுகெலும்பினங்கள் ஆகிய விலங்குகளில் குழாய் இரத்த ஓட்டம்தான் உண்டு. இதயத்திலிருந்து வெளிப்படும் இரத்தக் குழாய் பலகிளைகளாகப் பிரிந்து அவற்றின் தந்துகிகள் உடலின் எல்லா பாகங்களுக்கும் இரத்தத்தைக் கொண்டு செல்கின்றன. சிரைகள் என்ற இரத்தக் குழாய்கள் இரத்தத்தை இதயத்திற்குக் கொண்டு வருகின்றன

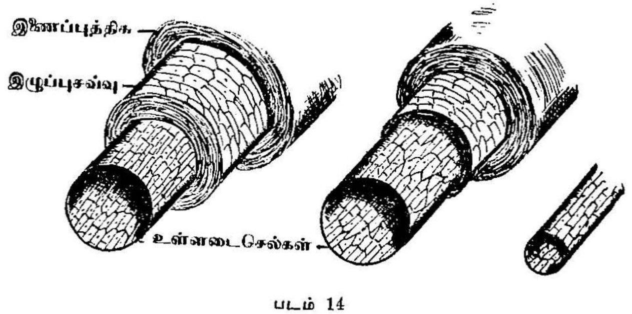
இரத்த ஓட்டத்தைப் பற்றி சில நூற்றாண்டுகளாகத் தெரிந்திருந்தாலும், அதன் பொது அமைப்பு பயன்கள் பற்றி விளக்கமாக ஆராய்ந்தவர் வில்லியம் ஹார்வி (William Harvey) என்பவரே.

இரத்த நாளங்கள்

இதயத்திலிருந்து இரத்தத்தை உடலின் பல்வேறு திசுக்களுக்கும் கொண்டு செல்வது நாளங்கள். நாளங்கள் மூன்று வகைப்படும். அவை தமனிகள், தந்துகிகள், சிரைகள் என்பனவாகும். இவை ஒவ்வொன்றையும் சற்று விரிவாகப் பார்ப்போம்.

தமனிகள்

தமனிகள் இதயத்திினின்றும் இரத்தத்தைத் திசுக்களுக்குக் கொண்டு செல்லும் இரத்தக் குழாய்களாகும். பொதுவாக தமனிகளில் ஆக்ஸிஜன் கலந்த இரத்தம்தான் ஓடும். ஆனல் வலது கீழறையிலிருந்து இரத்தத்தை நுரையீரல்களுக்கு எடுத்துச் செல்லும் நுரையீரல் தமனியில் மட்டும் கரியமிலவாயு கலந்த இரத்தமே ஓடும். தமனியின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தை ஆராயும்பொழுது அதன் சுவர் மூன்று உறைகளாலானது என்று காணலாம். அவை முறையே வெளியிலிருந்து வெளி உறை, நடுஉறை, உள்உறை (Tunica Adventia, Tunica Media, Tunica Intima) ஆகியவையாகும். வெளியுறை, இணைப்புத் திசுவும் இழுப்பு நாண்களும் (Connective Tissue and Elastic Fibre) சேர்ந்த வலை போன்ற பின்னலாகும். தமனிகளின் இழுப்புத் தன்மைகளுக்குக் காரணம், வெளியுறையில் இழுப்பு நாண்கள் இருப்பதினலேயே. நடு உறை வரியற்ற Unstriped) தசைகளாலானது. மேலும் இழுப்பு இணைப்பு திசுவின் நாண்களும் தசைகளுடே காணப்படுகின்றன. உள் உறையில் உள்ளடை (Endothelial) செல்கள் ஒரு வரிசையாக உள்ளன. (படம் 14).



படம் 14

தமனி, சிரை, தந்துகி ஆகிய இரத்தக் குழாய்களின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றங்கள்.

தந்துகிகள்

தந்துகிகள் மிகச் சிறியன. இவற்றின் சுவர்கள் உள்ளடை செல்களால் ஒரே வரிசையினல் ஆக்கப்பட்டன (படம் 14). தந்துகிகள், தமனிகள் பல கிளைகளாகவும், சிறிய கிளைகள், நுண்கிளைகளாகவும் பிரிவதினலேயே உண்டாகின்றன. இவை தமனிகளையும் சிரைகளையும் இணைக்கின்றன என்று கொள்ளலாம்.

சிரைகள்

தந்துகிகள் கூடுவதால் நுண் சிரைகள் உண்டாகின்றன. நுண் சிரைகள் சேருவதால் பெரிய சிரைகள் உண்டாகின்றன. பொதுவாக எல்லா சிரைகளிலும் கரியமிலவாயு இரத்தம் ஓடும். ஆனால் நுரையீரல் சிரையில் மட்டும் ஆக்ஸிஜன் இரத்தம் காணப்படும். தமனிகள் போன்று சிரையின் உறைகளும் மூன்று உறைகளால் ஆனவை. ஆனால் நடு உறை நன்றாக வளர்ச்சி பெறாததால் அது மெல்லியதாகவே இருக்கின்றது. பெரிய சிரைகளில் ஆங்காங்கே வால்வுகள் காணப்படுகின்றன. இந்த வால்வுகள் இரத்தத்தை ஒரே போக்காகச் (இதயத்தை நோக்கி) செலுத்துவதற்கு உதவிபுரிகின்றன.

இதயம்

இரத்த ஓட்டத்தில் இரத்தம் சுற்றிக் கொண்டே வருகிறது. இரத்த நாளங்களில் இரத்தத்தைச் செலுத்த ஒருசாதனம் தேவை. மிகவும் தொன்மையான விலங்குகளில் சில இரத்தக் குழாய்களே இந்தப் பணியை மேற்கொள்கின்றன. சிலஇரத்தக் குழாய்களின் சுவர் தசைப்பற்றுடன் இருப்பதால் அவை சுருங்கிவிரியும் தன்மை பெற்றிருக்கின்றன. மண் புழுவில் இரத்தக் குழாய்கள் சுருங்கி விரியும் இயல்புடையன. இதனால் இரத்தம் முன் நோக்கிச் செல்கின்றது. இரத்தக் குழாய்கள்சுருங்கி விரிதல் ஒரேநேரத்தில் இருப்பதில்லை. முதலில் ஒரு பக்கமும் பிறகு அதைத் தொடர்ந்து முன் பக்கத்திலும் சுருங்கி விரிதல் ஏற்படலாம். மேற்சொன்ன சுருங்கி விரியும் முறைக்கேற்றவாறு இரத்தமும் முன் நோக்கியோ அல்லது பின்னோக்கியோ செலுத்தப்பட்டுக் கொண்டிருக்கும்.

முன்னேற்றமடைந்த விலங்குகளில் இரத்த ஓட்டத்தைஇயக்க இதயம் என்ற தசையாலான ஒரு உறுப்பு உண்டாகின்றது. இதயம் சுருங்கி விரியும். விலங்குகளில் காணப்படும் இதயங்களை நான்கு வகைகளாகப் பிரித்திருக்கின்றனர். அவை: 1. சுருங்கி விரியும் நாளங்கள், 2. குழாய் இதயங்கள், 3. அறைகள் உள்ள இதயங்கள், 4. துணை இதயங்கள் ஆகியவை. மேற்சொன்ன ஒவ்வொன்றையும் சிறிது விரிவாகப் பார்ப்போம்.

1. சுருங்கி விரியும் நாளங்கள்: சுருங்கி விரியும் நாளங்கள் பின் தங்கிய விலங்குகளில் காணப்படுகின்றன. இந்தநாளங்களில் இரத்தம் அலைஅலையாகச் செல்லும். நாளங்கள் சுருங்கிவிரிவதாலேயே இரத்தம் இரத்தக் குழாய்க்குள் செலுத்தப்படுகிறது. சுருங்கி விரியும் நாளங்கள் மண் புழுக்களில் உண்டு. மண்புழுவில் உணவுப் பாதைக்கு மேலாக மேல் இரத்தக்குழாய் (Dorsal blood vessel) செல்கின்றது. இந்தக் குழாயில் பின் புறமிருந்து முன்

புறம் செலுத்தப்படுகின்றது. இவ்விரத்தக் குழாய் சுருங்கி விரிவதால் இரத்தம் அலை அலையாக முன்னோக்கிச் செல்லும். மேல் இரத்தக் குழாய்க்கு இரு பக்கங்களிலும் பக்கக் குழாய்கள் உள்ளன. இவையும் சுருங்கிவிரியும் தன்மையுடையன. இவற்றில் இரத்தம் மேலிருந்து கீழாகச் செல்கின்றது. பக்கக்குழாய்கள் கீழ் இரத்தக் குழாயில் திறக்கின்றன. பக்கக்குழாய்கள் சுருங்கி விரிந்து கீழ் இரத்தக் குழாய்க்குள் இரத்தத்தைச் செலுத்துகின்றன. கீழ் இரத்தக் குழாயில் இரத்தம் பின்னோக்கி ஓடுகின்றது.

பல்சுணைக்காலிகளில் (Polychates) இரத்த ஓட்டத்தின் வேகம் மிகவும் குறைவு. அட்டையில் இரண்டு பக்கக் குழாய்கள் உண்டு. அவை சுருங்கி விரியும் தன்மையுடையன. அர்னிகோலாவில் (Arenicola) ஒரு முதுகுக் குழாய் இரண்டாகப் பிரிந்து முன்நோக்கிச் செல்கின்றது. இவை சுருங்கி விரியும் தன்மையுடையன. அர்னிகோலாவில் சுருங்கி விரியும் நாளங்கள் தொண்டையின் பக்கங்களிலும் காணப்படுகின்றன.

2. **குழாய் இதயங்கள் :** குழாய் இதயங்கள் கணுக்காலிகளில் (Arthro Pods) காணப்படுகின்றன, கணுக்காலிகளின் முதுகுப் பக்கம் ஒரு பெரிய இரத்தக் குழாய் ஓடுகின்றது. இரத்தக் குழாய் நீண்டு முன் சிறுகுழாய்களாகப் பிரிந்து இருக்கும். இக்குழாய் சுருங்கி விரியும் தன்மையுடையதால் இரத்தம் முன்னோக்கித்தான் செலுத்தப்படுகிறது. இரத்தம் சிவப்பு நிறமுடையது. இதயத்தைச் சுற்றி இரத்தக்குழி (Haemocoel) அமைந்திருக்கும். ஒரு மெல்லிய ஜவ்வு இதயத்தையும் இரத்தக் குழியையும் பிரிக்கின்றது. இந்த ஜவ்வு பெரிகார்டியல் உறை (இதய உறை) என்றழைக்கப்படும். இதயத்தின் முன்னால் பிரிந்துஇருக்கும் சிறிய குழாய்கள் இரத்தக் குழியுனுள்தான் திறக்கின்றன. இதயம் மெல்லிய தசைகளால் மேல்சுவற்றில் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றது. தசைகள் சுருங்கும்பொழுது இதயம் விரிகின்றது. இதயம் விரியும்பொழுது இரத்தக் குழியிலிருந்து இதயத்திற்கு இரத்தம் வருகின்றது. பிறகு இதயம் சுருங்குகின்றது. இதயம் சுருங்குவதால் இரத்தம் முன்நோக்கிச் செலுத்தப்படும். குழாய் இதயங்கள் பக்க தசைகளின் சுருக்கத்தினாலேயே வேலை செய்கின்றன. இவற்றில் இரத்தம் எப்பொழுதும் முன்நோக்கியே செல்கின்றது.

3. **அறைகளுடைய இதயங்கள்:** மெல்லுடலிகளின் உடலில் இதயம் ஒரு சிறிய இடத்தில் அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதயத்தைச் சுற்றி இதய உறை உண்டு. இதயம் சுருங்கி விரியும்

தன்மையுடையது. சுருங்கி விரியும் தன்மை மற்ற இடங்களுக்குப் பரவாமல் இதயத்தோடு நின்றுவிடும். மெல்லுடலிகளின் இதயம் ஒரு அறையால் ஆனது. இதயம் சுருங்குவதால் இரத்தம் தமனிகளுக்குச் செல்கின்றது. இதயம் விரிவதால் சிரைகளிலிருந்து இரத்தம் இதயத்திற்குள் வடிகின்றது. மெல்லுடலிகளில் காணப் பெறும் ஓர் அறை, இதயம் பின்னால் இரண்டு அறைகளுடன் வளர்ச்சியடைகின்றது. இரண்டு அறைகளும் இதய மேலறை (Auricle), இதய கீழறை (Ventricle) என்றழைக்கப்படுகின்றன. இதய மேலறை இரத்த ஓட்டத்தின்போது உடலின் எல்லாப் பாகங்களிலுமுள்ள இரத்தத்தைப் பெற்றுக்கொள்கின்றது. அதாவது இரத்த ஓட்டத்தின்போது தந்துகிகள் அசுத்த இரத்தத்தைத் திசுக்களில் இருந்து எடுத்து சிறிய சிரைகளாகின்றன. சிறிய சிரைகள் ஒன்று சேர்ந்து பெரிய சிரைகளாகின்றன. பெரிய சிரைகள் இரத்தத்தை இதய மேலறைக்குள் கொட்டுகின்றன. அதனால் இந்த அறையில் இரத்த அழுத்தம் குறைவாகத்தான் இருக்கும். இதய கீழறையிலிருந்து இரத்தம் திரும்பவும் எல்லா பாகங்களுக்கும் அனுப்பப்படுகிறது. அதனால் இரத்த வேகத்தை அதிகரிக்க கீழறை சுருங்கி விரிகின்றது. இதனால் கீழறையின் சுவர்களும் தடித்திருக்கும். நீர் நில வாழ்வன ஊர்வனவற்றின் இதயங்களில் மூன்று அறைகளும், பறப்பன, பாலூட்டிகளில் நான்கு அறைகளும் உண்டாகியிருக்கின்றன. பாலூட்டிகளில் இதயம் சிறப்பாக வளர்ச்சி பெற்றிருக்கிறது. இதயத்தின் இடது கீழறையில் இருந்துதான் இரத்தம் அழுத்தப் படுகிறது. இதயம் சுருங்கி விரிவதால் இரத்தம் நாளங்களில் குதித்துக் குதித்துச் செல்கின்றது.

4 **துணை இதயங்கள்:** முக்கிய இதயத்திற்குத் துணையாகச் சில விலங்குகளில் துணை இதயங்கள் காணப்படுகின்றன. செப்பியா என்ற கணவாய் மீன்களில் செவுள்களின் ஆரம்ப இடத்தில் செவுள் இதயங்கள் (Branchial Hearts) உண்டு. இவ்விதயங்கள் செவுள்களுக்கு வேண்டிய இரத்தத்தை ஓர் இரத்தக் குழாய் மூலம் செலுத்துகின்றன. இந்தஇதயங்கள் சுருங்கி விரியும் தன்மையடையன.

தசை தூண்டிதயமும் நரம்புத்தூண்டிதயமும் (Myogenic and-Neurogenic Hearts)

இதயம் தானாக இயங்கக்கூடியது. அதனால்தான் இதயத்தை மட்டும் தனியாக வெட்டி வைத்தாலும் அது இயங்கிக் கொண்டிருக்கிறது. இதயத்தை மூளை இயங்குவதில்லை என்று இதிலிருந்து

அறியலாம். இதயத்தை இயக்குவது சில செல்களின் கூட்டமாகும். இது **செயல்விக்த நிர்ணயி** (Pace Maker) என்று அழைக்கப்படுகிறது. செயல்விக்த நிர்ணயி மற்றும் சூழ்நிலை இயக்கங்களோடு தொடர்பு கொண்டிராது. மற்றும் ஆணைகளுக்கும் உடன்படாது. தானாகவே குறிப்பிட்ட அளவில் தொடர்ந்து இயங்குகிறது. செயல் விக்த நிர்ணயியைப் பொருத்து இதயம் இருவகைப்படுகிறது. 1. **தசைத்தூண்டிதயம்** (Myogenic-Heart)- முதுகெலும்பினங்களிலும் மெல்லுடலிகளிலும் இவ்வகை இதயம் காணப்படுகின்றது. இதயத்தின் ஒரு பகுதி இவ்வியக்கத்திற்காக சிறப்பெய்திருக்கும். செயல் விக்த நிர்ணயி புற காரணங்களால் பாதிக்கப்பட்டால் பக்கத்திலுள்ள தசை இவ்வியக்கத்திற்காக சிறப்பெய்திவிடும். நீர், நில வாழ்வன போன்றவற்றில் இதய சுருக்கம் சைனஸ விநோசஸ் (Sinus Venosus) அறையிலிருந்து ஆரம்பிப்பதால் செயல் விக்த நிர்ணயி சைனஸ் விநோசஸ் இதய மேலுறையோடு பொருந்தும் இடத்தில்தான் இருக்கவேண்டும் என்று கருதப்படுகிறது. **2. நரம்புத் தூண்டிதயம்** (Neurogenic Heart)- நரம்புத் தூண்டிதயம், வளைப்புழுக்களிலும், கணுக்காலிகளிலும் உண்டு. இதில் அலையியக்கம் நரம்பு செல்களாகத் துவக்கப்படுகின்றது. நரம்பு செல்கள் இதயத்தின் மேல் பக்கம் காணப்படுகின்றன.

மேற்சொன்ன தசைத் தூண்டிதயத்தையும் நரம்புத் தூண்டிதயத்தையும் வேறுபடுத்திக்காட்ட ஒரு பரிசோதனையும் உள்ளது. அசெட்டைல் கோலின் (Acetylchloine) என்ற மருந்தை தசைத் தூண்டிதயத்தில் கலந்தால் துடிப்பு வேகம் பாதிக்கின்றது. ஆனால் நரம்புத் தூண்டிதயத்தில் துடிப்பு வேகம் அதிகப்படுகின்றது. அதனால் அசெட்டைல் கோலின் பரிசோதனையைக் கொண்டு இதயத்தை மேற்சொன்ன இரண்டு வகையாக வேறுபடுத்தலாம் என்பது ஆராய்ச்சியாளர்கள் முடிவு.

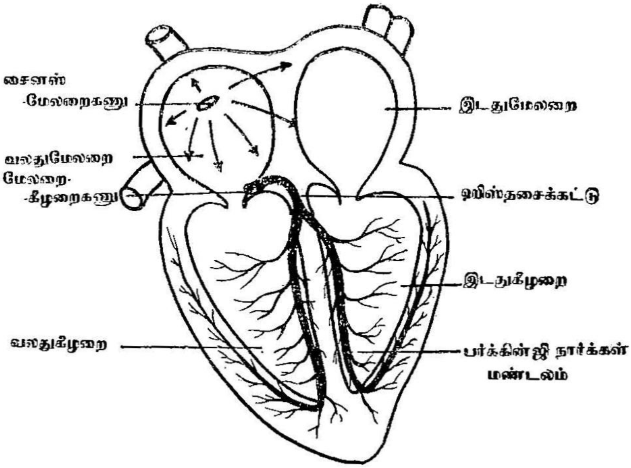
இதயத்துடிப்பு (Heart Beat)

தவளையின் இதயத்தைப் பரிசோதனை செய்யும் பொழுது கீழ்ப் பெருஞ்சிரை சைனஸ்விநோசுஸ் திறக்குமிடத்திலிருந்தே ஆரம்பித்துவிடுகிறது. முதலில் சைனஸ் விநோசஸ் சுருங்குகிறது. பின்னர் இதய மேலறை, கடைசியாக இதயக் கீழறை முடிய முறையாகச் சுருங்குகின்றன. சைனஸ்விநோசஸ்க்கும் இதய மேலறைக்கும் இடையே ஒரு நூல் கட்டு போடுவோம். இப்பொழுது சைனஸ்விநோசஸ் தனித்து சுருங்கி விரிந்து கொண்டேயிருக்கிறது. இதய மேலறையும், கீழறையும் முதலில் நின்று, பின்னர்

சுருங்கி விரிகின்றன. இரண்டாவதாக மேலறைக்கும் கீழறைக்கும் ஊடே ஒரு கட்டுபோட வேண்டும். இப்பொழுது கீழறை முதலில் நின்று, பின்னர் சுருங்கி விரிய ஆரம்பித்து விடுகிறது. இதிலிருந்து ஒவ்வொரு அறைக்கும் தனித்தனியே சுருங்கி விரியும் தன்மை உண்டென்றும் ஆனல் சுருங்கி விரிதல் முதலில் சைனஸ்விளேசஸ் இடத்தில் தான் தொடங்குகிறது என்றும் அறியலாம். ஆனல் செயல் விக்த நிர்ணயி சைனஸ் விளேசஸ்ஸில் தான் இருக்கிறது. அதன் உந்து சக்தியால் தான் மற்ற அறைகளும் செயல்படுகின்றன என்று அறியலாம்.

பாலூட்டிகளில் சைனஸ்விளேசஸ் இல்லை. ஆனல் வலது மேலறையில் மேற்பெருஞ்சிறை திறக்குமிடத்தின் அருகில் ஓர் ஓட்டு போன்ற தசை இருக்கின்றது. இது தான் பாலூட்டிகளின் இதயத்தில் செயல் விக்த நிர்ணயி. பாலூட்டிகளின் கரு வளர்ச் சியில் சைனஸ்விளேசஸ் தோன்றினலும் கரு முழு உருவம் அடையும் முன்னர் அது குறைந்து விடுகின்றது. முழு வளர்ச்சி நிலையில் சைனஸ்விளேசஸ் செயல் விக்த நிர்ணயி ஆகிய ஓட்டுத் தசையாகத்தான் இருக்கும். இந்த செயல் விக்த நிர்ணயி தான் இதயத்தை இயக்கச் செய்கின்றது என்று பல அறிவியலாளர்கள் ஆராய்ந்து இருக்கின்றனர். ஆய்வின் போது மேற்குறிப்பிட்ட ஓட்டுத்தசையை வெட்டி நீக்கும் பொழுது இதயம் சுருங்கி விரிதல் நின்று விடுகிறது, அல்லது குறைந்து விடுகிறது. செயல் விக்த நிர்ணயியைச் சூடுபடுத்தினல் இதயத்துடிப்பு அதிகமாகின்றது. குளிரச்செய்தால் இதயத்துடிப்பு குறைந்து விடுகிறது. பாலூட்டி களின் இதயத்தின் செயல் விக்த நிர்ணயியை சைனஸ் மேலறைக் கணு (Sinuauricular node) என்று அழைக்கப்படுகின்றது.

மேலறைத் தடுப்புச் சுவருக்குக் கீழாக மற்ருெரு கணுவும் உண்டு. இது மேலறை-கீழறைக் கணுவாகும் (Auriculo-ventricular node). மேலறை-கீழறைக் கணுவிலிருந்து சிலதசை நார்கள் சேர்ந்து கட்டப்பட்ட ஒரு தசை ஆரம்பித்து கீழறைத் தடுப்புச் சுவரை நோக்கிச் செல்கின்றது. இது ஹிஸ் தசைக்கட்டு என்று அழைக்கப்படும் (Bundle of His) ஹிஸ் தசைக்கட்டு இரண்டாகப் பிரிந்து ஒவ்வொன்றும் ஒவ்வொரு கீழறைக்குச் செல்கின்றது. ஒவ் வொரு பிரிவும் பல சிறிய தசைநார்களால் ஆனது. தசைநார்கள் பர்கின்ஜி நார்கள் (Purkinje Fibres) என்றும், அவற்றின் பர வலுக்கு பர்கின்ஜி நார்கள் மண்டலம் (Purkinje Fidre System) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றது. பர்கின்ஜி நார்கள் மண்டலம் இருப்பதால் கடத்தல் சீக்கிரமாகவும், எளிதாகவும் நடைபெறு கின்றது. மேலும் கீழறைத் தசைகள் ஒன்றுபோல் சுருங்கி விரிவ தற்கும் இம்மண்டலம் பயன் படுகின்றது (படம் 15).



(படம் 15)
இதயத்தின் செயல்விக்த திர்ணயி

இரத்த ஓட்டம் மேலறையில் சுருங்குவதிலிருந்து ஆரம்பமாகிறது. மேலறைகள் இரண்டும் சேர்ந்துதான் சுருங்குகின்றன. இதயம் சுருங்குவதை சிஸ்டோல் (Systole) என்று சொல்வதுண்டு. மேலறைகளுக்கும் சிரைகளுக்குமிடையே வால்வுகள் பொருத்தப்படவில்லை. மேலறை சுருங்கும் பொழுது சிரைகளின் ஆரம்பத்திலுள்ள தசைகளும் சுருங்குவதால் இரத்தம் திரும்பவும் சிரைகளுக்குள் புகுவதில்லை. அதனுல் இரத்தம் கீழறைகளுக்குள் மட்டும்தான் பாய்கின்றது. பிறகு கீழறைகள் இரண்டும் சேர்ந்து சுருங்குகின்றன. அவை சுருங்குவதால் இரத்தம் கீழறைகளிலிருந்து வெளியேற்றப்படுகின்றது. இரத்தம் முழுவதுமாக வெளியேறியவுடன் மேலறைகள் விரிகின்றன. (Diastole). மேலறைகள் விரியும்பொழுது சிரைகள் இரத்தத்தை அறைக்குள் கொட்டுகின்றன. விரிதலின் கடைசி நேரத்தில் இரத்தம் மேலறைகளிலிருந்து கீழறைகளுக்குச் செல்கின்றது. கீழறைகள் சுருங்கும் பொழுது இதயத்தை ஒட்டிய பெரிய தமனிகள் விரியும். இதயம் சுருங்கும் பொழுது அது அடக்கமாகவும் சிறியதாகவும் இருக்கும். இந்நிலையில் இதயத்தின்மேல் பாகம் தன்னுடைய இருப்பிடத்தைச் சிறிது மாற்றுவதைப் பார்க்கலாம். அதே நேரத்தில் இதயம் முழுவதுமாக இடது பக்கமிருந்து வலதுபக்கமாகத் திரும்புகின்றது. இதனுல் இடது கீழறை மார்பு சுவரின் பக்கத்தில் வந்து செல்கின்றது. இதை நாம் உணர்வதால் இதயத் துடிப்பு என்று சொல்கிருேம்.

இதயம் ஒரு முறை சுருங்கி விரிந்தபின் அது பாஸ் (Pause) என்னும் ஓய்வு நிலையை அடைகிறது. ஒரு ஸிஸ்டோல், ஒரு டையாஸ்டோல் ஒரு பாஸ் கொண்டதுதான் ஓர் இதயத்துடிப்பு எனப்படும். ஒவ்வொரு பிராணியினத்திற்கும் ஒவ்வொரு குறிப் பிட்ட எண்ணிக்கையில் தான் இதயத்துடிப்பு இருக்கும். மனித னுக்கு நிமிடத்திற்கு 72 தடவைகளும், குதிரைக்கு 30 தடவைகளும் யானைக்கு 25 தடவைகளும் இதயம் துடிக்கின்றது. குழந்தைப் பருவத்தில் 130 முறைகள் இதயத்துடிப்பு உள்ளது. அதிகமான உடல் வெப்பத்தாலும் பயத்தினாலும் உணர்ச்சிப் பெருக்கினாலும் இதயத்துடிப்பு அதிகரிக்கப் படுகின்றது.

இரத்த அளவும் இரத்த அழுத்தமும் (Blood volume and blood pressure)

முன்னேற்றமடைந்த விலங்குகளில் இரத்தம் நாளங்கள் வழியாக எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றது. இரத்த ஓட்டத்தில் இரத்தஅளவு மிகவும் முக்கியமானதாகும். விலங்குகளில் பொதுவாக இரத்தம் இரத்த நாளங்களின் அளவினை விட அதிகமாக இருக்கும். ஆனால் இரத்த அளவு சமநிலையை விட்டுச் சிறிது அதிகரித்தோ அல்லது குறைந்தோ இருக்குமே தவிர பெருமளவில் வேறுபடாது. இரத்தத்தை ஒழுங்காகக் கொண்டு செல்வது இரத்தக்குழாய்களின் வேலையாகும். உடலில் இரத்தம் குறைவாக இருந்தால் இரத்த ஓட்டம் சிறப்பாக நடைபெற முடி யாது. இதன் காரணம் சிவப்பு அணுக்களின் எண்ணிக்கைகுறைந்து விடுவது தான். ஆதலால் ஆக்ஸிஜனை கிரகிக்கும் அளவும் குறைந்து விடுகிறது. சிறுகுடலில் ஜீரணமாகும். அத்தனை உணவுப் பொருட்களையும் கிரகிக்கும் ஆற்றல் குறைந்து இரத்த ஓட்டம் மெதுவாக நடைபெறுகின்றது. மேற்சொன்ன காரணங்களால் உடலில் இரத்தம் அதிக அளவில்தான் இருக்கவேண்டுமென அறியலாம். ஆனாலும் இரத்தத்தின் அளவு அதன் உத்தம அளவைவிட அதிகரிக்கும்போது இரத்தஅழுத்தம் உண்டா கின்றது. பறவைகளிலும், பாலூட்டிகளிலும்தான் அதிகஇரத்தம் உண்டு. பாலூட்டிகளில் உடலின் மொத்த எடைக்கு 7 லிருந்து 10 சதவிகிதம் வரை இரத்தத்தின் எடையாகும். மேலும் 20லிருந்து 35 சதவிகிதம் உள்ள நிணநீரும் இதயம் சுருங்கி விரிவதால்தான் திசுக்களில் பாயமுடிகின்றது. எலும்பு மீன்களில் 1·5 லிருந்து 3 சதவிகிதம் வரையிலும், குருத்தெலும்பு மீன்களில் 5சதவிகிதமும் என இரத்த அளவை கணக்கிட்டிருக்கிறார்கள்.ஆனால் இந்தஅளவு உடலின் செயல்இயலைப் பொருத்து வேறுபடலாம். இரத்த அளவினைக் கணக்கிட வெவ்வேறு முறைகள் கையாளப் படுவதாலும் இரத்த அளவு வேறுபடலாம்.

இரத்த அழுத்தம் அதன் அளவு அதிகமாவதால் ஏற்படுகின்றது. இரத்தத்தின் அளவு அதிகமாகும் பொழுது இரத்த ஓட்டத்தின் அழுத்தமும் அதிகமாகின்றது. அதனால் இரத்தம் குழாய்களிலிருந்தும் வெளியேசெல்ல முயல்கிறது. இளம்வயதில் இரத்தக்குழாய்கள் சுருங்கிவிரியும் தன்மையுடையன. அதனால் இரத்தம் குழாய்களில் அதிகமாகப் பாய்ந்தாலும் அவை விரிந்து கொடுக்கின்றன. ஆனால் முதிர்ந்த வயதில் இரத்தக் குழாய்கள் கடினமாகி விடுவதால் அவை விரிந்து கொடுக்க முடியாமையால் வெடித்து விடலாம்.

இரத்த அழுத்தம் இரத்த ஓட்டத்தின்வெவ்வேறு உறுப்புக்களில் வேறுபடுவதாக அறியப்பட்டுள்ளது. தமனிகளில் அழுத்தம் அதிகமாகவும் சிரைகளில் குறைவாகவும் இருக்கும். இதயம் சுருங்கும் போது ஒரு வாலிபனின் கைக்குச்செல்லும் தமனியில் 120 m m பாதரசம் அழுத்தம் இருக்கும். இதயம் விரியும்பொழுது அதே தமனியில் 80 m m பாதரசஅழுத்தம் இருக்கும். கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணை உடலின் சில பகுதிகளில் இரத்த அழுத்தத்தினைக் காட்டுகின்றது.

உறுப்புகள்	அழுத்தம்
1. தமனிகளின் முடிவில்	80 m m பாதரசம்
2. சிரைகளின் முடிவில்	12 ” ”
3. பெரிய சிரைகளில்	5 ” ”

குளிர் இரத்த பிராணிகளில் இரத்த அழுத்தம் குறைவாக இருக்கும். ஆனால் வெப்ப இரத்த பிராணிகளில் இரத்த அழுத்தம் அதிகமாக இருக்கும்.

மனிதர்களில் 50 வயதிற்குமேல் இரத்த அழுத்தம் சிறிது அதிகரிக்கும் (120லிருந்து 140 m. m. பாதரசம் வரை). இரவில் தூங்கும்பொழுது இரத்த அழுத்தம் குறைவாக இருக்கும். இரவில் தூங்காது விழித்திருந்தாலும் அழுத்தம் குறைவாகத் தான் இருக்கும். பொதுவாக வலிய வேலை செய்வதாலும், சிந்தனைக்கு இடம் கொடுப்பதாலும் உணர்ச்சி வசப்படுவதாலும் அழுத்தம் அதிகரிக்கும்.

இதயத் துடிப்பும், இரத்த அழுத்தமும் ஹார்மோனின் கட்டுப்பாட்டில் இருக்கின்றன. இதயத்தில் சிறிது அட்ரினல் சுரப்பியின்

ஹார்மோனைச் செலுத்தினால் அது வேகமாக இயங்குகிறது. ஹார்மோன் இரத்த நாளங்களைச் சுருங்கச் செய்கின்றது. இதயத்தை வேகமாகத் துடிக்கச் செய்கின்றது. இதனால் அழுத்தம் கூடுகின்றது. திரும்பவும் அழுத்தத்தைக் குறைப்பதற்கு இரத்த நாளங்களில் உள்ள அழுத்தத்தை அதிகப்படுத்த வேண்டும். இதனால் இதயம் பழைய நிலைக்குத் திரும்புகின்றது. இரத்த நாளங்களிலும் சீரான இரத்த அழுத்தம் ஏற்படுகின்றது.

6. கழிவுப்பொருட்களின் வெளியேற்றம்

சத்துப் பொருட்களான புரதம், மாவுப் பொருட்கள், கொழுப்பு முதலியன வளர்சிதை மாற்றம் அடையும் பொழுது நீரும் கரியமில வாயுவும் கழிவுப் பொருட்களாக உண்டாகின்றன. அமினோ அமிலங்கள் வளர்சிதை மாற்றம் அடையும் பொழுது நைட்ரஜன் கலந்த கழிவுப் பொருட்கள் உண்டாகின்றன. சத்துணவுகள் வளர்சிதை மாற்றம் அடையும் பொழுது சுழிவுப் பொருட்கள் முடிவுப் பொருட்களாக (End Products) உண்டாகின்றன. இவை உடலுக்கு வேண்டியதில்லை. மேலும் இவை இருந்தால் உடல் வளர்ச்சி பாதிக்கவும் செய்யலாம். அதனால் உடல் வளர்ச்சிக்குத் தேவையற்ற மேற்சொன்ன பொருட்கள் கழிவுப் பொருட்களாகக் கருதப்படுகின்றன. கழிவுப் பொருட்கள் வெளியேற்றப் படவேண்டும். அவை அதிகமாக உடலில் தங்கக் கூடாது. அதனால் கழிவுப் பொருட்களை சில உறுப்புக்கள் வெளியேற்றிக் கொண்டேயிருக்கின்றன. இவ்வுறுப்புக்களைக் கழிவு நீக்க உறுப்புகள் என்று சொல்கிறோம்.

கழிவுப் பொருட்களின் வகைகள்

கழிவுப் பொருட்கள் விலங்குகளில் அமினோ அமிலங்களின் அமினக் குறைப்பால் (Deammination) உண்டாகின்றது. அமினக் குறைப்பின் போது அம்மோனியா வெளியேற்றப் படுகின்றது. கீழே கொடுக்கப்பட்டவை அம்மோனியாவும் அம்மோனியா கலந்த மற்றும் கழிவுப் பொருட்களுமாகும்.

அம்மோனியா (NH_3): அம்மோனியா கழிவுப் பொருட்களில் முக்கியமானது. அம்மோனியா பொதுவாக அம்மோனியா குறைப்பு (Deammination) நடைபெறுவதால் வெளியேற்றப் படுகிறது முதுகெலும்பு விலங்குகளில் அம்மோனியா குறைப்பு கல்லீரலில் நடைபெறுகின்றது. கிரஷ்டேஷியா, மெல்லுடலிகள் போன்ற முதுகெலும்பு அல்லனவற்றுள் கல்லீரல்-கணையம் (Hepato-Pancreas) என்ற சுரப்பியில் நடைபெறுகின்றது. இவ்வாறு பிரித்தெடுக்கப்பட்ட அம்மோனியா இரத்தத்துடன் கலந்து உடலின் வெவ்வேறு பாகங்களில் வெளியேற்றப் படுகின்றது.

அம்மோனியா திசுக்களின் வளர்ச்சியைப் பாதிக்கும். சம்னர் (Sumner) முயலின் இரத்தத்தில் பரிசோதனை செய்தார். 100 cc இரத்தத்தில் 5 மி.கி. அம்மோனியா இருந்தாலும் முயலுக்குக் கெடுதியை விளைவித்து அதைக் கொல்லக் கூடிய தன்மை உடையது என்று ஆராய்ந்துள்ளார். முதுகெலும்பல்லனவற்றுள் பல விலங்குகள் அம்மோனியாவை அப்படியே வெளியேற்று கின்றன. நீரில் வாழ்வனவற்றுள் அதிகமானவை அம்மோனி யாவை வெளியேற்றும் விலங்குகள். அவற்றின் தோல்களில் சிறிய துவாரங்கள் உள்ளதால் அவற்றின் வழியாக அம்மோனியா வெளியேறி விடுகின்றது. மேலும் அம்மோனியா நீரில் இலகுவாகக் கரையக்கூடியது. அதனால் உடலைவிட்டு அது சீக்கிரமாக நீங்கி விடுகிறது.

யூரியா $\left((NH_2)_2\ Co\right)$: நன்னீர் மீன்கள், குருத்தெலும்பு மீன்கள், நீர் நில வாழ்வன, பாலூட்டிகள் எல்லாம் அம்மோனி யாவை நேரடியாக வெளியேற்றுமல் யூரியா என்ற கூட்டுப் பொருளாக்கி வெளியேற்றுகின்றன. அம்மோனியாவிலிருந்து யூரியா உண்டாவதும் கல்லீரலில்தான். யூரியா உண்டாகும் முறையை ஆர்னித்தின் வட்டம் (Ornithine Cycle) என்று சொல்வ துண்டு. கிரெப் (Kreb), ஹென்ஸ்லீட் (Henseleit) என்ற இரு ஆராய்ச்சியாளர்கள் கல்லீரலைப் பரிசோதனை செய்யும்பொழுது மேற்சொன்ன சுழற்சியினைக் கண்டுபிடித்தார்கள். ஆர்னித்தின் வட்டத்தில் யூரியா ஒரு உபபொருளாக உண்டாகின்றது. யூரியா, அம்மோனியாவைவிட குறைந்த விஷத்தன்மை உடையது. அது சிறுநீருடன் வெளியேற்றப்படுகிறது.

யூரிக் அமிலம் $(C_5H_4N_4O_3)$: பறவைகள், நிலத்தில் வாழும் ஊர்வன, நத்தைகள் போன்றவை, அம்மோனியாவை யூரிக் அமில மாக மாற்றி கழிவுப் பொருட்களாக வெளியேற்றுகின்றன. அம்மோனியா போன்று யூரிக் அமிலம் அதிக நச்சுத் தன்மை யுடையதன்று. மேலும் நீரில் அதன் கரைதிறன் மிகவும் குறை வானது. மேற்சொன்ன விலங்குகள் நீரைச் சேமித்து வகைக் வேண்டிய அவசியம் உள்ளவை. அதனால் அம்மோனியாவை யூரிக் அமிலமாக மாற்றுகின்றன. யூரிக் அமிலமும் கல்லீரலிலேயே பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றது. இது பரிசோதனைகளின் மூலம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. கல்லீரலில் எடுக்கப்பட்ட வாத்தின் இரத்தத்தில் அம்மோனியாவும், அமினோ அமிலங்களும் கூடுத லாகக் கரைந்திருக்கின்றன. கல்லீரலில் அமினோ அமிலங்களை அதிகமாகச் செலுத்தும்பொழுது அதில் அதிகமாக யூரிக் அமிலம் இருப்பதாகவும் பரிசோதனைகள் மூலம் தெரிய வந்துள்ளது.

கிரியேட்டின்-கிரியேட்டினைன் (Creatine-$C_4H_9N_3O_2$ and Creatinine-$C_4H_7N_3O$): கிரியேட்டின் பாஸ்பேட்டுடன் சேர்ந்து கிரியேட்டின் பாஸ்பேட்டாகக் (Creatine Phosphate) காணப்படும். கிரியேட்டின் பாஸ்பேட்டு தசைகளில் உண்டு. முதுகெலும்பில்லனவற்றின் தசைகளில் கிரியேட்டின் பாஸ்பேட்டுக்குப் பதிலாக ஆர்ஜினைன் பாஸ்பேட்டு (Orginine Phosphate) காணப்படுகின்றது. கிரியேட்டினுக்கு அமினோ அமிலத்தின் அமைப்பு இருந்தாலும் அது புரதத்தைச் சார்ந்தது அல்ல. கிரியேட்டினைன் கிரியேட்டினிலிருந்துதான் உண்டாகின்றது என்று நம்பப்படுகிறது. அது சிறுநீர் வழியாக வெளியேற்றப்படுகிறது. கிரியேட்டினிலிருந்து, கிரியேட்டினைனாக மாற்றமடைவது எந்த உறுப்பில் நடைபெறுகின்றது என்று தெளிவாகத் தெரியவில்லை.

பைரிமிடின் (Pyrimidine): பைரிமிடின் கழிவுப்பொருட்களில் ஒன்று. அது பைரிமிடினாகவே வெளியேற்றப் படுகின்றது. **ட்ரை மெத்தில் அமைன் ஆக்சைடு (Tri methylamine oxide):** கடல் மீன்களில் ட்ரை மெத்தில் அமைன் கழிவுப் பொருட்களாக வெளியேற்றப்படுகிறது. ட்ரை மெத்தில் அமைனை உணவாகக் கொள்ளும் விலங்குகளிலும் அது கழிவுப் பொருளாக வெளியேற்றப்படுகிறது.

ஹிப்யூரிக் அமிலமும் ஆர்னித்தூரிக் அமிலமும் (Hippuric acid and Ornithuric acid): பென்சாயிக் அமிலம் கலந்த உணவினை உண்ணும்பொழுது பாலூட்டிகள் ஹிப்யூரிக்அமிலத்தை வெளியேற்றுகின்றன. பென்சாயிக் அமிலம் கிளைசினுடன் கலந்து ஹிப்யூரிக் அமில கழிவுப் பொருள் உண்டாகின்றது. பறவைகளில் பென்சாயிக் அமிலம் ஆர்னித்தினுடன் கலந்து ஆர்னித்தூரிக் அமிலம் என்ற கழிவுப் பொருளாக மாற்றமடைகிறது. குவானின் (Guanine) கழிவுப் பொருளாக சிலந்திகளில் மட்டும் வெளியேற்றப்படுகிறது. அது எப்படி உண்டாகிறதுஎன்பது தெரியவில்லை. அல்லன்டாயின் (Allantoin) என்பது மற்றொரு கழிவுப் பொருள். இது யூரிக் அமிலம் ஆக்ஸிகரணம் ஆவதால் உண்டாகின்றது.

நைட்ரஜன் வளர்சிதை மாற்றம்: புரதத்திலிருந்து தான் நைட்ரஜன் கிடைக்கின்றது. பொதுவாக எல்லா விலங்குகளிலும் ஒரே மாதிரி தான் அம்மோனியா பிரித்தெடுக்கப் படுகின்றது. செரித்தலின் போது புரதமானது புரோட்டியோலைட்டிக் நொதிகளினால் அமினோ அமிலங்களாக மாற்றப்படுகின்றது. பிறகு கல்லீரலில் அமினக்குறைப்பு(Deammination) நடைபெறுகின்றது

அமினக்குறைப்பின் போது அமினோ அமிலங்களிலிருந்தும் அம்மோனியா வெளியேற்றப்படுகிறது.

செரித்தலின் போது உண்டாகும் அமினோ அமிலங்களின் ஒரு பகுதி திசுக்களின் வளர்ச்சிக்கும் சேதம் அடைந்த திசுக்கள் புதுப்பிக்கப் படுவதற்கும் பயன்படுகிறது. மற்றொருபகுதி நொதிகள், ஹார்மோன்கள், மற்றும் பிற துகள்கள் உண்டாகு வதற்கும் பயன்படுகிறது. முதுகெலும்பற்றனவற்றுள் மிகுதி யான அமினோ அமிலங்கள் அமினோ அமிலங்ளாகவே கழிவுப் பொருட்களாக வெளியேற்றப்படுகின்றன.

அம்மோனியாவை அம்மோனியாவாகவும், யூரியாவாகவும் யூரிக்அமிலமாகவும், மற்றும் கழிவுப் பொருளாகவும் விலங்குகள் வெளியேற்றுகின்றன·

கழிவுப் பொருட்களை நீக்கும் விலங்குகள்

விலங்குகளை கழிவுப்பொருட்களை நீக்கும் முறை கொண்டு மூன்றாக வகைப்படுத்தியிருக்கிறார்கள்.

1. அம்மோனியா நீக்கி விலங்குகள் (Ammonotelic Animals)
2. யூரியா நீக்கி விலங்குகள் (Ureotelic Animals)
3. யூரிக் அமில நீக்கி விலங்குகள் (Urecotelic Animals)

அம்மோனியா நீக்கி விலங்குகள்: அம்மோனியாவை கழிவுப் பொருட்களாக நீக்கும் விலங்குகள் அம்மோனியா நீக்கி விலங்கு களாகும். விலங்குகள் எல்லா வகையிலும் கழிவுப் பொருட்களை வெளியேற்றுகின்றன. கரியமிலவாயு, சுவாசத் துவாரங்கள் மூலம் வெளியேறுகின்றது. யூரியா, யூரிக் அமில மும் இவ்வகை விலங்கு களில் கழிவுப் பொருட்களாக உண்டாகின்றன. மேற்சொன்ன கழி வுப் பொருட்களெல்லாம் சிறிதளவுதான் வெளியேற்றப்படுகின் றன. ஆனால் அம்மோனியா மற்ற எல்லா கழிவுப் பொருட்களை விடக் கூடுதலாக வெளியேற்றப்படுகின்றது என்று (52·2%) கணக் கிடப் பட்டுள்ளது. அதனால்தான் இவ்வகை விலங்குகளை அம்மோனியா நீக்கி விலங்குகள் என்று சொல்கிறோம்.

உடலில் பிரித்தெடுக்கப்படும் அம்மோனியா மேல் தோல் வழியாக வெளியேற்றப்படுகின்றது. புறத்தோலில் உள்ள துவாரங்கள் வழியாகவும் மற்றும் சவ்வுகள் வழியாகவும் வெளியே கசிகின்றது. கசிகின்ற அம்மோனியா நீரில் கரைகின்றது.

பொதுவாக அம்மோனியாவை வெளியேற்றும் விலங்குகள் நீரிலேயே வசிக்கின்றன. அம்மோனியா நீக்கி விலங்குகளில், முக்கியமானவை, சில ஒரு செல்லுயிரிகள், பல்சுனேக்காலிகள் (Polychaetes), கிரஷ்டேஷியன்கள், அப்ளிசியா (Aplysia), கணவாய் மீன்கள் (Sepia), பேய் கணவாய் மீன்கள் (Octopus) எலும்பு மீன்கள் (Teleosts), தலைப்பிரட்டை, முதலைகள் முதலியன.

அம்மோனியா நீக்கிகள் அம்மோனியாவை சிறுநீர் மூலமாகவும், செவுள்களின் வழியாகவும் வெளியேற்றுகின்றன. முள்தொலிகள், கிரஷ்டேஷியன்களில் அம்மோனியா அதிக அளவில் வெளியேற்றப்பட்டாலும், அவை அமினோ அமிலங்களையும் அதிகமாக (30%) வெளியேற்றிவிடுகின்றன. இதன் காரணம் இவ்வகை விலங்குகள் உணவினின்றும் எல்லா அமினோ அமிலங்களையும் பிரித்தெடுக்க முடியாததாகும்.

அம்மோனியா நீரில் கரையும் திறன் கொண்டதால் சிறிய விலங்குகள் தங்களின் புறத்தோலினுலேயே வெளியேற்றி விடுகின்றன. ஆனால் சிறப்புற்ற உயிரிகள் அம்மோனியாவைப் பிரித்தெடுத்து வெளியேற்றுவதற்குச் சில உறுப்புக்களைப் பெற்றிருக்கின்றன. முதுகெலும்பற்ற அம்மோனியா நீக்கி விலங்குகளில் கழிவுப் பொருட்களைப் பிரித்து எடுப்பதற்குச் சில உறுப்புக்கள் அமைந்திருக்கின்றன. இவ்வுறுப்புக்கள் ஊடு கலப்பு ஒழுங்குபாடு செயலையும் கவனித்துக்கொள்கின்றன. கழிவு நீக்க உறுப்புக்கள் அம்மோனியாவைப் பிரித்தெடுப்பதன்றி யூரியா யூரிக்அமிலம் போன்றவற்றையும் பிரித்தெடுக்கின்றன. பக்கம் 139ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணை சில அம்மோனியா நீக்கி விலங்குகளில் அம்மோனியாவும் மற்ற கழிவுப் பொருட்களும் எந்த விகிதத்தில் வெளியேற்றப்படுகின்றன என்பதைக் காட்டுகிறது.

கடல் மீன்கள் ட்ரைமெத்தில் அமைன் ஆக்சைடு அதிகமாக (28%) கழிவுப் பொருளாக வெளியேற்றினாலும் அவை அம்மோனியா நீக்கி விலங்குகளே. காரணம், மொத்த நைட்ரஜன் வெளியேற்றத்தில் 56% அம்மோனியாவாகவே வெளியேற்றுகின்றன. அம்மோனியா நீக்கம் மீன்களில் சூழ்நிலைக்குத்தக்கவாறும் மாறுவதுண்டு நுரையீரல் மீன்கள் (Lung Fishes) நீர் அதிகமாக உள்ள காலங்களில் யூரியாவைவிட அம்மோனியாவை மூன்று மடங்கு அதிகமாக வெளியேற்றுகின்றன. ஆனால் நீரற்ற வரண்ட காலங்களில் அம்மோனியா வெளியேற்றம் குறைந்துவிடுகின்றது. அவை சேற்று நிலத்தில் வேனல் உறக்கம்கொள்ளும்போது தசைகளில்

விலங்குகள்	அம்மோனியா	யூரியா	யூரிக் அமிலம்	அமினோ அமிலம்	பியூரின்	மற்றவை
1. ஆஃப்ரோடைட் (Aphrodite)	80	0·2	0·8	—	—	—
2. செப்பியா (Sepia)	67	1·7	2·1	7·8	4·9	—
3. சியோனா (Ciona)	87	—	—	—	—	—
4. அசிடியன்	95	—	—	—	—	—
5. கம்மாரஸ் (கடல்)	87	0	0	7	—	—
6. கார்சினஸ்	68	3	0·7	8·7	3 2	—
7. ஆர்கெஸ்டியா (Orchestia)	70	1	0	11	—	10
8. கம்மாரஸ் (நன்னீர்)	71	10	0	10	—	7
9 சைப்பிரினஸ்	60	6·2	0·2	6·5	—	22·

அம்மோனியா, யூரியாவாக மாற்றப்படுகின்றது. அதனல் அம்மோனியா நீக்கம் சூழ்நிலைக்குத் தக்கவாறும் மாறுபடுகின்றது என்று அறியலாம்.

யூரியா நீக்கி விலங்குகள்: எலும்பு மீன்கள் சிறிதளவு யூரியாவை வெளியேற்றுகின்றன. கடலில் வாழும் குருத்தெலும்பு மீன்களின் இரத்தத்தில் 2 விருந்து 2·5 சதவிகிதம் யூரியா இருப்பதாகக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. ஆனல் நன்னீரில் வாழ்வனவற்றுள் யூரியாவின் அளவு குறைவாகவே (1%) இருக்கின்றது. குருத்தெலும்பு மீன்களில் அதிக யூரியா காணப்படுவதன் காரணம் அவை பரிணும வளர்ச்சியில் வளர்சிதை மாற்ற முறையில் யூரியாவை அதிகமாக உண்டாக்கும் சக்தி பெற்றதால்தான். அதனல்தான் சுரா போன்ற குருத்தெலும்பு மீன்களின் மூளையைத் தவிர எல்லா திசுக்களும் யூரியாவை உண்டாக்கும் சக்தி பெற்றிருக்கின்றன. அதிகமான அளவு (80%) யூரியாவைக் கழிவுப் பொருளாக வெளியேற்றவும் செய்கின்றன. யூரியா சுரா மீன்களில் செவுள்களின் வழியாகத்தான் வெளியேற்றப்படுகின்றது. சுராமீன்களின் முட்டைகளிலும் அதிகமான அளவு யூரியா காணப்படும். கருக்கள் முதலிலேயே யூரியாவை உண்டாக்கும் சக்தி பெற்று விடுகின்றன.

நில நீர் வாழ்வன தங்களுடைய முழுவளர்ச்சி நாட்களில் யூரியா நீக்கி விலங்குகளாகவே வாழுகின்றன. தேரை, தவளை

களின் சிறு நீரகங்களில் உள்ள சிறு நீரகக் குழாய்களில் யூரியா பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றது. பாலூட்டிகள் எல்லாம் யூரியா நீக்கி விலங்குகளைச் சார்ந்தனவையே. பாலூட்டியின் கரு திரவச் சூழ்நிலையில்தான் வளருகின்றது. கரு நிலையில் கழிவுப் பொருட்கள் தாயின் இரத்த ஓட்டத்தில் கலக்கின்றன. முழு வளர்ச்சி நிலையில் சிறு நீரகங்களில் யூரியா திடப்பொருளாக மாற்றப் படுகின்றது. சிறு நீரகங்களில் திரும்பவும் நீர் உறிஞ்சப்படுவதால் யூரியா மேலும் திடப்பொருள் நிலையை அடைகின்றது. பாலைவனத்தில் வசிக்கும். பாலூட்டிகளின் சிறு நீரகக்குழாய்களில் யூரியா, அதிகம் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றது. கால் நடைகள் சில நேரங்கள் யூரியாவிலிருந்து புரதத்தைத் தயார் செய்து கொள்கின்றன. ஒட்டகம், ஆடு போன்றவை புரதம் குறைந்த உணவைச் சாப்பிடும்போது யூரியாவை அதிகமாக வெளியேற்றுவதில்லை. காரணம், அவை யூரியாவிலிருந்து புரதத்தைத் தயார் செய்து கொள்ள முயல்வதுதான்.

விலங்குகள்	யூரியா	அம்மோனியா	யூரிக் அமிலம்	அமினோ அமிலம்	பியூரின்	மற்றவை
1. மண்புழு (உணவில்லாத)	84·4	8·6	0·7	—	—	7
2. டார்பிடோ (Tarpedo)	85·3	1·7	—	1·7	—	—
3. தவளை	84	3·2	0·4	—	—	—
4. நாய் (வளர்ச்சி அடைந்தது)	88	2·7	0·4	—	—	—
5. மனிதன் (கரு)	70	7.6	·8	—	—	—
6. முழு வளர்ச்சி	85	3·5	2·2	—	—	—
7. பூனை	72·84	4·8	1·3	1·7	—	10
8. ஒட்டகம்	68	2·4	1·3	1·7	—	10
9. சிறுத்தை	87·1	3·2	0·06	0·86	0·25	·52

மேலே கண்ட அட்டவணை சில விலங்குகளின் யூரியா, மற்றும் கழிவுப் பொருட்களின் வெளியேற்றத்தின் அளவினைக் காட்டுகிறது.

யூரிக் அமில நீக்கி விலங்குகள் : யூரிக் அமில நீக்கி விலங்குகள் பொதுவாக வறண்ட சூழ்நிலையில் வசிக்கின்றன. பூச்சிகளில் பல யூரிக் அமில நீக்கிகளாகும். சில நீரில்வாழும் பூச்சிகள் சூழ்நிலைக்கேற்றவாறு அம்மோனியாவை வெளியேற்று

கின்றன. மால்பீஜியன் நுண்குழாய்களில்தான் (Malpighian tubules) யூரியாவும் யூரிக்அமிலமும் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. மால்பீஜியன் நுண்குழாய்களில் திரும்பவும் உறிஞ்சப்பட்ட பிறகு (Reabsorption) அதில் யூரிக்அமிலம்தான் அதிகமாக உள்ளதாகக் கணக்கிடப் பட்டுள்ளது. லூசிலியா (Lucilia) கூட்டுப்புழு பருவத்தில் யூரிக்அமிலத்தைக் கழிவுப்பொருளாக வெளியேற்று கின்றது. லெப்பிடாப்டீரா (Lepidoptera) புழுப்பருவத்தை விட கூட்டுப்புழு பருவத்தில் அதிகம் யூரிக் அமிலத்தை வெளி யேற்றுகின்றது.

அட்டவணை: சில விலங்குகளின் யூரிக்அமிலம் மற்றும் நைட்ரஜன் கழிவுப் பொருட்களின் விகிதங்கள்.

விலங்குகள்	யூரிக் அமிலம்	அம்மோனியா	யூரியா	அமினோ அமிலம்	பியூரின்	மற்றவை
1. ஆமை	55	2·8	20·2	4·4	—	1·7
2. மலைப்பாம்பு	89	8·7	—	2·3	—	—
3. பிரைநோ சோமா	98	0·6	—	0	—	குறைவு
4. கோழி	87	3·4	—	10	—	—
5. கோழி கரு முதல் நாள்	46	29	25	—	—	—
10 நாள்	64	5	31	—	—	—
21 நாள்	78	11	11	—	—	—
6. ரோட்னீயஸ் (Rhodnius)	90·92	0	குறைவு	0	—	—
7. அட்டாக் கஸ்	80.8	1·8	குறைவு	9·5	—	—
8. ஏடெஸ் (Aedes)	47·3	6·4	11·9	4·4	—	19
9. கொசு	46·9	10	7·9	5.5	—	20

நன்னீரிலும், நிலத்திலும் வளரும் உடற்காலிகளின் (Gastro pods) வளர்ச்சி நிலைகளில் யூரிக் அமிலத்தின் உற்பத்தியும் அதிக மாகிக் கொண்டு வருவதைப் பார்க்கலாம். அவை வேனில் உறக்கம் கொள்ளும் போது சிறுநீரகங்கள் அதிகமான யூரிக் அமிலத்தைச் சேமித்து வைக்கின்றன. பல்லிகள், ஓணான்கள், பாம்புகள் யாவும் யூரிக்அமில நீக்கிகளாகும். நைட்ரஜன் கழிவுப் பொருட்கள் முட்டையினுள் கருவளரும் பொழுதும் உண்டாகின்றன. கழிவுப்பொருட்கள் முட்டை பொரிக்கும் சமயத்தில்தான் வெளியேற்றப்படுகின்றன. ஃபிரைய்நோசோமா

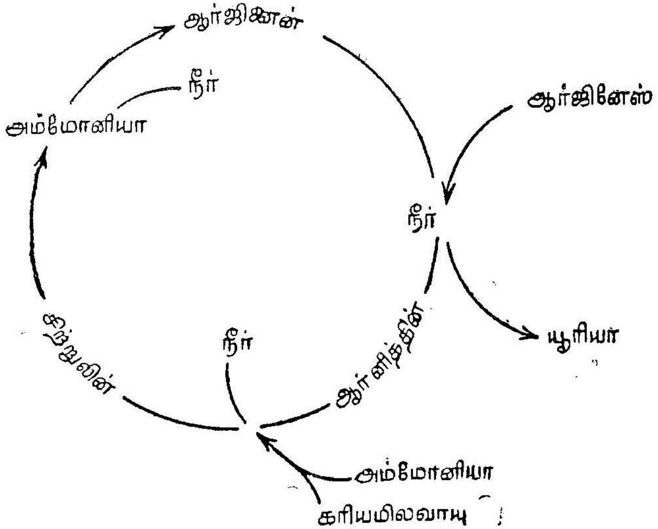
வில் (Phrynosoma)யூரிக்அமிலம், காய்ந்த உருண்டையாக வெளி வருகின்றன.

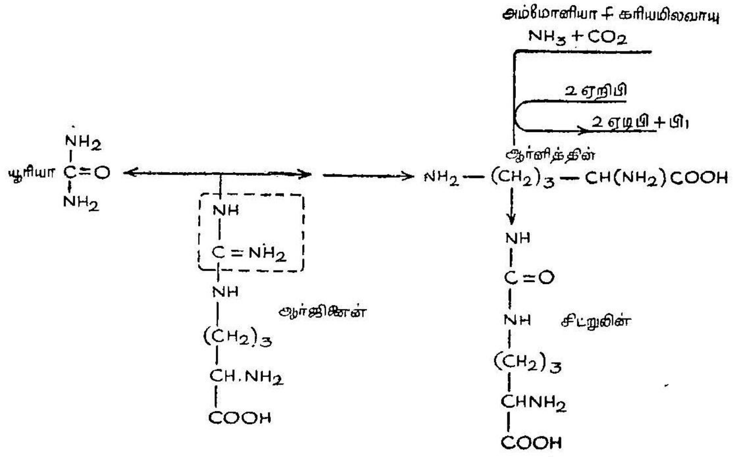
பறவைகளும் யூரிக்அமில நீக்கிகள்தான். அவை புரதத்தி லிருந்து யூரிக்அமிலத்தைப் பிரித்தெடுக்கின்றன. கழிவுப் பொருள் வெளியேற்றம் அடர்ந்த திரவப் பொருளாக இருக்கும். யூரிக்அமில நீக்கி விலங்குகளின் இரத்தத்தில் யூரிக் அமிலம் அதிகமாகக் கலந்திருக்கும். ஆனாலும் யூரிக்அமிலம் இரத்தத்தில் அதிகமாகக் கலந்திருப்பதால் குறிப்பிட்ட விலங்கில் யூரிக் அமிலம் தான் அதிகமான அளவில் வெளியேற்றப்படுகின்ற கழிவுப் பொருள் என்று கொள்வதிற்கில்லை.

யூரியா உண்டாகும் முறை : கிளமென்டி (Clementi) யூரியா நீக்கி விலங்குகளின் ஈரலில் ஆர்ஜினேஸ் என்ற இரசாயனப் பொருள் இருப்பதை அறிந்தார். நைட்ரஜனை யூரிக் அமிலமாக வெளியேற்றும் விலங்குகளில் ஆர்ஜினேஸ் இல்லையென்றும் அவர் அறிந்தார். அதனால் யூரியா உண்டாவதற்கும் ஆர்ஜினேஸுக்கும் ஏதோ ஒரு தொடர்பு இருக்க வேண்டும் என்று தெரிய வந்தது. கிரெப், ஹென்சிலீட் (Kreb and Hensleit) என்ற இரு ஆராய்ச்சி யாளர்களே யூரியா உண்டாவதற்கும் ஆர்ஜினேசுக்கும் உள்ள தொடர்பினை முதலில் அறிந்தவர்கள். தொடர்ச்சியான சில வேதியல் செயல்களால் யூரியா உண்டாகிறது என்றும் ஆர்ஜி னேஸ் யூரியா உண்டாவதில் முக்கிய பங்கேற்கிறது என்றும் அறிந் தனர். தொடர்ச்சியான அல்லது வட்டமாக அமைந்துள்ள வேதி யல் அல்லது இரசாயனச் செயல்களை ஆர்னித்தின் வட்டம் (Ornithine cycle)என்று அழைத்தார்கள். ஆர்னித்தின் வட்டத்தை பாலூட்டிகளில் முதலில் கண்டு பிடித்தது கிரெப் என்பவர்தான்.

ஆர்னித்தின் வட்டம் நடைபெறும் முறையைச் சுருக்கமாகச் சொல்லலாம். முதலில் ஆர்னித்தின் வட்டம் ஆர்னித்தின் என்ற அமினோ அமிலத்திலிருந்தே தொடங்குகின்றது. ஆர்னித்தின் முதலில் அம்மோனியாவுடன் கரியமில வாயுவும் கலந்து சிட்ரு லின் (Citrulline) உண்டாகிறது. இந்த வேதியச் செயலில் நீர் வெளியேற்றப்படுகிறது. சிட்ருலின் அம்மோனியாவுடனும் நீரு டனும் கலந்து ஆர்ஜினேன் உண்டாகின்றது. இப்பொழுது ஆர்ஜினேஸ் என்ற நொதி ஆர்ஜினேஸை ஆர்னித்தினாகவும் யூரியாவாகவும் மாற்றுகின்றது. இந்த மாற்றங்களெல்லாம் கல்லீரலிலேயே நடைபெறுகின்றன.

ஆர்ஜினேஸ் குருத்தெலும்பு மீன்களின் தசைகளிலும் காணப் படுகின்றது. அதனால் மீன்களின் தசைகளில் ஆர்ஜினேஸின் உதவியால் யூரியா உண்டாகின்றது.





விலங்குகளில் (முதுகெலும்பல்லனவற்றுள்) கழிவுப் பொருட்களின் வெளியேற்றம்

கழிவுப் பொருட்கள் வெளியேறுவது இரண்டு முறைகளில் நடைபெறலாம். செல்களின் அல்லது விலங்கின் வெளித் தோல்

மெல்லியதாக இருந்தால் அதன் வழியே ஊடுருவிச் செல்லலாம்; அல்லது சிறு நாளங்கள் அல்லது குழாய்கள் கழிவுப் பொருட்களை உடலிலிருந்து எடுத்து வெளியேற்றுவதாகவும் அமையலாம். முதலில் சொன்ன முறை முன்னேற்றமடையாத சில நீரில் வாழும் விலங்குகளிலேயே காணப்படுகின்றது. செயல் முறை மண்டலங்கள் சிறப்பாக வளர்ந்த விலங்குகளில் மேற்சொன்ன இரண்டாம் முறையினைக் காண்கிறோம்.

நாளங்கள் மூன்று வகைப்படுகின்றன. பரிணாம வளர்ச்சியில் முதலாவதாகத் தோன்றியது முதல் கழிவுநீரகம் (Proto Nephridium). இது புறத்தோலிலிருந்து உள்ளாக வளர்ந்து வந்திருப்பதாகும். முதல் கழிவு நீரகம் செல் போன்ற அமைப்புடையது. அதனுள் வெற்றிடமும் அதில் சில சிலியாக்களோ (குறுகிழைகள்) அல்லது சாட்டைகளோ (Cilia or Flagella) உண்டு. இதனை சுடர் செல்கள் (Flame Cells) என்றும் சொல்வதுண்டு. பின்வரும் சில விலங்குகளில் சிலியாக்கள் செல்லினுள் இருக்காமல் அல்லது செல்லிற்கு வெளியாக உடற்குழிக்குள் நீண்டு கொண்டிருக்கும். இதையே இடை கழிவு நீரகம் (Meta Nephridia) என்று சொல்வதுண்டு இவ்வகைக் கழிவு நீரகங்களுக்கு வெளித் துவாரமும் உள் துவாரமும் இருக்கலாம். மேற்சொன்ன கழிவு நீரகங்கள் தட்டைப் புழுக்கள், ரோட்டிஃபெர்கள் (Rotifers), உருண்டைப் புழுக்கள், வளைப்புழுக்கள், மெல்லுடலிகளின் லார்வாக்கள் ஆகியவற்றில் பார்க்கலாம்.

உடற்குழி நாளங்கள் (Coelomoducts) கழிவு நீரகங்களுக்கும் மாறுபட்டது. உடற்குழி நாளங்கள் உடற்குழி சுவற்றில் அதாவது நடு அடுக்கிலிருந்து (Mesoderm) உண்டானவை. இவற்றினுள்ளும் சிலியாக்கள் உள்ள வெற்றிடங்கள் உண்டு. முதுகெலும்பு விலங்குகளின் சிறு நீரகத்தில் உள்ள நாளங்கள் இவ்வகை உடற்குழி நாளங்களே. உடற்குழி நாளங்கள் வளைப்புழுக்கள், மெல்லுடலிகள், கிரஸ்டேஷியன்கள், தேள்கள், முள்தோலிகள் ஆகியவற்றில் காணப்படுகின்றன. ஆனால் எல்லாவகை விலங்குகளில் காணப்படும் உடற்குழி நாளங்களும் ஒன்று போல் இருப்பதில்லை. கிரஸ்டேஷியன்கள், பூச்சிகள், சிலந்திகள் ஆகியவற்றுள் சிலவகை நாளங்கள் உணவுப் பாதையுடன் சேர்ந்திருக்கின்றன. அதனால் உணவுப் பாதை வழியாகவும் கழிவுப் பொருட்கள் வெளியேற்றப் படுகின்றன.

ஒருசெல் உயிரிகளில் அமீபா நைட்ரஜனை யூரிக் அமிலமாக வெளியேற்றுகின்றது. டைடினம் அம்மோனியாவாகவும், பரமேசியம்

யூரியாவாகவும் வெளியேற்றுகின்றன. சுருங்கி விரியும் வெற்றிடங்கள் ஒரு செல் உயிரிகளில் உண்டு. இவை மிகுதியான நீரைச் சேர்த்து வெளியேற்றுகின்றன. வெளியேற்றப்படும் நீரில் கழிவுப் பொருட்களும் கலந்திருக்கலாம். ஆனல், பொதுவாகக் கழிவுப் பொருட்கள் உடலின் எல்லாப் பகுதி வழியாகவும் வெளியேற்றப்படுகின்றன. சில ஒருசெல் உயிரிகளைச் சுற்றியுள்ள ஓடும் (Shell) கழிவுப் பொருள் என்றே கருதப்படுகின்றது. (ஓடு, கால்சியம் கார்பனேட், ஸ்ட்ரான்சியம் சல்பேட், சிலிக்கா, நைட்ரஜன் கலந்த பொருள்களால் ஆனது.) இதன்காரணம், பொதுவாக உயிரிகளைச் சுற்றிதான் ஓடு உண்டு. ஆனல், சில ஒரு செல் உயிரிகளைச் சுற்றியுள்ள ஓடுகளுக்கு வெளியேயும் புரோட்டோபிளாசம் காணப்படுகிறது. அதனல், ஓடுகள் உயிரிகளின் பாதுகாப்பிற்காகத்தான் உண்டாகின்றன என்ற நியதியைப் பொய்யாக்குகின்றது.

குழியுடலிகளில் ஒரு செல் உயிரிகள் போன்றே கழிவுப் பொருட்களும் வெளியேற்றப்படுகின்றன. கழிவுப் பொருட்களை வெளியேற்றுவதற்கென்று தனி உறுப்புகள் இல்லை. ஆனல், குறிப்பிட்ட இடங்களில் கழிவுப் பொருட்கள் குவிகின்றன என்றும் அவ்விடத்தில் அவை மொத்தமாக வெளியேற்றப்படுகின்றன என்றும் நம்பப்படுகிறது.

தட்டைப்புழுக்களில் சுடர் செல்கள் (Flame cells) இருக்கின்றன. இவை முதல் கழிவு நீரகங்கள். மேற்சொன்ன கழிவு நீரகங்களின் செல்களில் சிலியாக்கள் உண்டு. அவை நைட்ரஜனை அம்மோனியாவாக மாற்றி வெளியேற்றுகின்றன. உருண்டைப் புழுக்களில் சிலியாக்களும் இல்லை. சுடர் செல்களும் இல்லை. ஆனல் H அல்லது π போன்ற அமைப்புடைய ஒருசெல்லாலான நாளம் (ஒரு பெரிய செல் குடைந்து எடுக்கப்பட்டது போன்று) காணப்படுகின்றது. சில புழுக்கள் சிறிதளவு யூரியாவையும் அமினே அமிலங்கள் ஆகியவற்றையும் வெளியேற்றுகின்றன. உருளைப்புழுக்களிலும் நைட்ரஜன், அம்மோனியாவாகவே வெளியேற்றப்படுகின்றது. கழிவுநீரகங்கள் (Nephridia) ஒவ்வொரு கண்டத்திலும் உண்டு (சில கண்டத்தில் தவிர). அதனல்தான் கழிவு நீரகங்களைக் கண்ட உறுப்புகள் (Segmental organs) என்றும் சொல்வதுண்டு. இவை உடற்குழியிலுள்ள கழிவுப் பொருட்களை உட்புழையின் (Nephrostome) வழியாக உறிஞ்சி வெளிப்புழை (Nephridiopore) வழியாக வெளியேற்றுகின்றன என்பது உண்மை. ஆனல், கழிவுநீரகங்களின் செயல்முறைகளை விளக்கமாக இன்னும் அறிய முடியவில்லை. குளோரகோஜன்

10

செல்களும் (Chloragogen Cells) கழிவுப் பொருட்களை வெளி யேற்றத் துணை செய்கின்றன. அவை யூரியாவை உண்டாக்கு கின்றன. குடல் சுவரிலிருந்தும் அவை விலகி உடற்குழிக்குள் விழுகின்றன. உடற்குழியிலிருந்து கழிவு நீரகங்களின் உட் புழைகள் உறிஞ்சி எடுத்து விடுகின்றன. அவை வெளிப்புழை வழியாக வெளியேற்றப்படுகின்றன.

கிரஷ்டேஷியாவில் டெக்காபோடுகள்தான் (Decapods) நன்ருக ஆராயப்பட்டு வந்திருக்கின்றன. டெக்காபோடுகளில் அதிகமாக அம்மோனியாவாகவும் சிறிதளவு அமினோ அமிலங்களா கவும் கழிவுப் பொருட்கள் வெளியேற்றப்படுகின்றன. கிரஷ் டேஷியாவில் மேல்தாடை சுரப்பி (Maxillary Gland), உணர் கொம்பு சுரப்பி (Antennary Gland) இவை யாவும் கழிவுப்பொருட் களை வெளியேற்றும் உறுப்புகளாகும். டெக்காபோடுகளில் பச்சை சுரப்பிகள் (Green Glands) உண்டு. ஆனால், இவற்றில் நைட்ரஜன் கழிவுப் பொருட்கள் சிறிதளவே வெளியேற்றப்படு கின்றன. இரால் மீன்களின் கல்லீரலும் கழிவுப் பொருட்களை வெளியேற்றும் பணியைச் செய்கின்றது.

ஆம்ஃபிபோடுகளும் (Amphipods) ஐசோபோடுகளும் அம்மோனியாவை அதிகமாக வெளியேற்றுகின்றன. கடலில் வாழும் லிஜியா (Ligia) 70—80 சதவிகிதம் அம்மோனியாவை வெளியேற்றுகின்றது. பூச்சிகள் யூரிக் அமிலத்தைத்தான் பிரதான கழிவுப் பொருளாக வெளியேற்றுகின்றன. ஆனல், யூரியாவும் சில பூச்சிகளில் குறைவான அளவில் காணப்படுகின்றது. நீரில் வாழும் பூச்சிகளில் அம்மோனியாதான் முக்கிய கழிவுப் பொரு ளாகும்; பூச்சிகளில் மால்பீஜியன் குழாய்கள் இருக்கின்றன. மால்பீஜியன் குழாய்கள் வெவ்வேறு பூச்சிகளில் வெவ்வேறு அமைப்புடையன. அவை மலக்குடலின் ஆரம்பத்தில் உணவுப் பாதையுடன் சேருகின்றன. இரண்டிலிருந்து நூறு மால்பீஜியன் குழாய்கள் உண்டு. மால்பீஜியன் குழாய்கள்மூலம் யூரேட்டும் கரி யமிலவாயுவும் வெளியேற்றப்படுகின்றன. மால்பீஜியன் குழாய் கள் முதுகெலும்பி விலங்குகளின் சிறுநீரகக் குழாய்போன்றதே. மால்பீஜியன்குழாய்களின் முதற்பகுதியில் பொட்டாசியம் அல்லது சோடியம் யூரேட் உறிஞ்சப்படுகின்றது. பின்பகுதியில் நீரும் கார உப்புகளும் திரும்பவும் உறிஞ்சப்படுகின்றன. அதனல் கழிவுப் பொருட்கள் அடர்ந்த யூரிக் அமிலமாகக் காணப் படுகின்றன. பூச்சிகள் நீரைச் சேர்த்து வைக்க வேண்டிய அவசியம் உள்ளதால்தான் இத்தகைய தகவமைப்பை அவை மேற்கொண்டிருக்கின்றன. சில பூச்சிகளில் மலக்குடலில்தான் நீர் திரும்ப உறிஞ்சப்படுகிறது.

மெல்லுடலிகளின் இரு வால்வுகளில் (Lamelli Branches) அம்மோனியாதான் பிரதான கழிவுப் பொருள். யூரியாவும் பியூரினும் சிறிதளவு காணப்படுகின்றன. போஜானஸ் உறுப்பில் (Organ of Bojanus) மக்னிசியமும் பாஸ்ஃபேட்டும்தான் உள்ளதாக ஆராயப்பட்டுள்ளது.

கீபர் உறுப்பு (Keber's Organ) நைட்ரஜன் கழிவுப் பொருட்களை வெளியேற்றுகின்றது. அது எம்முறையில் நடைபெறுகின்றது என்பது தெரியவில்லை. உடற்காலிகளில் சிறுநீரகம் உண்டு. நத்தை போன்ற தரைவாழ்வனவற்றில் நைட்ரஜன் யூரியாவாகவும், அப்லிசியா (Aplysia) போன்ற கடல் வாழ்வனவற்றில் அம்மோனியாவாகவும் வெளியேற்றப்படுகிறது. மற்றும் யூரிக் அமிலம், அமினோ அமிலங்கள், பியூரின்களும் சிறிதளவு காணப்படும். தலைக்காலிகளின் சிறுநீரில் அம்மோனியா, ட்ரை மெத்தில் அமென் ஆக்சைடு, அமினோ அமிலங்கள், யூரியா ஆகிய கழிவுப் பொருட்கள் சிறிதளவாகக் கலந்திருக்கின்றன.

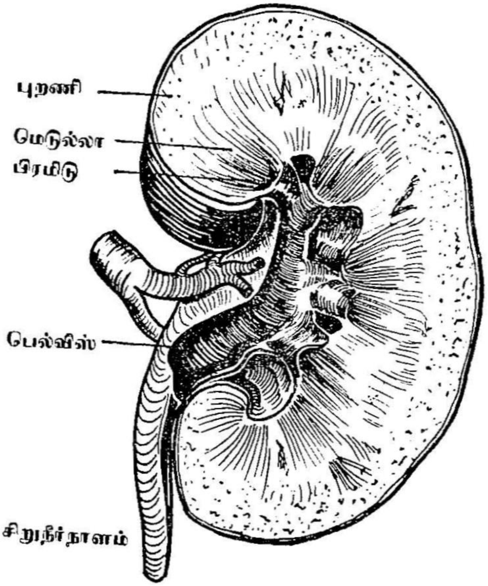
முள்தோலிகளில் நைட்ரஜன் கழிவுப் பொருட்கள் நீர் இரத்த ஓட்டம் (Water-Vascular System) மூலமே வெளியேற்றப்படுகின்றது. நீர் இரத்த ஓட்டத்தில் ஓடும் திரவத்தில் நைட்ரஜன் கழிவுப் பொருட்கள் கலந்திருப்பதை ஆராய்ச்சியாளர்கள் அறிந்திருக்கின்றனர்.

முதுகெலும்பி விலங்குகளின் சிறுநீரகம்

முதுகெலும்பி விலங்குகளின் சிறுநீரகம் சிறப்பாக வளர்ச்சி பெற்றிருக்கின்றது. மேலும் எல்லா சூழ்நிலைக்கும் தகவமைத்துக் கொண்டிருக்கிறது. நீர், நைட்ரஜன் மற்றும் உப்புகள் எல்லாம் சிறுநீரகத்தில் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. முதுகெலும்பி விலங்குகளில் பொதுவாக இரண்டு சிறுநீரகங்கள் உண்டு. அவை வயிற்றறையில் முதுகுப்புறமாக முதுகெலும்புத் தொடருக்கு இரு பக்கத்திலும் இருக்கும். எல்லா முதுகெலும்பி விலங்குகளின் சிறுநீரகங்களும் அடிப்படை அமைப்பில் ஒன்றுபோலவே இருக்கின்றன.

முதுகெலும்பி விலங்குகளின் சிறுநீரகத்தையும் அது வேலை செய்யும் முறையினையும் பார்ப்போம். சிறுநீரகத்தின் நெடிய வெட்டுத் தோற்றத்தை எடுத்து அதனின் உட்பாகங்களைப் பார்க்கலாம் (படம் 16). சிறுநீரகத்தின் வெளிப்பாகம் அடர்த்தியாக உள்ளது. இதைப் புறணி (Cortex) என்று சொல்வதுண்டு.

புறணிக்கு உள்ளாக இருக்கும் சிறுநீரகத்தின் மத்திய பாகத்திற்கு மெடுல்லா (Medulla) என்று பெயர். மெடுல்லாவில் சில குமிழ்

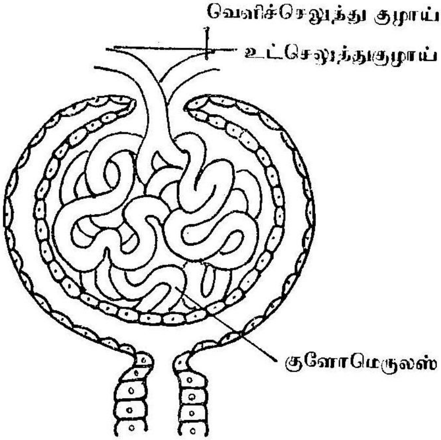


படம் 16
பாலூட்டியின் சிறுநீரகத்தின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம்

போன்ற அமைப்புகள் புறணியை நோக்கிச் செல்கின்றன. இவை பிரமிடுகளாகும். பிரமிடுகள் என்பது சிறுநீரக நுண் குழாய்களின் (Urinary Tubules) தொகுப்புதான். இவை சிறுநீரகத்தின் உட்பாகத்தில் உள்ள பள்ளத்தில் முடிகின்றன. இப் பள்ளமே பெல்விஸ் (Pelvis) என்பது. பெல்விசிலிருந்து சிறுநீர் நாளம் கீழ் நோக்கிப் பாய்கின்றது. இரண்டு சிறுநீரகத்தின் நாளங்களும் அடிவயிற்றுப்பகுதியில் உள்ள சிறுநீர்ப்பையில் (Urinary Bladder) திறக்கின்றன.

புறணியை உருப்பெருக்கியின் துணை கொண்டு பார்க்கும் பொழுது அதில் பல உருண்டை வடிவ அமைப்புகளைப் பார்க்கலாம். இவை மால்பீஜியன் (Malpighian) உறுப்புகளாகும். மால்பீஜியன் முடிச்சு இரண்டு சுவர்களாலானது. சுவர்கள் ஒரு குவிந்த பெட்டகம் போன்றிருப்பதால் அது பௌமான் பெட்டகம் என்று அழைக்கப்படுகின்றது. அதன் உள் பாகத்தில்

உள்ள இரத்தத் தந்துகிகளின் தொகுதிக்கு குளோமெருலஸ் (Glomerulus) என்று பெயர் (படம் 17). பௌமான் பெட்டகத்தின்



படம் 17

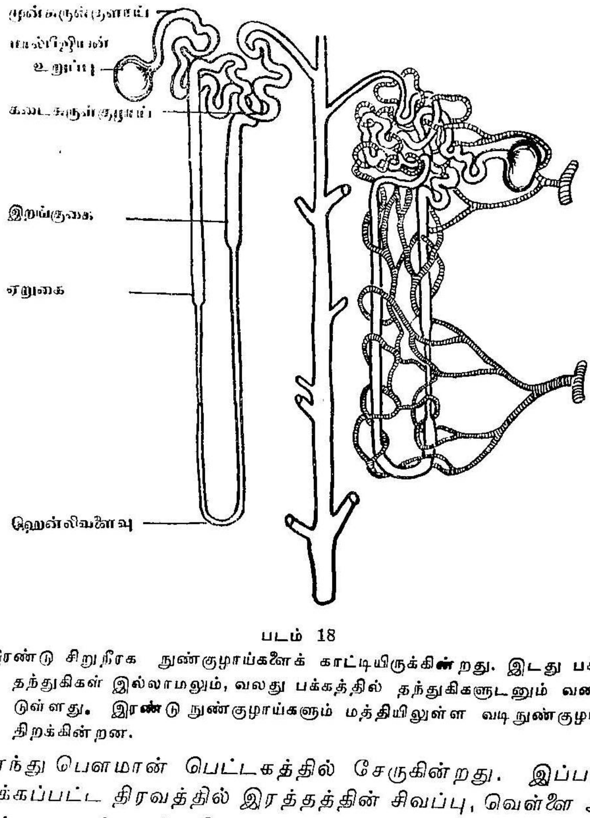
குளோமெருலஸின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம்

சுவர்கள் மெல்லியன. மேலும் இரத்தக் குழாயிலுள்ள இரத்தத்திற்கும் பௌமான் பெட்டகத்திற்கும் இடையே மெல்லிய சுவர்கள் தான் இருக்கின்றன. சுவர்கள் மெல்லியதாக இருப்பதால் இரத்தத்திலிருந்து சிறுநீர் பிரிந்து உட்புகுவதற்கு எளிதாக இருக்கின்றது. மால்பீஜியன் முடிச்சிலிருந்து புறப்படும் நுண் குழாய் புறணியிலும் மெடுல்லாவிலும் சுற்றிச் சுற்றி வளைந்து செல்கிறது. நுண்குழாய் சுற்றிச் செல்லும்பொழுது நீண்ட 'U' வடிவ அமைப்பு ஏற்படுகின்றது. இதற்கு ஹென்லி வளைவு என்று பெயர் (படம் 18). ஒவ்வொரு நுண்குழாயும் பல இரத்தத் தந்துகிகளால் சூழப்பெற்றிருக்கின்றது. இதனால் மேலும் இரத்தத்திலிருந்து கழிவுப் பொருட்கள் பிரிந்து நுண்குழாயினுள் சேர வாய்ப்பிருக்கின்றது. ஹென்லி வளைவுக்குப் பிறகு நுண்குழாய் ஓர் அகன்ற வடி நுண்குழாயுடன் சேருகிறது. இதேபோன்று பல நுண்குழாய்கள் ஒரு வடி நுண்குழாய்க்குள் (Collecting Tubules) சேருகின்றன.

குளோமெருலசில் வடித்தல்

குளோமெருலசில் சுமார் 50 தந்துகிகளின் வளைவுகள் இருக்கும். இத் தந்துகிகளில்தான் இரத்த ஓட்டத்தின் வேகம்

அதிகமாக இருக்கும். தந்துகிகளின் சுவரும் மிக மெல்லியதாக இருக்கின்றது. இதனால் தந்துகிகளின் வழியாகப் பிளாஸ்மா



படம் 18

இரண்டு சிறுநீரக நுண்குழாய்களைக் காட்டியிருக்கின்றது. இடது பக்கத்தில் தந்துகிகள் இல்லாமலும், வலது பக்கத்தில் தந்துகிகளுடனும் வரையப்பட்டுள்ளது. இரண்டு நுண்குழாய்களும் மத்தியிலுள்ள வடிநுண்குழாய்க்குள் திறக்கின்றன.

கரைந்து பௌமான் பெட்டகத்தில் சேருகின்றது. இப்படியாக வடிக்கப்பட்ட திரவத்தில் இரத்தத்தின் சிவப்பு, வெள்ளை அணுக்களும் புரதங்களும் இருக்காது. மற்ற எல்லா உப்புகளும் கழிவுப் பொருட்களும் இரத்தத்தில் கலந்துள்ள அளவு போன்றே கலந்திருக்கும். குளோமெருலசில் வடிக்கப்பட்ட பிளாஸ்மாவில் இரத்தச் செல்களும் புரதங்களும் மட்டுமே இல்லாதிருப்பதால் அது புரதமில்லா இரத்த பிளாஸ்மா (Protein free Filtrate of the Blood Plasma) என்று சொல்லப்படுகின்றது. சிறுநீர் வடித்தெடுக்கப்படுவது முதல் நிலையாதலால் முதல் சிறுநீர் என்றும் சொல்லலாம்.

இரத்தத்தில் கலந்திருக்கும் சர்க்கரை, உப்புகள், யூரியா, அமினோ அமிலங்கள் போன்றவை முதல் சிறுநீரிலும் காணப்

படுகின்றன. மேலும் மேற்கண்ட பொருட்களின் அளவும் இரத்தத்திலும் முதல் சிறுநீரிலும் ஒன்றுபோலவே கரைந்திருப்பதாக அளவிடப்பட்டுள்ளது. இக் கருத்தினையே பௌமான், லட்விக் (Bowman and Ludwig) என்ற இரு ஆராய்ச்சியாளர்களின் பரிசோதனைகளும் வலியுறுத்தியுள்ளன.

குளோமெருலசில் இரத்த ஓட்டத்தின் அழுத்தம் அதிகம் உள்ளது என்று பார்த்தோம். இந்த இரத்த அழுத்தமே நீர்நிலை அழுத்தமாகும் (Hydrostatic Pressure). குளோமெருலசில் பொதுவாக நீர்நிலை அழுத்தம் 70-லிருந்து 90 mm. Hg இருக்கும். ஊடு கலப்பு ஒழுங்குபாடு (Osmotic Regulation) தத்துவ நியதிப்படி குறைந்த அடர்த்தியுடைய திரவத்திலிருந்து அதிக அடர்த்தி உள்ள திரவத்திற்கு நீர் ஊடுவுறுகின்றது என்பதாகும். குளோமெருலசில் வடித்தலில் இரத்தத்திலுள்ள எல்லாப் பொருட்களும் (அணுக்கள் புரதம் நீங்கலாக) தந்துகிகளின் சுவர் வழியாகக் கடந்து வருகின்றன. புரதம் சார்ந்த கொலாய்டு பொருட்கள் வடித்தலில் ஊடுருவுவதில்லை. இதன் காரணம், இரத்தப் பிளாஸ்மாவின் ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபாடு அழுத்தம் முதல் சிறுநீரை விட அதிகமாக இருப்பதுதான்.

நாளங்கள் உட்கிரகித்தல்

குளோமெருலசில் வடித்தெடுக்கப்பட்ட முதல் சிறுநீர் நாளங்களின் அல்லது குழாய்களின் வழியாக வடிகுழாய்க்குள் வருகின்றது. நாளங்களில் முதல் சிறுநீரின் பகுதிப் பொருட்கள் சில திரும்பவும் உட்கிரகிக்கப்படுகின்றன. லட்விக், குஷ்னி (Cushny) போன்றவர்கள் நாளங்களில் திரும்பவும் உட்கிரகித்தல்பற்றிப் பல பரிசோதனைகள் செய்திருக்கின்றார்கள். நாளங்களில் முதல் சிறுநீர் வரும்பொழுது நீர், சில உப்புகள், யூரியா, சர்க்கரை போன்றவை திரும்பவும் உறிஞ்சப்படுகின்றன. உறிஞ்சப்படுபவை தந்துகிகளிலுள்ள இரத்தத்தில் சேர்ந்துவிடுகின்றன. குளோமெருலசிலும், மற்றும் சிறுநீர் நுண் குழாய்களின் வெவ்வேறு இடங்களிலும் உள்ள சிறுநீரை நுட்பமான செயல்முறைகளைக் கொண்டு ஆராய்ந்துள்ளனர். இதிலிருந்து சில உண்மைகள் தெரிந்துள்ளன. 1. முதல் சிறுநீரில் கரைந்திருக்கும் சர்க்கரை ஹென்லி வளைவில் சிறுநீர் வருவதற்குள் முழுவதுமாக உறிஞ்சப்படுகிறது. 2. முதல் சிறுநீர் அதிக அளவுடையதாகவும் நாளத்தின் கடைப்பகுதியில் அது அளவில் குறைந்தும் விடுகின்றது. 3. குளோரைடு உப்புகளும் யூரியாவும் நாளங்களிலிருந்து திரும்பவும்இரத்தத்திற்கு உறிஞ்சப்படுகிறது. 4. நாளத்

தின் முதலிலும் ஹென்லி வளைவிலும் நீர், முதல் சிறுநீரிலிருந்து திரும்பவும் இரத்தத்திற்கு உறிஞ்சப்படுகின்றது.

கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணை இரத்த பிளாஸ்மா, முதல் சிறுநீர், கடை சிறுநீர் ஆகியவற்றில் பாகப் பொருட்களின் அளவினைக் காட்டுகின்றது (பைக்காவிலிருந்து).

பொருள்	பிளாஸ்மா	முதல் சிறுநீர்	கடை சிறுநீர்
1. நீர்	99·92	93	98-99
2. புரதம், கொழுப்பு, கிளைக்கோஜன்	7-9	—	—
3 குளுக்கோஸ்	0-1	0·1	—
4. சோடியம்	0·3	0·3	0·4
5. குளோரின்	0·37	0·37	0·7
6. பொட்டாசியம்	0·02	0·02	0·15
7. சல்ஃபேட்டு	0·002	0·002	0·18
8. மக்னீசியம்	0·0025	0·0025	0·006
9. யூரியா	0·03	0·03	2-0
10. யூரிக் அமிலம்	0·004	0·004	0·05
11. கிரியேற்றினைன்	0·001	0·001	0·075

7. ஊடு கலப்பு ஒழுங்குபாடு
(Osmoregulation)

உயிர் நீரில்தான் தோன்றியிருக்க வேண்டுமென்பது பொதுவான கருத்து. இதன் காரணம் நீரின்றி உயிரி உயிர்வாழ முடியாததாகும். மேலும் பல செயல்கள் நீரின் உதவியாலேயே நடைபெறுகின்றன. உயிர் செல்களில் நீர் உள்ளதால்தான் வளர்சிதை மாற்றங்களும் பல இரசாயனச் செயல்களும் நடைபெறுகின்றன. மேலும் நீரில் ஏராளமான கரைபொருட்கள் கரைகின்றன. ஆதலால் நீர் உயிர்செல்களுக்கு அதிகம் தேவைப்படுகிறது. நீரிலிருந்து உயிரிகள் அவற்றின் பரிணும வளர்ச்சியின் பொழுது நிலத்திற்குச் சென்றிருக்கின்றன. இதற்காக அவை பல தகவமைப்புகளை மேற்கொண்டு அவற்றில் வெற்றியும் பெற்றிருக்கின்றன. சில உயிரிகள் திரும்பவும் நீருக்கு வந்ததுண்டு. மற்றும் சில தங்கள் வளர்ச்சிப் பருவத்தில் ஏதாவது ஒரு நிலையை நீரில் கழிப்பதுண்டு.

உயிர்வாழ்வதற்கு நீர் தேவைப்படுவதால் உயிரி நீரைப் பாதுகாத்து வைத்துக் கொள்ள வேண்டியதிருக்கிறது. தேவையான அளவு உடலில் நீர் இருந்தால்தான் உயிரியில் இரசாயன (அல்லது வேதியியல்) செயல்கள் உண்டாக முடியும். மேலும் குறிப்பிட்ட அளவிற்கு நீர் மிகுவதும் குறைவதும் உயிரிகளுக்குத் துன்பத்தை விளைவிக்கலாம். அதாவது உயிரிகளின் செல்களில் நீர் குறிப்பிட்ட உத்தம அளவில்தான் தேவைப்படுகின்றது. அதனுல் மிகுதியாக உள்ள நீரை வெளியேற்றவோ குறைவாக இருந்தால் நீரைச் செலவிடாது பாதுகாக்கவோ வேண்டியதிருக்கிறது. இதற்காக உயிரிகள் பல சாதனங்களை மேற்கொண்டிருக்கின்றன.

உயிரிகள் பல செல்களாலானவை. செல்லைச் சுற்றியது செல் சவ்வாகும். செல் சவ்வு பல துளைகளைக் கொண்டது. அமீபா போன்றவற்றின் செல் சவ்வில் 4 A° அளவுடைய துளைகளும் இரத்தத் தந்துகிகளில் 60—120 A° (மின் உருப்பெருக்கியாலும் பார்க்க முடியாது) அளவுள்ள துளைகளும் உண்டென கணக்கிடப்

பட்டுள்ளது. இத் துளைகள் வழியாக நீரும் மற்றும் உப்புகளும் ஊடுருவிச் செல்லுகின்றன. அயனிகளின் அடர்த்தியைப் பொறுத்து அவை செல்லினுள் சென்று வருகின்றன. பொதுவாக அயனிகள் அதிக அடர்த்தியிலிருந்து குறைவு அடர்த்தியை நோக்கிச் செல்லும். ஒரு சவ்வு அயனிகளைக் குறைந்த அடர்த்தியி லிருந்து அதிக அடர்த்தி உள்ள திரவத்திற்குக் கடத்துமானால் அந்த சவ்வு அயனிகளைக் கடத்துவதில் தீவிரமாக ஈடுபட்டிருக் கின்றது என்று பொருள்.

செல் சவ்வு வழியாக நீரும் உப்புகளும் செல்லினுள் செல் கின்றன. அதேபோன்று செல்லிலிருந்து நீரும் உப்புகளும் வெளியேற்றப்படுகின்றன. இது ஊடுகலப்பு (Osmosis) என்று வழங்கப்படுகின்றது. ஊடு கலப்புப் பண்புகள் உயிரிகள் வாழும் சூழ்நிலையைப் பொறுத்தும் அவற்றின் வயது, வாழும் இடம், உணவுப் பொருள்கள், இனப் பெருக்கமுறை ஆகியவற்றைப் பொறுத்தும் வேறுபடும். சிலவற்றில் மரபியலுக்குத் தக்கவாறும் ஊடுகலப்புப் பண்புகள் மாறுவதுண்டு.

ஊடுகலப்புபற்றித் தெரிந்துகொள்ளுமுன் ஊடுகலப்புபற்றிய சொற்களைத் தெரிந்துகொள்ளவேண்டும்.

சம உப்புத் திரவம் (Isotonic Solution): சம உப்புத் திரவம் என்பது அத் திரவத்தில் செல் அல்லது உயிரி தன்னுடைய கன அளவினை மாற்றாது.

ஊடுகலப்பு அடர்த்தி (Osmotic Concentration): ஒரு லிட்டர் திரவத்தில் கரைந்திருக்கின்ற மொத்த கரைபொருளின் அளவு ஊடுகலப்பு அடர்த்தியாகும். கரைபொருளின் தன்மை அல்லது அளவு அத்திரவத்திலேயே வேறுபடலாம். ஊடுகலப்பு அடர்த்தியினை அளவிட ஆஸ்மோல்ஸ் என்ற அளவினைக் குறிப் பிடுகிறார்கள். ஆஸ்மோல்ஸ் என்பது ஒரு லிட்டர் திரவத்தில் கரைந்திருக்கும் கரைபொருளின் மூலக்கூற்றினைக் (Moles) குறிப்பிடுவதாகும்.

ஊடுகலப்பு அழுத்தம் (Osmotic Pressure): ஒரு தேர்வு ஊடுகலப்பு சவ்வு (Semipermiable Membrane) வழியாகச் செல்லும் நீரைத் தடுப்பதற்கு எவ்வளவு அழுத்தம் தேவையோ அது ஊடுகலப்பு அழுத்தம் என்று வழங்கப்படுகிறது.

சம ஊடு கலப்புத் திரவம் (Isomotic Solution): ஒரு திரவம் மற்றொரு திரவத்தின் ஊடுகலப்பு அடர்த்தியுடன் சம அளவில் இருந்தால் முதல் திரவத்தைச் சம ஊடுகலப்புத் திரவம் எனலாம்.

குறைவு ஊடுகலப்புத் திரவம் (Hypo osmotic Solution): ஒன்றை மற்ருெரு திரவத்தின் அடர்த்தியோடு ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்பொழுது முதல் திரவத்தின் அடர்த்தி குறையுமானல் முதல் திரவம் குறைவு ஊடுகலப்புத் திரவமாகும்.

நிறை அல்லது அதிக ஊடுகலப்புத் திரவம் (Hyper Osmotic Solution): நிறை அல்லது அதிக ஊடுகலப்புத் திரவம் என்பது ஒற்றுமைப்படுத்தும் இரண்டாம் திரவத்தைவிட அடர்த்தி அதிகம் உள்ளதாக இருக்கும்.

ஊடுகலப்பு ஒத்தமைவு (Osmocon Formers): விலங்குகள் சூழ்நிலையின் திரவ அடர்த்தியோடு ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபாடு மேற்கொண்டால் அதை ஊடுகலப்பு ஒத்தமைவு எனலாம்.

ஊடு கலப்பு ஒழுங்கியக்கி (Osmo Regulator): சூழ்நிலையின் தன்மை எவ்வாறு இருந்தாலும் தன் உடலைச் சூழ்நிலைக்கேற்றவாறு ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபாடுசெய்யாது நிலையாக வைத்துக்கொள்வது ஊடுகலப்பு ஒழுங்கியக்கியாகும்.

ஸ்டீனே ஹலைன் (Stenohaline): விலங்குகள் ஒரு குறுகலான உப்புத்தன்மையுடைய சூழ்நிலைக்கு மட்டும் பழகியிருந்தால் அவை ஸ்டீனே ஹலைன் என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

யூரிஹலைன் (Euryhaline): விலங்குகள் மிகப்பரவலான உப்புத்தன்மையுடைய சூழ்நிலைக்கு மட்டும் பழகியிருந்தால் அவை யூரிஹலைன் என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

ஒரு செல் உயிரிகளின் ஊடுகலப்பு தகவமைப்புகள்

ஒரு செல் உயிரிகள் மிக நுண்ணியவை. அதனல் ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபாடுபற்றி அறிதல் எளிதான காரியமன்று. கடலில்வாழும் ஒருசெல் உயிரிகள் சம ஊடுகலப்புத் திரவத்தில் (Isoosmotic) வசிப்பதால் அவற்றில் ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபாடு ஒழுங்காக நடைபெறுகின்றது. அதே போன்று ஒட்டுண்ணியாக வாழும் ஒரு செல் உயிரிகளும் ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபாட்டை ஒழுங்காகச் செய்கின்றன. நன்னீரில் வாழும் ஒருசெல் உயிரிகள் அதன் சுற்றுப்புறத்திற்கு அதிக ஊடுகலப்பு திரவத்தில் வாழ்கின்றன. அதிகமாக உட்புகும் நீரானது சுருங்கி விரியும் வெற்றிடங்களின் மூலமாக வெளியேற்றப்படுகின்றது. சில ஒருசெல் உயிரிகள் வடிநீரிலிருந்து (Distilled water) கடல்நீர் வரை எத்தகைய சூழ்நிலையிலும் வாழும் சக்தியுடையன. ஆனல், மற்றும் சில

குறிப்பிட்ட உப்புத்தன்மையுடைய இடையீட்டுத் திரவத்தில்தான் வசிக்கின்றன. அமீபா லாசரேட்டா (A lacerata) எல்லா உப்புத் தன்மையுடைய நீரிலும் வசிப்பன. பரமேசியம் கார்டேட்டம் (P. cardatum) குறுகிய உப்புத் தன்மையுடைய நீரிலேயே வசிக்கும் இயல்புடையன.

நீர் உட்புகல் : நீர் செல்சவ்வு வழியாக உட்புகுகின்றது. நீர் உடலினுள் செல்வதால் உயிரி அளவில் பெரிதாகும். குறித்த நேரத்திற்குள் சவ்வு வழியாக எவ்வளவு நீர் உட்புகுகின்றது என்பதைக் கணக்கிட முடியும். நீரில் மிதந்து அலையும் முட்டைகளில் நீர் அதிகமாக உட்புகுகின்றது. அமீபா போன்ற ரைசோபாடுகளிலும் (Rhizopodes) நீர் அதிகமாக உட்புகுகின்றது. ஆனால், சிலியேட்டுகளில் (Ciliates) வெளியுறை (Pellicle) குறைவாகவே நீரை உட்புக அனுமதிக்கின்றன. செல் சவ்வுகளின் வழியாக மட்டுமன்றி நீர் உணவு வெற்றிடங்கள் (Food vacuoles) உண்டாகும்பொழுது உட்செல்கின்றது. சில ஒருசெல் உயிரிகளில் 8-லிருந்து 20 சதவிகிதம் வரை நீர், உணவு வெற்றிடங்கள் வழியாகத்தான் செல்கின்றது. சிலியேட்டுகளில் உணவு வெற்றிடங்கள் வழியாகச் செல்லும் நீர் அதிக அளவுடையது (30%) என்று கணக்கிடப்பட்டுள்ளது.

நீர் உட்புகுதல்போன்று நீர் வெளிச் செல்லுதலும் வேண்டும். ஒரு செல் உயிரிகள் உணவு உட்கொள்ளும்பொழுது நீரையும் எடுத்துக் கொள்கின்றது என்று பார்த்தோம். அவை உணவு உட்கொள்ளும்பொழுது நீரை வெளியிடவும் செய்கின்றன. அமீபா மிரா (Amoeba Mira) என்ற ஒரு செல் உயிரியில் உணவு வெற்றிடங்கள் உண்டாகும்பொழுது உடலினுள் வெற்றிடங்களும் உண்டாகின்றன. இந்த வெற்றிடங்கள் தகுந்த அளவு நீரை வெளியேற்றுகின்றன.

சுருங்கி விரியும் வெற்றிடங்களின் வேலை

சுருங்கி விரியும் வெற்றிடங்கள் (Contractile Vacuoles) ஊடு பரவல் ஒழுங்குபாட்டில் மிகவும் துணைபுரிகின்றன. நன்னீரில் வாழும் எல்லா ஒரு செல் உயிரிகளிலும் வெற்றிடங்கள் காணப்படுகின்றன. கடல் நீரில் வசிக்கும் சிலவற்றில்தான் வெற்றிடங்கள் காணப்படுவதில்லை. ஒட்டுண்ணிகளாக வாழும் ஒரு செல் உயிரிகளில் அதிகமானவற்றுள் வெற்றிடங்கள் காணப்படுவதில்லை. கடல் நீரிலும் ஒட்டுண்ணிகளாக வாழும் ஒரு செல் உயிரிகளிலும் உள்ள வெற்றிடங்கள் சிறிதளவு நீரை வெளியேற்றுகின்றன. இந் நீர் சூழ்நிலையிலிருந்து வெளிச்சவ்வு மூலம் செல்லுக்

குள் நுழைவதன்று. உணவில் உள்ள நீரும் உணவும் தன்மயமாதலால் வெளியிடப்படும் நீரும் வெற்றிடங்களில் வெளிப்படுத்தப்படுகின்றன. அயனிகள் ஒழுங்குபாடு (Ionic Regulation) பற்றி விளக்கம் எதுவும் இதுவரை தெரியவில்லை. ஆனால், நன்னீரில் வாழும் ஒரு செல் உயிரிகளில் வெற்றிடங்கள் ஊடுகலப்பு ஒழுங்கு பாட்டுக்கு மிகவும் துணைபுரிகின்றன. சில ஒரு செல் உயிரிகள் தங்களின் உடல் பரப்பு கன அளவு நீரை சுமார் 4·1-லிருந்து 53 நிமிடங்களுக்குள் வெளியேற்றுகின்றன. ஆனால், சில கடல் சிறப்பினங்களைப் (Species) பரிசோதித்ததில் அவற்றிற்கு சுமார் $2\frac{3}{4}$ -லிருந்து $4\frac{3}{4}$ மணிநேரம் வரை தேவைப்படுகின்றது. இதனால் கடலில் வாழும் ஒரு செல் உயிரிகள் செல்லுக்குள் அதிகமான நீரை உட்புக விடுவதில்லை என்று அறியலாம்.

உப்புத்தன்மையைப்(Tonicity) பொறுத்து நீர் வெற்றிடங்கள் வழியாக வெளியேற்றப்படுவது வேறுபடுகின்றது. சில ஒட்டுண்ணிகளைக் கடல்நீர் அகர் அல்லது கடற்கோரை (Agar) வளர்ப்பு சூழ்நிலையில் வளர்த்தால் வெற்றிடங்கள் உண்டாவதில்லை. ஆனால், இதே ஒட்டுண்ணிகளை நன்னீரில் கடற்கோரை வளர்ப்பு சூழ்நிலையில் வளர்த்தால் ஒன்றிரண்டு வெற்றிடங்கள் தோன்றுகின்றன. வெற்றிடங்கள் அழகாகச்சுருங்கி விரிவதையும் நோக்கலாம். ஆம்ஃபிலீப்ட்டஸ் கட்டா (Amphileptus Gutta) என்ற சிலியேட்டைக் கடல்நீரில் வளர்க்கும்போது அவை வெற்றிடங்கள் வழியாக நீரை வெளியேற்றுவதில்லை. அவற்றை 70% கடல்நீரில் வளர்த்தால் வெற்றிடங்கள் வழியாக வெளியேறும் நீர் 21% அதிகரிக்கின்றது. மேலும் 60% கடல்நீரில் வளர்க்கும்பொழுது வெற்றிடங்கள் வழியாக நீர் வெளியேற்றப்படுவது இன்னும் அதிகரிக்கின்றது. மேற்சொன்ன எடுத்துக்காட்டுகள் மூலம் நன்னீரில் வளர்க்கப்படும் ஒரு செல் உயிரிகளில் வெற்றிடங்கள் உண்டாகின்றன எனவும் அவ் வெற்றிடங்கள் மிகுதியான நீரை வெளியேற்றுகின்றன எனவும் அறியலாம். மேலும் உப்புத்தன்மை குறைவதைப் பொறுத்து நீரின் வெளியேற்றம் அதிகமாவதையும் அறியலாம்.

ஒட்டுண்ணிப் புழுக்களில் ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபாடு

குடலில் வளரும் ஒட்டுண்ணிப் புழுக்கள் வெவ்வேறு சூழ்நிலையில் வளர்கின்றன. ஆட்டின் குடலில் வாழும் ஒரு நாடாப்புழு (Cysticercus Tenuicollis) சம ஊடுகலப்பு திரவத்தில் (Iso osmotic) வாழ்ந்தாலும் அது அதிக உப்புத் தன்மையையும் குறைவு உப்புத்தன்மையையும்(Hypertonicity and Hypotonicity) தாங்கும் சக்தியுடையது. ஒரு மீனின் ஒட்டுண்ணியான

ஸ்கைஸ்டோ செஃபாலஸ்(Schistocephalus) ஓம்புனரைப் போன்ற ஊடுகலப்பு அடர்த்தி கொண்டது. ஈரல்புழு (Fasciola hepatica) அதன் ஓம்புனரைவிட அதிக ஊடுகலப்பு திரவத்தில் வாழும் சக்தி கொண்டது. உருண்டைப் புழுவான நாக்குப்பூச்சி (Ascaris) குடலிலுள்ள திரவ சூழ்நிலையைவிடக் குறைவு ஊடுகலப்பு திரவத் தன்மையுடையது. எடுத்துக்காட்டு :

பொருள்	△ ஊடுகலப்பு அடர்த்தி	Cl^- (mM/*1*) குளோரைடு அடர்த்தி
நாக்குப்பூச்சி	*0·655*°C	*52*
பன்றியின் குடல் திரவம்	*0·869*°C	*66*

[ஊடுகலப்பு அடர்த்தியை △ அடையாளமிட்டும் குளோரைடு அடர்தத்தியை Cl^- (mM/*1*) என்று அடையாளமிட்டும் குறிப்பிடுவதுண்டு.

சாதாரண *100%* கடல்நீரில் *34·5%* உப்பு கரைந்திருக்கும். இக்கரைதல் நிலையை ஊடுகலப்பு அடர்த்தி என்றும், அடர்த்தி எண் (Sp.Gr.) *1·0215* (*10*°C வெப்பநிலையில்) என்றும் குறிப்பிடுவதுண்டு. இந்நிலையில் இதன் குளோரைடு தன்மை *18%* ஆகவும் ஊடுகலப்பு அடர்த்தி (Osmolarity) *1·01* ஆகவும் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது].

குறைந்த அடர்த்தியுள்ள ஒரு திரவத்தில் உருண்டைப் புழுவை வளர்க்கும்பொழுது நீர் உடலினுள் செல்லுகின்றது. அப்பொழுது குளோரைடு உப்புகள் கழிவுப் பொருட்களாக வெளியேற்றப்படுகின்றன.

நன்னீருக்கும் கடல் நீருக்குமான ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபாடுகள்

மீன்கள்

மீன்கள் நன்னீரிலும் கடல்நீரிலும் வசிக்கின்றன. மரபற்றுப் போன பட்டைமீன்கள் (Placoderms) வாழ்ந்தது கடல்நீரிலா அல்லது நன்னீரிலா என்பதுபற்றித் திட்டவட்டமாகச் சொல்ல முடியவில்லை. மீன் நன்னீரில்தான் முதலில் தோன்றியிருக்கவேண்டும் என்ற கருத்துக்கான சான்றுகள்: (*1*) தற்கால எலும்பு மீன்களில் உள்ள இரத்தம் அடர்த்தி குறைந்து காணப்படுவது; (*2*) குருத்தெலும்பு மீன்களின் இரத்தத்தில் உப்புகள் குறைந்திருப்பது;

(3) குறைவு ஊடுகலப்பில் சிறுநீரை வெளியேற்றும் தன்மையுடைய சிறுநீரகம் ஆகியவை.

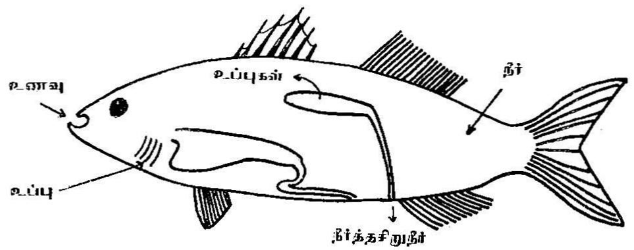
மேற்சொன்ன சான்றுகள் மீன்கள் நன்னீரில்தான் தோன்றி இருக்கவேண்டும் என்பதை வலியுறுத்துகின்றன. காலப்போக்கில் நன்னீரிலிருந்து கடல் நீருக்குப் பல மீன்கள் சென்று கடலில் வாழ ஆரம்பித்துவிட்டன. இவற்றுள் சில திரும்பவும் நன்னீருக்கு வந்துள்ளன. மற்றும் சில மீன்கள் நன்னீரிலேயே வாழ்ந்து வருகின்றன. சிலவகை மீன்கள் நன்னீரிலிருந்து கடலுக்கும் கடலிலிருந்து நன்னீருக்கும் வலசை போகவும் செய்கின்றன.

எலும்பு மீன்கள்

முழுவதுமாக நன்னீரில் வசிக்கும் மீன்கள் குளங்களிலும் ஏரிகளிலும் வசிக்கின்றன. ஆற்றின் முகத்துவாரத்தில் வசிப்பவை கழிமுகங்களில் வாழக் கற்றுக் கொண்டவை. கழிமுகங்களில் வாழும் சில மீன்களின் குஞ்சுகள் ஆற்றை நோக்கி வலசை போவதும் உண்டு.

கார்ப் நன்னீர் மீன் : இதைச் சிறிது சிறிதாக உப்பு குறைவான கடல் நீரில் வளர்க்கச் செய்தால் அது தனது இரத்த அடர்த்தியை சூழ்நிலைக்கேற்றவாறு ஒழுங்காக்கிக் கொள்கின்றது. ஆனால், அதிக உப்பு அடர்த்தியுள்ள கடல் நீரில் குறைவான நேரம்தான் உயிர் வாழமுடியும்.

பொதுவாக நன்னீர் மீன்களின் இரத்த அடர்த்தி 130-லிருந்து 170 மில்லி ஆஸ்மோலார் (Milliosmolar) ஆகும்.



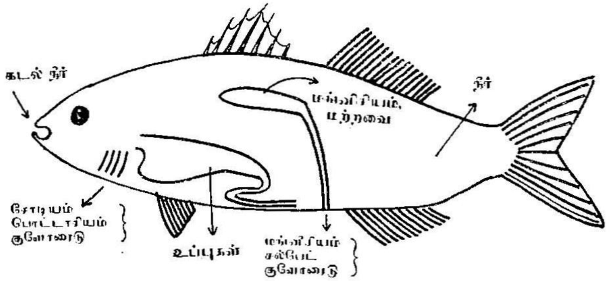
படம் 19

ஒரு நன்னீர் மீனில் ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபாடு

[மில்லி ஆஸ்மோலார் (△i) என்பது ஊடுகலப்பு அழுத்தத்தை அளவிட்டுக் கூறும் அலகாகும்.] நன்னீரில் வளரும் மீன்களின் சிறுநீர் அடர்த்தி குறைந்திருக்கும். அவை குறைவாகத்தான் நீரை அருந்துகின்றன. தோலின் வழியாக நீர் உட்புகுவது மிகக் குறைவாகும். ஆனால், வாயின் வழியாகவும் செவுள்களின் வழியாகவும் நீர் ஊடுகலப்பு ஆகின்றது (படம் 19). இவ்வாறு ஊடுகலப்பு

ஆகும் நீர் உடலினுள் செல்கின்றது. உடலில் அதிகமாகும் நீர் சிறுநீரகங்களிலுள்ள குளோமெருலசில் வடிக்கப்படுகின்றது. வடிக்கப்பட்ட திரவம் நாளங்கள் வழியாக வரும்பொழுது உப்புகள் எல்லாம் திரும்ப உறிஞ்சப்படுகின்றன. அதனல் மிஞ்சுவது அடர்த்தி குறைந்த சிறுநீர்தான். ஆனலும் சூழ்நிலை நீரைப் போன்று அதிக அடர்த்தி குறைந்திருக்காது. அதனல் ஓரளவு சிறுநீர்வழியாக உப்புகள் வெளியாகின்றது என்று அறியலாம். இவ்வாறு வெளியாகும் உப்பு கட்டாயமாக ஈடு செய்யப்பட வேண்டும். சாப்பிடும் உணவு வழியாகச் சிறிதளவு உப்பு ஈடு செய்யப்படுகிறது. செவுள்களில் உள்ள சுரக்கும் செல்கள் சிறிது உப்பைச் சூழ்நிலை நீரிலிருந்து சேகரித்துக்கொள்கின்றன.

கடல் மீன்களின் ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபாடு மிகவும் வேறுபடுகின்றது. அவை நீரைச் சேர்த்து வைத்துக் கொள்ள வேண்டும். உப்பை வெளியேற்ற வேண்டும். இரத்த அடர்த்தி



படம் 20
ஒரு கடல் மீனில் ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபாடு

நன்னீர் மீன்களைவிடச் சிறிதுதான் கூடுதலாக இருக்கும் (சுமார் △i —0·7°). அதனல் குறைவு உப்புத்தன்மையை (Hypotonicity) ஒழுங்குபடுத்தும் முறைகள் கடல்மீன்களுக்கு தேவைப்படுகின்றது. கடல் மீன்கள் குறைவாகத்தான் சிறுநீரை வெளியேற்றுகின்றன (சுமார் 2·5-லிருந்து 4 மி.லி./கி.கி./24 மணி நேரத்தில்). சிறுநீர் இரத்தத்தைவிட குறைவு ஊடுகலப்புத் திரவமாகத்தான் (Hypo osmotic) இருக்கும். அதனல் குளோரைடு உப்பு அதிகமாகக் கலந்திருக்கும் என்று சொல்ல முடியாது. கடல் மீன்கள் நன்னீர் மீன்களைவிட அதிகமாக நீரை உட்கொள்கின்றன. இதை வண்ண நீர் பரிசோதனைகள் மூலம் அறியலாம். வயிற்றினுள் உள்ள இரைப்பை சுரப்பிகளிலிருந்து அதிகமான இரைப்பை நீர் சுரக்கப்

படுகின்றது. இரைப்பை நீரில் பொட்டாசியம் அதிகம் கரைந்திருக்கும். கடல்நீர், குடலின் வழியாகக் கடந்து வரும்பொழுது சோடியமும் குளோரைடும் அதிகமாக உறிஞ்சப்படுகின்றன. மக்னீசியமும் சல்பேட்டும் குறைவாக உறிஞ்சப்படுகின்றன. கடல் மீன்களில் உணவுப் பாதையைக் கடந்து வரும்பொழுது நீர் குறைவாகவும் உப்புகள் அதிகமாகவும் உறிஞ்சப்படுகின்றன(படம் 20).

	அடர்த்தி ∆	சோடியம்	பொட்டாசியம்	கால்சியம்	மங்கனீசியம்	குளோரைடு	சல்பேட்டு
1. கடல்நீர்	1·33°	—	4·6	8·0	35	360	26
2. சிறுகுடலின் முன்பாகம்	1·04	143	7·7	15·2	60	90	94
3. சிறுகுடலின் பின் பாகம்	0·83	128	3·7	18·8	92	72	122
4. சிறுநீர்	0·64	—	7·6	14·8	75	161	36
5. இரத்தம்	0·66						

(அட்டவணை: லோப்பியஸ் (Lopius) மீனில் உணவுப் பாதையின் வெவ்வேறு நிலையில் உள்ளிருப்பனவற்றை ஆராயும் பொழுது உப்புகளின் அளவு கணக்கிடப்பட்டுள்ளது.)

கடல் மீன்களின் மலத்தில் மக்னீசியம், சல்பேட் உப்புகள் இருப்பதில்லை. சோடியம், பொட்டாசியம், குளோரைடு உப்புகள் வெளியே நீக்கப்படுவதால் மக்னீசியம், கால்சியம், சல்பேட், பாஸ்பேட் போன்றவை சிறுநீர் வழியாகத்தான் வெளியேற்றப் படுகின்றன. சில மீன்களின் சிறுநீரில் குளோரைடு சிறிதும் இல்லாததைப் பார்க்கலாம். ஆனால், அவற்றை நீரிலிருந்தும் எடுத்து வெளியே வைத்திருக்கும்பொழுது சிறுநீரில் குளோரைடு, மக்னீசியம், சல்பேட், பாஸ்பேட் போன்ற உப்புகளின் வீதம் அதிகமாவதை அறியலாம். நைட்ரஜன் கழிவுப் பொருட்கள் எல்லாம் செவுள்கள் மூலம்தான் வெளியேற்றப்படுகின்றன.

விலாங்கு மீன் நாள் ஒன்றுக்கு 40லிருந்து 200 மி·லி வரை நீர் அருந்துகிறது. கடல் மீன் அதிக நீர் அருந்துவதிலிருந்தும் தடுத்தால் அது சீக்கிரமாக இறந்துவிடலாம்.

கடல் எலும்பு மீன்களில் சிறுநீர் குறைவாகத் தான் வெளியேற்றப்படுகின்றது. இதற்கு சிறுநீரகத்தின் அமைப்புதான் காரணம். சிறுநீரக நாளங்களில் சுருண்டு இருக்கும் கடைச்சுருள் குழாய் கிடையாது. மேலும் குளோமெருலஸ் உள்ள சிறுநீரகங்களிலும் சிறுநீர் பிரிதல் குறைவாகத் தான் இருக்கின்றது. சில மீன்களில் (Lophius) குளோமெருலஸ் இல்லாமலிருக்கின்றது. தேரைமீனில் (Toad Fish) ஒரு நாளைக்கு 2·5 மி· லி/ கி· கி தான் சிறுநீர் உண்டாகிறது. ஆனால் ஒரு நன்னீர் மீனில் ஒரு நாளைக்கு சாதாரணமாக 300 மி· லி/கி·கி சிறுநீர் வெளியேற்றப்படுகின்றது. குளோமெருலஸ் உண்டாகியிருக்காத சிறுநீரகங்களில் நாளங்களின் வழியாகத் தான் சிறுநீர் பிரித்தெடுக்கப் படுகின்றது. இவ்வகை சிறுநீரகம் மக்னீசியம் ஹைட்ரஜன் பாஸ்பேட் (Mg Hpo_4), சல்பேட், குளோரைடு, யூரிக் அமிலம், கிரியேடினேன் போன்றவற்றை இரத்தத்தில் இருந்து பிரித்தெடுக்கின்றது. இரத்த அழுத்தம் கூடுதலாக இருந்தாலும் குளுக்கோஸ் சிறுநீருடன் கலந்திருப்பதில்லை. இன்சுலினும் (Insulin) சிறுநீரில் கலந்திருப்பதில்லை.

கடல் மீன்களில் செவுள்களின் வழியாகத்தான் சோடியம் குளோரைடு வெளியேற்றப்படுகிறது. இரத்தத்தில் கலந்திருப்பது போன்று மூன்று மடங்கு சோடியம் குளோரைடு செவுள்கள் வழியாக வெளியாகி நீரில் கரைகின்றது. இரத்தத்தில் உப்பின் அளவு கூடுமானால் செவுள்கள் வழியாகக் கரையும் அளவும் அதிகரிக்கின்றது. இரத்தத்தில் உப்பின் அளவு குறையுமானல் உப்பு பிரித்தெடுக்கப்படுவது நிறுத்தப்படுகின்றது. செவுள்களில் உள்ள மேல்படை செல்களில் (Epithelial Cells) மைட்டோகோண்ட்ரியா (Mitochondria) அதிகம் காணப்படும். அவை சுரக்கும் செல்கள். அவை மீன்கள் கடல் நீரில் வசிக்கும் பொழுது குளோரைடு உப்பை நீக்க உதவுகின்றன. மீன்களை நன்னீருக்கு மாற்றினல் மேற்சொன்ன செல்கள் குளோரைடு உப்பைக் கிரகிக்கும் பணியில் ஈடுபடுகின்றன.

சில மீன்கள் கடல்நீரிலும் நன்னீரிலும் வசிக்கக் கூடியவை. சால்மன் மீன்கள் அப்படிப்பட்டவை. கடல்நீரில் சால்மன் மீனின் இரத்தம்–0·762°ல் உறைகின்றது. நன்னீருக்கு முட்டையிடச் செல்லும் பொழுது இரத்தம்–0·668°ல் உறைகின்றது. அதாவது முட்டையிடச் செல்லும் நன்னீர் சூழ்நிலையில் சால்மன் மீனின்

இரத்தம் 12% நீராக்கப்படுகின்றது (Dilution). சால்மன் மீனின் இரண்டு வகையைப் பரிசோதித்ததில் ஒருவகை அதிக உப்புச்சூழ் நிலையில் வளரக்கூடியது. இந்தவகை சம்சால்மன்களாகும் (Chum Solmon). சம்சால்மனின் குஞ்சுகள் முட்டையிடும் இடங்களில் அதிகம் தங்குவதில்லை. அவை உடன் கடல் நோக்கி வந்து விடுகின்றன. அடுத்த வகை கோகோசால்மன் (Coho Solmon) என்ற வகை. இவை இளமைப் பருவத்தில் அதிக உப்புநீரில் வசிக்க முடியாதவை. ஆதலால் முட்டையிடும் இடங்களில் நெடுங்காலம் தங்கி வாழ்கின்றன.

கில்லி என்ற ஒருவகை மீன் கடல்நீரிலும், நன்னீரிலும் நன்ருக வசிக்கக் கூடியது. கடல் நீருக்கு அதை மாற்றும் பொழுது 6 மணி நேரத்தில் சூழ்நிலைக்குத் தக்கதாகி விடுகின்றது. நன்னீருக்கு மாற்றும்பொழுது 24 மணி நேரத்தில் சூழ்நிலைக்குத் தகவமைத்துக் கொள்கிறது. நன்னீரில் மீனை வளர்க்கும் பொழுது மிதவை பையில் (Swim Bladder) காற்று நிரம்புகின்றது. அதனுல் மீனின் அடர்த்தி குறைந்து விடுகிறது. இரத்தத்தில் குளோரைடு அடர்த்தியும் குறைந்து விடும்.

விலாங்குமீனை உப்பு நீரில் உணவின்றி வளர்த்து வர வேண்டும். மூன்று நாட்களுக்குள் 12 சதவீதம் எடை குறைந்து பிறகு இறந்து விடுகிறது. நன்னீரில் உணவின்றி பல நாட்கள் வாழும். ஆனுல் ஒரு நாளுக்கு 0·7% எடை குறைந்து விடுகிறது. இதிலிருந்து விலாங்கு மீன் நன்னீரில் வசிக்கும்பொழுது நீர் அருந்தாமலும், கடல்நீரில் வசிக்கும்பொழுது நீர் அருந்தியும் வாழ்கின்றது என அறியலாம். அன்குயிலா (Anquilla) என்ற மீனின் சிறு நீரகத்தில் குளோமெருலஸ் உண்டு. நன்னீரில் இதன் சிறு நீரகங்கள், நன்னீர் மீன்களின் சிறு நீரகங்கள் போலவே வேலை செய்கின்றன. மேலும் தோல்வழியாகவும் செவுள் வழியாகவும் குறைந்த அளவிலேயே குளோரைடு வெளியேற்றப்படுகிறது. ஆனுல் உப்பு நீரில் செவுள்கள் குளோரைடை அதிகமாக வெளியேற்றுகின்றன.

குருத்தெலும்பு மீன்கள்

குருத்தெலும்பு மீன்களின் வகைகளான சுரா, திருக்கை போன்றவை கடலிலேயே வசிக்கின்றன. இவற்றின் இரத்தம் ஊடுகலப்பு அடர்த்தி மிகுந்தது. இரத்த பிளாஸ்மாவில் உப்புகளின் அடர்த்தி நன்னீரிலும், கடல்நீரிலும் வசிக்கின்ற குருத்தெலும்பு மீன்களுக்கு ஒரே அளவாகத்தான் இருக்கின்றது.

யூரியாவை உடல் திரவங்களிலும், திசுக்களிலும் சேர்த்து வைத்தலால் ஊடுகலப்பு அடர்த்தி நடைபெறுகின்றது. அதனால் குருத்தெலும்பு மீன்கள் நன்னீரிலும், கடல்நீரிலும் ஒரே அளவாக ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபாடு செய்கின்றன. பிளாஸ்மாவில் யூரியா கலந்திருப்பதைப் பொருத்துதான் சிறுநீரகங்களின் நாளங்களில் திரும்ப உறிஞ்சுதல் (Reabsorption) நடைபெறுகின்றது. மேலும் குளுக்கோஸ், நீர் முதலியவை திரும்ப உறிஞ்சப்படுதல் போன்று யூரியா திரும்ப உறிஞ்சப்படுதலும் தனித்து நடைபெறுகின்றது. ஆனால் நாளங்களின் எந்த இடத்தில் திரும்ப உறிஞ்சப்படுதல் நடைபெறுகின்றது என்பது தெரியவில்லை. தோலும் செவுளும் யூரியாவை வெளியேற்றுவதில்லை. கருவிலும் யூரியா வெளியேற்றப்படாமல் பாதுகாக்கப்படுகின்றது. சில குருத்தெலும்பு மீன்களில் கருவைச் சுற்றி சவ்வுகள் இருப்பதால் சவ்வினுள்ளேயே யூரியா தங்கி விடுகின்றது. மற்றும் சிலவற்றுள் கரு, முட்டை ஓட்டினுள் வளருவதால் யூரியா முட்டை ஓட்டினுள்ளேயே தங்கி விடுகின்றது.

கடலில் வாழும் குருத்தெலும்பு மீன்களில் சிறு நீர் குறைவாகத்தான் வெளியேற்றப்படுகின்றது. ஆனால் சிறு நீர் அடர்த்தி கூடுதலாகவும், இரத்தத்திற்கு குறைவு ஊடுகலப்புத் திரவமாகவும் இருக்கும். மக்னீசியம், பாஸ்பேட், சல்பேட் போன்றவை சிறு நீர் வழியாக வெளியேற்றப்படுகின்றன. சிலவற்றுள் மிகுதியான சோடியம் குளோரைடு உப்பு மலக்குடல் சுரப்பி (Rectal Gland) வழியாக வெளியேற்றப்படுகின்றது.

முடிவாக எல்லா கடல்வாழ் மீன்களும் இரத்தத்தை விட குறைவு ஊடுகலப்பு திரவமாகவுள்ள சிறுநீரை வெளியேற்றுகின்றன. இதே போன்றுதான் நன்னீரில் வாழ்வனவற்றிலும் காணப்படுகிறது. மேலும் கடலில் வசிக்கும் மீன்கள் சிறுநீரைக் குறைவாகச் சுரக்கின்றது. இது குளோமெருலஸ்ஸின் குறுகிய வளர்ச்சியால் நடைபெறுகின்றது. வெளித்தோல் வழியாக உப்புகளும் வெளியேற்றப்படுகின்றன. குருத்தெலும்பு மீன்கள் தங்களின் இரத்தத்தை அதிக ஊடுகலப்பு திரவமாகவும் யூரியாவின் அடர்த்தியாகவும் வைத்துக் கொள்கின்றன.

நிலத்தை நோக்கி

நீர்நில வாழ்வன: நீர்நில வாழ்வனவற்றுள் சில நிரந்தரமாக நீரிலேயே வாழ்கின்றன. மற்றும்சில நீரிலும்நிலத்திலும் வாழ்ந்து வருகின்றன. நீர்நில வாழ்வன பொதுவாக நீரில்தான் முட்டையிடுகின்றன. முட்டையிலிருந்து வெளிவரும் தலைப்பிரட்டைகளும்

நீரில்தான் வசிக்கின்றன. சில நீர் நில வாழ்வன பாலைவனத்தில் வசிக்கின்றன. நீர் நில வாழ்வனவற்றின் முட்டைகள் நீரில் நுரைப் பகுதியிலோ அல்லது இலைகளின் உட்பக்கத்திலோ இடப்படு கின்றன. முழுவளர்ச்சி நிலையைவிட தலைப்பிரட்டைப் பருவத்தில் அதிகம் நீரை உறிஞ்சுகின்றன.

ஒரு தவளையின் இரத்தம் நன்னீரைவிட அதிக ஊடுகலப்பு திரவமாகும். இரத்தத்தைவிட சிறுநீர் குறைவு ஊடுகலப்புத் திரவம். ஒருதவளையை நீர்த்த கடல் நீரில் போட்டால் இரத்தம் அதிக ஊடுகலப்புத்திரவமாகவே இருக்கிறது. சிறுநீரின் அடர்த்தி இரத்தத்தைவிட அதிகரித்து விடுகின்றது. நன்னீர் சூழ்நிலையில் தவளையைச் சில பரிசோதனைகள் செய்து காட்டியிருக்கிறார்கள். நன்னீரின் அடர்த்தியை அதிகரிக்கும் பொழுது (உப்பு அல்லது சர்க்கரையைக் கரைக்கலாம்) தவளை தன்னுடைய எடையை அதிகரிக்கும் விகிதம் குறைந்து விடுகின்றது. அதாவது அதிக ஊடுகலப்பு திரவத்தில் தவளையின் எடை குறைந்து வருகின்றது. தோல் இல்லாத தவளையை நன்னீரில் வளர்த்தால் அதன் எடை சிறிதளவு கூடுகின்றது. (இதன் காரணம் தவளையில் தோலி லிருந்து நீர்கசிவு உண்டாவதாக இருக்கும்). நிலத்தில் வசிக்கும் பொழுது நீர் ஆவியாதல் மூலம் தவளையின் எடை குறையலாம். ஆனால் தோலின் வழியாக நீர் ஆவியாதல் மிகவும் குறைவாகும். சூழ்நிலையில் ஈரப்பதம் அதிகமாக இருக்கும் பொழுது (100%) உடலிலிருந்து நீர் குறைவாகத்தான் வெளியேற்றப்படுகின்றது. ஆனால் 94%க்கும் ஈரப்பதநிலை குறையும் பொழுது நீர்இழப்பு (Water loss) அதிகரிக்கின்றது. இந்தநீர் இழப்பினால் குறையும் வெப்பம் வளர்சிதை மாற்றத்தால் உண்டாகின்ற வெப்பத்தைவிட அதிகமாக இருக்கின்றது. தவளை நன்னீரில் வளரும் பொழுது நீர் அருந்துவதில்லை. தோலின் வழியாகத்தான் சிறிது நீரை உடலினுள் எடுத்துக் கொள்கின்றது. ஆனால்அதை உபபு நீருக்கு மாற்றும் பொழுது நீரை வாயின் வழியாக உடலினுள் எடுத்துக் கொள்வது பரிசோதனைகள் மூலம் அறியப்பட்டுள்ளது.

ஒரு தவளைக்கு உப்புகள் உணவின் மூலமும் தோல் நீரி லிருந்து உறிஞ்சுவதாலும் கிடைக்கின்றன. வடிநீரில் (Distilled Water) ஒரு தவளை நாளடைவில் எடை குறைந்து விடுகின்றது. இந்தத் தவளையை நன்னீருக்கு மாற்றும் பொழுது அது ஓரளவு உப்புகளைக் கிரகிக்கின்றது. மேலும் இழந்த உப்புகள் உணவின் மூலமும் கிடைக்கலாம். தவளையின் சிறுநீரகங்களுக்கு உப்புகளைச் சேர்த்துவைக்கும் திறன் உண்டு. தவளையின் சிறுநீரகங்களில் உள்ள நாளங்களில் நுண்ணிய பிப்பெட்டுகள் மூலம் (Micro

Pipette) சிறுநீரை எடுத்து பாகப் பொருட்களை ரிச்சர்டும் (Richard) அவரைச் சார்ந்தவர்களும் ஆராய்ந்திருக்கின்றனர். குளோமெருலசில் உள்ள திரவத்தில் சர்க்கரை, குளோரைடு அடர்த்திகள் இரத்தத்தைப் போலவே இருக்கக் கண்டனர். அதில் இரத்தப் புரதங்கள் கலந்திருக்கவில்லை. குளோரைடின் அடர்த்தி, நாளங்களின் கசிவுப் பகுதியில் குறைந்து விடுகிறது. இதன் காரணம் நாளங்களில் குளோரைடு திரும்பவும் உறிஞ்சப் படுவதுதான். குளுக்கோஸ் அடர்த்தியும் கீழ்நோக்கிக் குறைந்து கொண்டுதான் வருகிறது. ஃப்ளோரைசின் (Phlorhizin) என்ற மருந்தை ஊசியின் மூலம் ஏற்றினல் குளுக்கோஸ் திரும்ப உறிஞ் சப்படுதல் குறைந்து விடுகின்றது. இதனல் குளுக்கோஸின் அடர்த்தி கீழ்நோக்கி அதிகமாகிக் கொண்டு செல்கின்றது. (நாளங்களில் கீழ்நோக்கி நீர் உறிஞ்சப்படுவதால்) நாளங்களின் முதலிலும் கடையிலும் நீரும் உப்புகளும், திரும்பவும் உறிஞ்சப் படுகின்றன. நாளங்களின் கடைப்பகுதியில் உள்ள சிறுநீர் சிறிது அமிலத்தன்மையுடையது. நாளங்களின் கடைப்பகுதி உப்புக் களையே அதிகமாகக் கிரகித்துக் கொள்கின்றன. அப்பகுதி நீரைக் குறைவாக உறிஞ்சுகின்றன. அதனல் சிறுநீர் குறைவு ஊடுகலப்பு திரவமாக இருக்கின்றது. நாளங்களில் நீர் திரும்பவும் உறிஞ்சப் படுவது போன்று சிறுநீர்பையிலும் நீர் உறிஞ்சப்படுகின்றது.

ஊர்வனவற்றில் : ஊர்வன நீரிலிருந்து விலகி வாழ்கின்றன. அவற்றின் முட்டை பாதுகாப்பான ஓட்டினல் சூழப்பட்டுள்ளது. ஊர்வன நில வாழ்க்கைக்குப் பழகிக் கொண்டமையால் அவை நீரை வெளியிடா வண்ணம் பாதுகாத்துக் கொள்ள வேண்டிய திருக்கிறது. அதனல் தான் முட்டையைச் சுற்றி ஓடு சூழ்ந்திருக் கிறது. இவ்விலங்குகளின் புறத்தே புறச் சட்டகம் (Exoskeleton) காணப்படுகின்றது. புறச்சட்டகம் நீரை வெளியிடாதிருக்கின்றது.

ஊர்வன மிகக் குறைவாகத்தான் சிறுநீரை வெளியேற்று கின்றன. பாம்புகள், பல்லி வகைகளில் சிறுநீர் திடமாகவோ கூழ் போன்றோ வெளியேற்றப்படுகின்றது. இதன் காரணம் அதிகமான அளவு நீர் திரும்ப உறிஞ்சப்படுவதுதான். ஆனல் நீர் திரும்ப உறிஞ்சப்படும் இடம் எதுவென்று திடமாகச் சொல்ல முடியவில்லை. சிலர் பொதுப்புழையில் (Cloaca) நீர் திரும்ப உறிஞ்சப்படலாம் என்று எண்ணுகின்றனர்.

பாலைவனத்தில் வசிக்கும் ஊர்வனவற்றிற்கு நீர் அது உண்ணும் உணவிலிருந்துதான் கிடைக்கின்றது. உடலிலிருந்து நீர் வெளியேற்றப்படுவது நுரையீரல் வழியாகத்தான் பெரும்

பாலும் நடைபெறுகின்றது. உடலிலிருந்து வெளியேற்றப்படும் நீருக்கு ஈடாகப் பல்லிவகைகளும் பாம்புகளும் நேரடியாக நீரை அருந்துகின்றன. இதற்கு எடுத்துக் காட்டாக நீர்ப்பாம்பின் ஒரு வகையினைச் சொல்லலாம். இவ்வகைப் பாம்பு உப்பு நீரிலும் வாழ்கின்றது. உப்புநீரில் வாழும் பாம்புகள்நீர் அருந்துவதில்லை. ஆனால் அதேவகைப்பாம்பு நன்னீரில் வசிக்கும்பொழுது நீர் அருந்துவதாக ஆராயப்பட்டுள்ளது.

பறவைகளில் : பறவைகளிலும் ஊடுகலப்பு பலவகைகளிலும் ஒழுங்குபடுத்தப்படுகின்றது. பறவைகளின் முட்டையும் ஒரு ஓடால் சூழப்பெற்றது. ஓடு நீரை வெளியிடுவதில்லை.

பறவைகளின் சிறுநீர் கூழ்போன்றும், அடர்த்திகூடிய கடின பொருளாகவும் உள்ளது. அதாவது சிறுநீரில்உள்ள மிகுதியான நீர் திரும்பவும் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றது. நீரைத் திரும்ப உறிஞ்சும் பகுதி எது என்று திடமாகச் சொல்ல முடியவில்லை.

உப்பளங்களில் வாழும் சிட்டுக் குருவிகள் அதிக அளவில் நீர் அருந்துகின்றன. ஆனால் உப்பு அடர்த்தி அதிகமாக உள்ள கடல் நீரைக் குறைவாகவே அருந்துகின்றன. காரணம், சூழ்நிலை யிலிருந்து குறைவான அளவு உப்பைப் பெற முயற்சிப்பதேயாகும்.

கடல்பறவைகள், நீர்க்காகங்கள் (Carmorants), பெலிக்கன் (Pelican) முதலியனவற்றிற்கு நாசி சுரப்பிகள் (Nasal glands) உள்ளன. இவை குளோரைடு கூடுதலாக உள்ள திரவத்தைச் சுரக்கின்றன. இவ்வாறு சுரப்பதின் காரணம், இரத்தத்தில் உப்புத் தன்மை அதிகமாதலால்தான். நாசி சுரப்பிகளில் உள்ள செல்களின் வெளிச்சவ்வு அதிகமடிப்புகள் கொண்டவை. இவை சோடியம் குளோரைடை மிகுதியாக வெளியேற்றும் பண்புடையன, மேலும் சிறுநீர் சுரப்பதற்குக் குறைந்த அளவு நீர் இருந்தாலும் போதுமானதாகும். (கடல் வாழ்வனவற்றில்) கடல் நீரிலிருந்து மக்னீசியத்தைச் சிறுநீரகங்கள் தனியாகப் பிரித்தெடுக்கின்றன.

பாலூட்டிகளில் : நீர் ஊடுகலப்பு பாலூட்டிகளில் ஒழுங்காக அமைந்துள்ளதால் அவை நன்னீர், கடல்நீர், நிலம்போன்ற வெவ்வேறு சூழ்நிலைகளில் வசிக்கமுடிகின்றன. இதற்கு வெவ் வேறு உபகரணங்கள் துணைபுரிகின்றன.

பாலூட்டிகளில் நீர் உடலிலிருந்து அதிகமாக வெளியேற்றப் படுகின்றது. எடுத்துக் காட்டாக 70 கிலோ எடையுள்ள ஒரு

மனிதனின் உடலிலிருந்து 1400 லிருந்து 3700 மி. லி வரை நீர் வெளியேற்றப்படுகிறது. கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணை மேற்சொன்ன மனிதனின் உடலில் இருந்து வெளியாகும் நீரின் அளவினைக் காட்டுகின்றது.

எண்	நீர் வெளியாகும் வழி	அளவு (மி. லிட்டரில்)
1.	சிறு நீரகங்கள் மூலமாக	600 — 2000
2.	மலம்	50 — 200
3.	தோலின் ஆவியாதல் மூலமாக	350 — 700
4.	வியர்வை	50 — 400
5.	நுரையீரல் மூலமாக	350 — 400

குழந்தைக்குப் பால் கொடுக்கும் தாய் ஒரு நாளைக்குச் சுமார் ஒரு லிட்டர் நீரைப் பாலின் மூலமாக வெளியேற்றுகின்றாள். நீர் வெளியாதல் சூழ்நிலையின் தன்மையைப் பொருத்தது. சூழ்நிலையின் காரணங்களால் உயிரிகளின் உடற் செயலியல் வேறுபடலாம். உடலிலிருந்து வெளியேற்றப்படும் நீர் ஈடு செய்யப்படவேண்டும். ஈடு செய்தல் மூன்று வகையில் நடைபெறுகின்றது. அதிகமான அளவு நீர் அருந்துவதாலும், உணவின் மூலமும், வளர்சிதை மாற்றங்களினாலும் உடலிலிருந்து வெளியேற்றப்படும் நீர் ஈடு செய்யப்படுகின்றது.

பாலூட்டிகளின் தோல் நீரை அதிகமாகக் கிரகித்துக் கொள்வதில்லை. (நீரில் வாழும் பாலூட்டிகளிலும் இப்பண்பு காணப்படுகிறது). ஆனால் தோலின் வழியாக நீர் அதிகமாக வெளியேற்றப்படுகின்றது. சில நேரங்களில் பாலூட்டிகள் வேகமாகச் சுவாசம் (Panting) செய்து அதிக நீரை வெளியேற்றுகின்றன. ஆனாலும் குறிப்பிட்ட அளவிற்கு நீர் குறைவது பல துன்பங்களை உண்டாக்கும். எடுத்துக் காட்டாக மனிதனில் 10% நீர் உத்தம அளவினின்றும் குறைந்து விட்டால் நோயினை உண்டாக்கும். எலியில் 50% நீர் குறைந்து விட்டால் அது இறந்து விடலாம்.

சூழ்நிலையின் தன்மையைப் பொருத்து சிறுநீரின் அடர்த்தி வேறுபடுகின்றது. நீர் இழப்பைக் குறைக்க வேண்டுமென்றால் சிறுநீரின் அடர்த்தி அதிகமாகி விடுகின்றது. மனிதனின் சிறுநீரின் குறைந்த அடர்த்தி 50mosM, கூடிய அடர்த்தி 1400 mosM. இவ்வேறுபாடு சூழ்நிலையைப் பொருத்தது, மேலும் உடற்செயல்களும் சிறிதளவு காரணமாகின்றன. பாலைவனத்தில் வாழும்எலிகள் நீர்

இழப்பைக் குறைக்க வேண்டும். அதனால் அவைகள் சிறுநீர் வழியாக நீர் வெளியேற்றப்படுவதைக் குறைக்கின்றன. பாலைவன எலியின் சிறுநீர் அடர்த்தி 5000 mosM என்று கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. பாலைவன விலங்குகளின் சிறுநீரக நுண்குழாய்களின் நீளம் அதிகமாக இருப்பதன் காரணம், அவை அதிகமான அளவு நீரைத் திரும்ப உறிஞ்ச வேண்டியதிருப்பதால்தான்.

குளோமெருலசில் அதிகமான அளவு சிறுநீர் பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது என்று பார்த்தோம். மனிதனில் குளோமெருலசின் வழியாகச் சுமார் 1100 லிட்டர் பிளாஸ்மா செல்கின்றது. இதில் 180 லிட்டர் குளோமெருலசில் ஊடுருவிச் சிறுநீரக நுண்குழாய்களுக்குச் செல்கின்றது. ஆனால் 178·5 லிட்டர் திரும்பவும் நாளங்களின் வழியாக உறிஞ்சப்படுகின்றது. அதனால் 1·5 லிட்டர் அளவுதான் சிறுநீராக வெளியேற்றப்படுகின்றது. குளோமெருலசில் எல்லா உப்புகளும் பிரித்தெடுக்கப்பட்டாலும் புரதம் மாத்திரம் பிரித்தெடுக்கப்படுவதில்லை. இரத்த சீரத்தின் ஊடு கலப்பு அழுத்தத்தைப்பொருத்தே குளோமெருலசில் சிறுநீர் வடித்தெடுக்கப்படுகின்றது. இரத்த தந்துகிகளிலிருந்து திரவம் குளோமெருலசில் உள்ள அக அடுக்குச் செல்களூடே (Endothelial Cells)உண்டான இடைவெளி வழியாக அடிச் சவ்வைக் (Basement Membrane) கடந்து போடோசைட்டுகள் (Podocytes) என்ற பௌமான் பெட்டகத்தின் வெளிச் செல்களுக்கு வருகின்றது. நாளங்களில் முதல் பகுதியில் சர்க்கரை திரும்பவும் உறிஞ்சப்படுகின்றது. நாளங்களின் முதற் பகுதியிலுள்ள திரவமும், இரத்த பிளாஸ்மாவும் சம ஊடுகலப்புத் திரவங்களாகும். நாளங்களில் உப்புகளும், நீரும் திரும்பவும் உறிஞ்சப்படுகின்றன. ஹென்லியின் ஏறுகையிலும் இறங்குகையிலும் (Ascending and Descending Limbs) ஊடுகலப்பு அடர்த்தி அதிகமாக உள்ளது. இதன் காரணம், அவற்றில் சிறுநீர் எதிர்த்த திசைகளில் ஓடிக்கொண்டிருப்பதுதான்.

கங்காரு எலி என்ற பாலைவன விலங்குகள் நீரைப் பாதுகாத்துக் கொள்ளப் பல வழிகளை மேற்கொள்கின்றன பகல் பொழுதில் அவை வளைகளில் இருந்து கொள்கின்றன. இதனால் அதிக வெப்பத்தினால் நாசி மூலம் நீர் ஆவியாதல் 25% குறைக்கப்படுகின்றது. மேலும் சிறுநீர் அதிக அளவில் திரும்ப உறிஞ்சப்படுகின்றது. இதனால் சிறுநீர் திடப்பொருளாக வெளியேற்றப்படுகின்றது.

பாலூட்டிகளில் தோலில் வியர்வை சுரக்கின்றது. வியர்வை சுரப்பது நீர் வெளியாவதின் ஒரு வழியாகும். சூழ்நிலையில் 86°F இருக்கும்பொழுது மனிதனின் வியர்வைச் சுரப்பிகள் வியர்வை

சுரக்க ஆரம்பிக்கின்றன. வியர்வை சுரப்பது உடலின் வெப்ப நிலையைச் சீராக்கவும் பயன்படுகிறது. உடலின் வெவ்வேறு உறுப்புக்களில் உள்ள இரத்தம் தோலை அடைகின்றது. அங்கு வியர்வை சுரப்பிகளில் வியர்வை தனியாகப் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றது. வியர்வையுடன் சில உப்புகளும் வெளியேற்றப்படுகின்றன. அதனால் தோலில் வியர்வை சுரப்பதால் உடலில் உப்புகளின் அளவு குறைந்து விடுகிறது. ஒரு மனிதன் பாலைவனத்தில் நடந்து சென்று கொண்டிருந்தால் நேரத்திற்கு நேரம் வெப்பம் அதிரித்துக் கொண்டே இருக்கின்றது. அப்பொழுது அவன் உடலில் வியர்வையும் அதிகமாகச் சுரக்கின்றது. அதிக வெப்ப நிலையில் நீரும் உப்புகளும் இழக்கப்படுவதால் அவை ஈடுசெய்யப்பட வேண்டும். நீர், வியர்வையாக வெளியேற்றப்படுவதால் நீர் குறைந்து விடுகின்றது. அவனுக்குத் தாகம் ஏற்படுகின்றது. அவனின் மொத்த எடைக்கு 12% நீர் இழப்பால் குறைந்துவிட்டால் அவன் இறந்து விடுகின்றான்.

ஒட்டகங்கள் நீரை வெளியிடா வண்ணம் சில தகவமைப்புகள் பெற்றிருக்கின்றன. கிடைக்கும் வேளைகளில் அவை அதிகமான அளவில் நீரைச் சேமித்து வைத்துக் கொள்கின்றன. சிறுநீர் வெளியிடுவது குறைந்த அளவுதான். மலத்தின் மூலமும் உடலின் மேற்பரப்பு வழியாக ஆவியாதல் மூலமும் நீர் குறைவாகத்தான் வெளியேற்றப்படுகின்றது. ஒட்டகங்கள் நீர் இல்லாமல் 16 நாட்கள் வரை உயிர் வாழ்ந்திருக்கும். நீர் கிடைக்கும் பொழுது 10 நிமிடங்களுக்குள் சுமார் 40 லிட்டர் நீரை அருந்துகின்றன.

கடலில் வாழும் சீல், வால்ரஸ், திமிங்கிலம், போன்ற பாலூட்டிகளிலும் சிறப்பாக ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபாடு நடைபெறுகின்றது. சீல்வகை விலங்குகளைப் பரிசோதனை செய்ததில் அவற்றிற்கு இரண்டு வகையில் நீர் கிடைக்கின்றது என்பது அறியப்பட்டது. உணவை உட்கொள்வதாலும் வளர்சிதை மாற்றத்தினாலும் நீர் கிடைக்கின்றது. நீர் இழப்பு மூன்றுமுறைகளில் ஏற்படுகின்றது. நுரையீரல் மூலமும், மலம் மற்றும் சிறுநீர்மூலமும், நீர் வெளியேற்றப்படுகின்றது. ஆனால் நீர் எடுத்துக் கொள்வதும் வெளியேற்றப்படுவதும் ஒரே அளவுடையதாக இருக்கிறது. இதைக் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணை காட்டுகின்றது.

நீர் எடுத்துக் கொள்ளப்படுவது

உணவின் வழியாக	—	1000	கி.கிராம்
வளர்சிதை மாற்றத்தால்	—	121	„ „
மொத்தம்	—	1121	„ „

நீர் வெளியேற்றப்படுவது

நுரையீரல் வழியாக	—	106 கி.கிராம்	
மலம்	"	—	200 " "
சிறுநீர்	"	—	815 " "
மொத்தம்		—	1121 " "

பாலூட்டிகள் கருவளர்ச்சியின் பொழுது நீர்ச் சூழ்நிலையி லேயே வளருகின்றன. முழு வளர்ச்சி நிலையில் நீர் ஊடு கலப்பு தோலின் வழியாகக் குறைவாகத்தான் நடைபெறுகின்றது. ஆனல் மூச்சு விடுவதன் வாயிலாகவும், வியர்வை சுரப்பதின் வாயி லாகவும், அதிகமான அளவு நீர் வெளியேற்றப்படுகின்றது. அவை திரவமான சிறுநீரைத்தான் வெளியேற்றுகின்றன. சிறுநீர் வெளியேற்றம் ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபாட்டின் முக்கிய அம்சமாகை யால் அது வெவ்வேறு சூழ்நிலையில் வாழும் பாலூட்டிகளில் வெவ் வேறு அடர்த்தியில் வெளியேற்றப்படுகின்றது.

பூச்சிகளில்: பூச்சிகளில் அதிகமானவை நிலத்தில் வாழ்ந்து வருகின்றன. சில பூச்சிகள் நீரில் வசிக்கின்றன. சில பூச்சிகளின் லார்வாக்களும் நீரில் வசித்து வருகின்றன.

பூச்சிகளின் இரத்த நிணநீர் கிரஷ்டேஷியன்களின் இரத்த நிணநீர் போன்றதே. அதாவது இரண்டு வகை விலங்குகளின் இரத்த நிணநீர் ஊடுகலப்பு அடர்த்தி ஒன்றுபோலவே இருக் கின்றது. பூச்சிகளின் இரத்த நிணநீரில் குளோரைடு அதிகமாகக் கலந்திருக்கும் மற்றும் அங்கக உப்புகளும் அதிகமாகக் கரைந் திருக்கும். இதனல் மற்றும் விலங்குகளிலிருந்து பூச்சிகளின் இரத்த நிணநீர் ஊடுகலப்பு அழுத்தம் சிறிது வேறுபடுகின்றது.

கொசுக்களின் லார்வாக்களில் ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபாடுபற்றி அதிகம் படித்து அறியப்பட்டுள்ளது. லார்வாக்களில் உள்ள வால் பகுதி ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபாடுடன் தொடர்பு கொண்டிருக்கிறது. விகில்ஸ் வொர்த் (Wiggles Worth), ஏடிஸ் (Aedes) என்ற இனத்தைச் சார்ந்த கொசுவின் லார்வாக்களில் பல பரி சோதனைகள் செய்துள்ளார். லார்வாவின் வால் பகுதிதான் அதிகமான நீரை உறிஞ்சுகின்றது. அதிகமான நீர் வெளியேற்றப் படுவது மால்பீஜியன் நாளங்கள் நீரை உறிஞ்சுவதால்தான். மால்பீஜியன் நாளங்கள் நீரை உறிஞ்சி கடை உணவுப் பாதைக்கு அனுப்புகின்றன. அங்கிருந்து பொதுப் புழை வழியாக வெளி யேற்றப்படுகின்றது. கியுலக்ஸ் (Culex) என்ற இன கொசுவின் லார்வாவை 0·65 % சோடியம் குளோரைடு உப்பு நீரில் வளர்த்

தால் லார்வாவின் வால்பகுதி பெரிதாக இருப்பதில்லை. ஆனல் 0·006% உப்பு நீரில் அதை வளர்க்கும் பொழுது வால்பகுதி உருவத்தில் பெரிதாகின்றது. சியாலிஸ் (Sialis) லார்வாவின் உடல் நீரை உட்கிரகிப்பதில்லை. இதன் காரணம் லார்வாவின் மேல் தோல் கைட்டினுலானது. வெளியேற்றப்படும் கழிவுப் பொருள் இரத்தத்திற்கு அதிக ஊடுகலப்பு திரவமாகும். (கொசுவில் கழிவுப்பொருள், இரத்தத்திற்கு குறைவு ஊடுகலப்பு திரவமாகும்). கழிவுப்பொருளில் சோடியம், பொட்டாசியம் போன்றவை குறைவாகக் கலந்திருந்தாலும், பை கார்பனேட் அதிகமாகக் கலந்திருக்கின்றது. குளோரைடு மால்பீஜியன் நாளங்களால் திரும்ப உறிஞ்சப்படுவதால் கழிவுப் பொருட்களில் சோடியம் சிறிதும் காணப்படாது.

நிலத்தில் வாழும் பூச்சிகள் ஊடுகலப்பை ஒழுங்காக்க பல தகவமைப்புகள் பெற்றிருக்கின்றன. அவற்றின் திசுக்களில் சுமார் 50 லிருந்து 70 சத விகிதம் நீர் இருக்கின்றது. இரத்த நிணநீரின் ஊடுகலப்பு அடர்த்தி நீரில் வாழும் பூச்சிகளை விட சிறிது கூடுதலாக இருக்கின்றது.

பூச்சிகள்	வாழும் சூழ்நிலை	அடர்த்தி
பழப்பூச்சி (Drosophila)	நிலத்தில் வாழ்வன	0 70 △
மாண்டிஸ் (Mantis)	,, ,,	0 885 △
கொசு லார்வா	நீரில் வாழ்வன	0·65 △

பூச்சிகள் மூன்று வகையில் நீரைப் பெறுகின்றன.

1. உணவை உண்ணுதலால்

2. வாயு மண்டலத்திலிருந்து சிறிது நீர் வெளிச்சட்டகம் வழியாகக் கிரகிக்கப்படுவதால்

3. உணவின் வளர்சிதை மாற்றத்தால்.

பூச்சிகளின் இரத்தத்தில் அமினே அமிலங்கள் அதிகம் கலந்திருக்கின்றன. ஆனல் குளோரைடு உப்புகள் குறைவாகவே கரைந்திருக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக பழப்பூச்சியின் லார்வாக் களின் இரத்த நிணநீரில் 30% அமினே அமிலங்களும் 10% குளோரைடு உப்புகளும் பாகப்பொருட்களாகும்.

பூச்சிகளின் வெளிச்சட்டகம் கைட்டின் சிமெண்டு, மெழுகு போன்ற கடினப் பொருட்களால் ஆனது. மேலும் வெளிச்சட்டகம் தடித்தும் அடர்ந்தும் காணப்படுகின்றது. இதனால் உடலின் வெளிப்பாகத்திலிருந்து நீர் ஆவியாதல் மிகவும் குறைவாகும். மேலும் நீர் இழப்பு உணவுப்பாதை மூலமாகவும் தடை செய்யப் படுகின்றது. மலக்குடலில் நீர் திரும்பவும் உறிஞ்சப்படுகிறது. மேலும் நைட்ரஜனை கழிவுப் பொருட்களாக வெளியேற்றுவதின் மூலமும் நீர் இழப்பு தடுக்கப்படுகின்றது. இவ்வாறு பூச்சிகள் ஊடு கலப்பினைச் சிறந்த முறையில் ஒழுங்கு படுத்துகின்றன.

8. தசைகள்

உறுப்புகள் செயல்படுவதற்கும் அவை ஒன்றோடொன்று தொடர்ந்து இயங்குவதற்கும் தசைகளும் நரம்புகளும் சேர்ந்து செயல்படுகின்றன. இதையே நரம்பு-தசை இயக்க மண்டலம் என்று குறிப்பிடுகிறோம். படித்து அறிவதின் வசதிக்காக மேற் சொன்ன இரண்டு மண்டலங்களையும் தனித்தனியே ஆராய்வோம்.

தசைகள் உடலின் அசைவுக்குப் பயன்படுகின்றன. உயிரி களின் இடப்பெயர்ச்சிக்கும் உடலின் உறுப்புகளின் அசைவிற்கும் உறுதுணையாக இருப்பது தசைகள். தசைகள் வேறுபாடடைந்த செல்களால் ஆனது. இச்செல்கள் சுருங்கி விரிவதற்கேற்றவாறு நீண்டிருக்கும். தசைகள் நரம்பு மண்டலத்தோடு இணைந்துள்ளன, நரம்புகள் பொதுவாகத் தசையில் முடிவுற்றிருக்கும். நரம்புகளின் தூண்டுதலால் தசைகள் சுருங்கி விரிகின்றன. சில நேரங்களில் தசை சுருங்குவதில்லை. இதற்கு இரு காரணங்கள் உண்டு. ஒன்று, தசைகள் உறுதியான பாகங்களுடன் இணைந்திருக்கலாம். மற்றொன்று, எதிர்த்திருக்கும் தசைகள் இயக்கம் பெறுவதாலும் ஆகும். தசைகள் சுருங்கி விரிகின்றன என்று சொல்வதை விட அவை இழுப்பு சக்தி கொண்டவை என்று சொல்லலாம்.

சுருங்கி விரியும் தன்மை எல்லா தொகுதியிலுமுள்ள விலங்கு களிலும் காணப்படுகின்றது. தசைகளின் பண்புகளும் வேலை செய்யும் முறையும் எல்லா விலங்குகளிலும் ஒரே சீராகவே உள்ளன. தசைகள் சிறப்பாக வளர்ச்சி அடைந்திருப்பது முதுகெலும்பினங்களில்தான். பாலூட்டிகளின் தசைகள் சிறப் பாக ஆராயப்பட்டுள்ளன.

தசையின் பொதுப் பண்புகள்

தசைகள் இழுப்புத் தன்மை உடையன. மிருதுவாகவும் ஒளி ஊடுறுவும் தன்மையுடையதாகவும் உள்ளன. உடலில் உயிர் நீங்கியபின் தசையின் தன்மை முழுவதுமாக மாறுபட்டுவிடுகிறது. இழுப்புத் தன்மையும் ஒளி ஊடுறுவும் தன்மையும் மறைந்துவிடு கிறது. தசையும் மிருதுத் தன்மை இழந்து விறைத்துவிடுகிறது. இதை விறைப்பு நிலை (Rigormortis) என்று சொல்வதுண்டு.

விறைப்பு நிலை உடலில் உயிர் நீங்கிய சில நிமிடங்களில் ஆரம்பித்து 5 அல்லது 6 மணி நேரங்களில் முடிவு பெற்றுவிடுகிறது. இயங்கு தசைகளில் விறைப்பு நிலையைப் பற்றி விளக்கமாகத் தெரியவில்லை.

தசையை இரு கைகளினிடையே வைத்துப் பிழியும்பொழுது தசையிலிருந்து வெளிப்படும் திரவப் பொருள் தசை சீரம் (Muscle serum) எனப்படும். தசை சீரம் உலரக்கூடியது அல்லது உறையக்கூடியது. தசையின் பாகப் பொருள் தசை உறை (Muscle clot) என்று சொல்லப்படுகிறது. தசை சீரம் தசை புரதத்தாலானது. தசை உறை, கரையும் தன்மையுடைய மையோசினோஜன், பாராமையோசினோஜன் (Myosinogen, Para Myosinogen) என்ற இரு புரதங்கள் நொதியின் வேதிய செயலால் கரையாத தன்மையுடையதாவதால் உண்டாகும் திடப் பொருளாகும்.

சுருங்குதலும் விரிதலுமே தசையின் முக்கிய பண்புகளாகும். சுருங்குதல், விரிதல் ஆகியவை இரண்டு செயல்களானாலும் அவற்றை தசைச் சுருக்கம் என்று சேர்த்துச் சொல்வதே மரபு. தசைகள் பல்வேறு தூண்டுதல்களுக்கு செயல்படுகின்றன. அவை இயக்க, தட்ப வெப்ப, வேதிய, மின் ஆகிய தூண்டல்களுக்குச் சுருங்கி விரிகின்றன. தசை சுருங்கிவிரிவதால் அவற்றின் நீளம், அகலம் வேறுபடுகின்றதே தவிர அதன் மொத்த அளவு மாறுவதில்லை. தசைச் சுருக்கத்தின் நேர அளவு தூண்டுதல்களைப் பொருத்தும் தசைகளைப் பொருத்தும் வேறுபடுவதுண்டு. சில தசைகள் ஒரு தூண்டுதலுக்குக் குறைவான நேரமும் சில அதிக நேரமும் எடுத்துக்கொள்கின்றன. தவளையின் முழங்கால் தசை (Gastrocnemius muscle) ஒரு சுருக்கத்திற்கு சுமார் 0·1 விநாடி நேரம் செலவிடுகின்றது. சில எடுத்துக்காட்டுகள் :

மனிதனின் முழங்கால் தசை ஒரு சுருக்கத்திற்குத்

		தேவைப்படும் நேரம்		0·110 விநாடி
எலியின்	,,	,,	,,	0·034 விநாடி
பூனையின்	,,	,,	,,	0·039 விநாடி

ஒரு தூண்டலுக்குத் தசை சுருங்கும் குறைந்த நேர அளவு குறைவுத் தொடக்கத் தூண்டுதல் (Minimal threshold stimulus) என்று அழைக்கப்படுகிறது. குறைவுத் தொடக்கத் தூண்டுதலுக்கும் குறைவாகத் தூண்டுதல் ஏற்பட்டால் தசைத் துடிப்பு அல்லது சுருக்கம் நடைபெறாது. ஆனால் குறைவுத் தொடக்கத்

தூண்டுதலுக்கும் குறைவான தூண்டல் தொடர்ந்திருந்தால் தசைத்துடிப்பு ஏற்படலாம். தூண்டுதல் சிறிதுசிறிதாக அதிகரிக்கும் பொழுது தசைத் துடிப்பும் அதிகரிக்கும். தூண்டுதல் தொடர்ந்திருக்கும் பொழுது ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் தசைத் துடிப்பு இல்லாமலிருக்கும். இதையே அதிகத்தூண்டல் அல்லது நிறைவுத் தூண்டல் (Maximal stimulus) என்று குறிப்பிடுகிறோம். நிறைவுத் தூண்டலும் ஒரு தசையில் சூழ்நிலையைப் பொருத்து வேறுபடலாம்.

தசைகளின் வகைகள்

தசைகளை மூன்று வகையாகப் பிரித்துள்ளார்கள். அவை;

1. வரித்தசை (Striped muscle or striated muscle)
2. வரியற்றதசை (Nonstriated muscle or smooth muscle)
3. இதயத்தசை (Cardiac muscle) ஆகியவையாகும்.

மேற்சொன்ன வகைபாடு சில வேளைகளில் முதுகெலும்பற்ற விலங்குகளின் தசைகளோடு ஒப்பிட முடிவதில்லை. அதனால் தசைகளை அவற்றின் செயல்முறை கொண்டும் பிரித்திருக்கிறார்கள்.

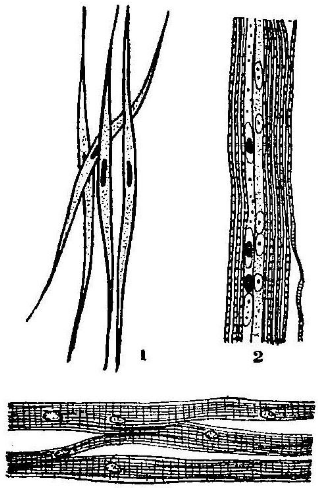
1. இயங்கு தசை அல்லது எலும்புத்தசை (Voluntary or skeletal or striped muscle)
2. இயங்கு தசை அல்லது உடலுள் தசை (Involuntary or visceral or non striated muscle)
3. இதயத்தசை (Cardiac muscle)

மேற்சொன்ன இரண்டு வகைபாடுகளுக்கும் அதிக வேறுபாடில்லை. முதலில்சொன்ன வரித்தசைதான் பின்னால் சொல்லப்பட்ட இயங்குதசை. முதல் வகைபாட்டில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள வரியற்ற தசைதான் பின்னால் சொல்லப்பட்ட இயக்குதசை. மேலும் இதயத்தசை இரண்டு வகைபாட்டிலும் ஒன்றுபோலவே உள்ளது.

இயக்கு தசை தானாக இயங்காது. நரம்புகள்தான் இத் தசையைத் தூண்டவேண்டும். ஆனால் இயங்கு தசைகள் தானாகவே இயங்கிக் கொண்டிருக்கும். இயங்கு தசையில் அசைவு தொடர்ந்திருக்கும். நரம்புகளின் அல்லது ஹார்மோன்களின் தூண்டுதல் தேவையில்லை. இதனால் இயக்குத் தசைகளை நரம்புத் தூண்டி(Neurogenic) தசைகள் என்றும் இயங்கு தசைகளை

தசைத் தூண்டி (Myogenic) தசைகள் என்றும் அழைப்ப துண்டு. இவ்வாறு வகைப்படுத்தும் பொழுது இதயத் தசையும் தசைத் தூண்டி வகையினுள் அடங்கி விடுகின்றது.

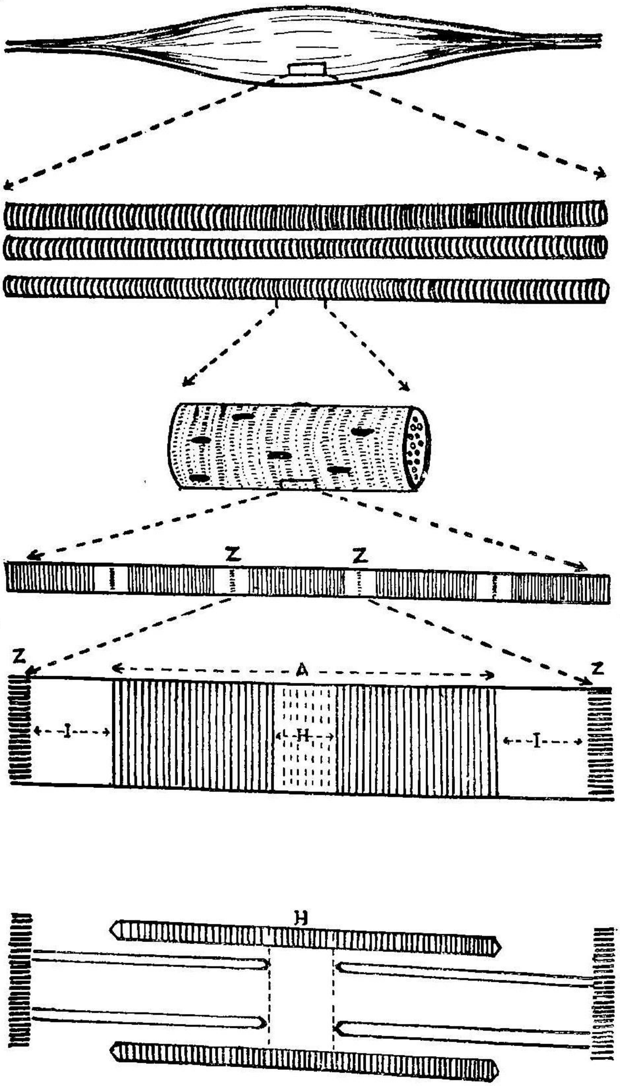
இயக்கு தசை : இத் தசைகள் நீளமாகவும் ஒடுக்கமாகவும் உள்ளன. ஒவ்வொரு தசையிலும் பல தசை நார்கள் உண்டு. ஒவ்வொரு தசை நாரும் பல தசைநார் நுண் இழைகளால்(Myofil-brils) உருவாக்கப் பெற்றது. இந்நுண் இழைகளினுள் சார்க்கோ பிளாசம் அல்லது தசை நார் கூழ் உள்ளது. தசை நார்களைச் சுற்றி சார்கோலெம்மா (Sarcolemma) அல்லது தசை நார் உறை என்ற சவ்வு இருக்கின்றது. சார்க்கோலெம்மாவுக்கும் சார்க்கோ பிளாசத்திற்கும் இடையே பல உட்கருக்கள் காணப்படுகின்றன, (படம் 21).



படம் 21.

1. இயங்கு தசை 2. இயக்கு தசை 3. இதயத் தசை

சாதாரண உருப் பெருக்கியின் மூலம்(Microscope)ஒவ்வொரு தசை நார் நுண் இழையிலும் பல கோடுகளைப் பார்க்கலாம். மின் உருப் பெருக்கி கொண்டு (Electron Microscope) நுண் இழைகளை ஆராயும் பொழுது அவற்றின் கோடுகள் தெளிவாகவும் விளக்கமாகவும் தெரிந்தன. படம் (22). தசை நார் நுண் இழைகளை ஒழுங்காக அசைத்தால் நுண் இழைகள் பல துண்டுகளாக (Sarcomeres) விடுபடுகின்றன. இத்துண்டுகளின் இரண்டு எல்லை



படம் 22

ஒரு தசையின் நுண்ணிய பாகங்களைக் காட்டும் படம்.

களிலும் Z என்ற மெல்லிய வரிகள் காணப்படுகின்றன. இவ்வரிகளுக்கு உள்ளாக இரண்டு பக்கங்களிலும் இரண்டு அடர்த்தி குறைந்த பாகங்கள் காணப்படுகின்றன. இவற்றிற்கு I வரிகள் என்று பெயர். நுண் இழைத் துண்டின் நடுப்பாகம் அடர்ந்த வரியுடையது. இதை A வரியென்பர். A வரியின் மத்தியில் அடர்த்தி குறைந்த H வரியையும் பார்க்கலாம்.

சார்க்கோபிளாசம் (Sarcoplasam), தசை நார் நுண் இழைகளுக்கிடையே நீண்டு ஓடிக் கொண்டிருக்கிறது. சார்க்கோபிளாசத்தில் நீண்ட ஒடுங்கிய ஓடைகள் குறுக்கும் நெடுக்கும் ஆக வலை போன்று காணப்படுகின்றன. இவைதான் சார்க்கோபிளாச ரெட்டிகுலம் அல்லது தசைநார் கூழ் வலைகள் (Sarcoplasmic Reticulum).

தசைநார்கள் கூட்டாகக் கட்டப்பட்டுள்ளன. இத்தசை நார் கற்றைகளைச் (Fasciculi) சுற்றி இணைப்புத் திசுக்களால் ஆன (Connective tissue) தசைநார் கற்றை உறை (Perimysium) என்ற உறை உண்டு. பல தசைநார் கற்றைகள் சேர்ந்து ஒரு தசை உண்டாகின்றது. தசையைச்சுற்றி இணைப்புத் திசுவாலான ஒரு மெல்லிய வெளித்தசை உறை (Epimysium) தசையைப் பாதுகாக்கின்றது.

இயக்கு தசைகள் பொதுவாக எலும்புகளுடன் சேர்ந்திருக்கும். அதனால் இவற்றிற்கு எலும்புத்தசை என்ற பெயரும் உண்டு.

இயங்கு தசை : இயங்குதசையின் நார்கள் இயக்குத்தசையை விடச்சிறியன (படம் 21). இயங்குதசையின் ஒவ்வொரு நாரும் மத்தியில் தடித்து இரண்டு முடிவிலும் கூர்மையாகவும் இருக்கும். மத்திய பாகத்திற்கு பெல்லி (Belly) அல்லது வயிறு என்றுபெயர். இயங்குதசை நார்கள் வெவ்வேறு நீளமுடையன. மெல்லுடலிகளின் அடக்டர் (Adductor Muscle) தசைநார்கள் சுமார் 2 செ.மீ. நீளம்வரை அளவிடப்பட்டுள்ளது. ஆனால் கடல் சாமந்தியில் (Sea anemone) உள்ள நார்கள் மிகச்சிறியன (0·05 -- 0·5 m m).

சைட்டோப்பிளாசம் (Cytoplasam) தெளிவாக உள்ளது. அதில் கோடுகளோ அல்லது வரிகளோ இல்லை. இதனால் இவற்றை வரியற்றதசைகள் என்று சொல்வதுண்டு. வயிற்றின் மத்தியில் ஒருபெரிய உட்கரு இருக்கின்றது. உணவுப்பாதையிலும் இரத்தநாளங்கள் மற்றும் நாளங்கள் எல்லாம் இயங்கு தசையால் ஆனவை. இத்தசை தானாக இயங்கக் கூடியது.

இதயத்தசை : முதுகெலும்பினங்களின் இதயங்கள் இத்தசைகளால் ஆனது. இத்தசையின் அமைப்பு இயக்கு, இயங்கு தசைகளின் அமைப்பிற்கு இடைப்பட்டதாக உள்ளது. தசை நார்கள் நீண்டு பலகிளைகளை உடையனவாக உள்ளன. ஒரு நாரின்கிளைகள் பக்கத்துநாரின் கிளைகளோடு சேர்ந்துவலைபோலப் பின்னிக் கொண்டிருக்கும். சார்க்கோலெம்மா கிடையாது. உட்கரு ஆங்காங்கே காணப்படும். தசைகளின் நாரில் மெல்லிய வரிகள் உண்டு. இவ்வரிகள் வரித்தசைகளில் உள்ள வரிகள் போன்ற அமைப்புடையதில்லை. இதயத்தசை தானாக இயங்கும் தன்மையுடையது (படம் 21),

தசைச் சுருக்கம்

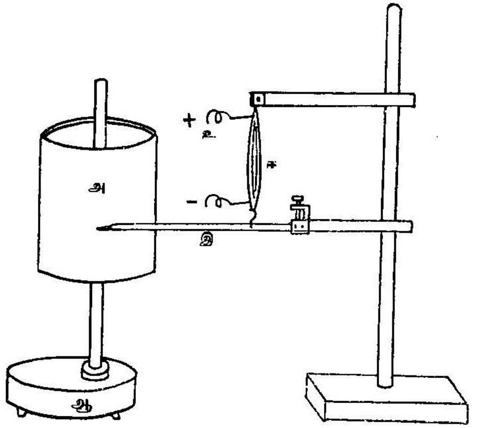
ஒரு தசை நேரடியான அல்லது மறைமுகமான ஒரு தூண்டுதலுக்குச் சுருங்கவோ அல்லது நீளவோ செய்தால் அதைத் தசைச் சுருக்கம் என்று சொல்லலாம். தசைச் சுருக்கம் இரு வகைப்படும்.

1. ஐசோமெட்ரிக் அல்லது சமநீளச்சுருக்கம் (Isometric contraction)2. ஐசோடோனிக் அல்லது சமஇழுப்புச்சுருக்கம் (Isotonic contraction) என்பனவாகும்.

சமச் நீளச் சுருக்கம் நடைபெறும்பொழுது தசையில் இழுப்பு சக்தி உண்டாகின்றது. ஆனால் தசையில் ஏற்படும் இழுப்பு சக்தியால் வேலை ஒன்றும் நடைபெருது. எடுத்துக்காட்டாக ஒரு மேஜையின் மேல் விரலால் அழுத்தும்பொழுது தசையில் இழுப்பு சக்தி ஏற்படுகின்றது. ஆனால் இவ்விழுப்பு சக்தியால் வேலை நடைபெறுவதில்லை. சம இழுப்புச் சுருக்கம் பொதுவாக ஒரு வேலையைச் செய்யும்பொழுது ஏற்படுகின்றது. ஒரு பளுவைத் தூக்கும்பொழுது இழுப்புச் சக்தி ஏற்பட்டுத்தசை சுருங்குகின்றது. சம இழுப்புச் சுருக்கத்தால் ஏதாவது ஒரு வேலை நடைபெறுகின்றது.

தசைச் சுருக்கத்தை அளவிட கைமோகிராஃப் (Kymograph) என்ற கருவி உண்டு (படம் 23). இக் கருவியில் ஒரு உருளை சுற்றிக் கொண்டிருக்கும். அவ்வுருளையில் புகை படரச் செய்த தாள் ஒன்று ஒட்டப்பட்டிருக்கும். உருளையின் பக்கத்தில் ஒரு தளம் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். அத்தளத்தில் ஆய்வுக்குரிய விலங்கினையோ அல்லது தசையையோ ஒரு நூலோடு இணைத்திருப்பார்கள். இந்நூல் ஒரு நெம்புகோலுடன் கட்டப்பட்டு,

நெம்புகோலின் கூர்மையான முனை உருளையைத் தொட்டு நிற்கும். ஆய்வு நடக்கும்பொழுது தசையைத் தூண்டுவதற்குத் தசையுடன்



படம் 23

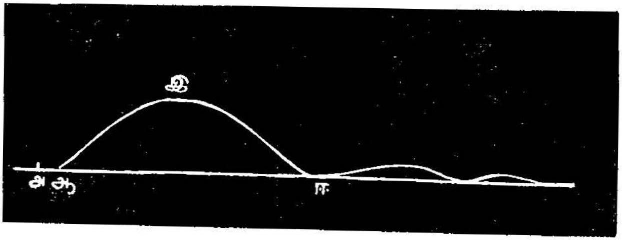
கைமோகிராஃப்: கைமோகிராஃபின் உதவியால் தசைச் சுருக்கம் அறியப்படுகின்றது: அ. உருளை, ஆ. உருளையைத் தாங்கும் தாங்கி, இ. நெம்புகோல் ஈ. தசை, உ. மின் சக்தியின் இணைப்பு.

மின்கம்பிகளை இணைத்து மின்சாரம் பாய்ச்ச வேண்டும். மின்சாரம் தூண்டலாகும். மின் பாய்ந்தவுடன் (தூண்டல் ஏற்பட்டவுடன்) தசை தடிக்கும் அல்லது சுருங்கும். தசையின் சுருக்கத்தால் நெம்புகோல் அசைந்து சுழன்று கொண்டிருக்கும் உருளையில் கோடிடும். தூண்டுதலுக்கு ஏற்ப தசைச் சுருக்கம் உண்டாகும். தசைச் சுருக்கத்திற்கேற்ப நெம்புகோல் கோடிடுதலும் வேறுபடும்.

தசைத் துடிப்பு (Muscle Twitch)

ஒரு தசையை ஏதாவதொரு உணர்ச்சி கொண்டு தூண்டும்பொழுது அது திடீரென்று சுருங்குகின்றது. இத்திடீர்ச் சுருக்கமே தசைத் துடிப்பாகும். தசை செயல்படுவதற்கு உணர்ச்சி தேவை. ஒரு செயலுக்கு முதலில் தேவைப்படும் குறைவுத் தூண்டுதலே (Threshold Stimulation) தொடக்கத் தூண்டுதலாகும். தொடக்கத் தூண்டல் அதிகமானால் தசைச் சுருக்கம் தூண்டலுக்கேற்ப அதிகமாகும். உச்சச் சுருக்கத்திற்குத் தேவைப்படும் குறிப்பிட்ட அளவான தூண்டலே உச்சத் தூண்டலாகும் Maximal Stimulation).

தசையின் ஒரு துடிப்பை மேற்சொன்ன கைமோகிராஃப் மூலம் ஆய்வு செய்து ஒரு வரைபடம் தயாரிக்கலாம் (படம் 24).



படம் 24

தசையின் ஒரு துடிப்பைக் காட்டும் படம்

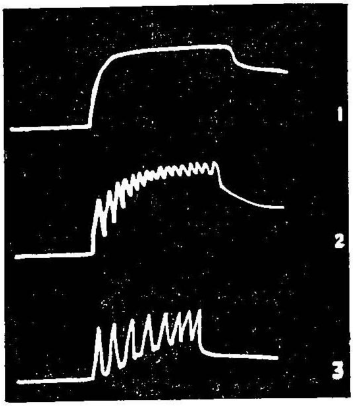
இவ்வரை படத்தில் அ, ஆ என்ற குறியிட்ட இடைப்பட்ட தூரம் தூண்டுதல் தொடங்கி தூண்டுதலால் தசைச் செயல்பட ஆரம்பித்த நேரத்தைக் குறிக்கும். இதுவே தசைச் சுருக்கத்தில் உள்ளார்ந்த நேரம் (Latent Period of Muscular Contraction). உள்ளார்ந்த நேரம் பொதுவாக 0·01 மணித் துளி அளவில் (Minutes) இருக்கும். இந்த நேர அளவு சரியானது என்று சொல்லிவிட முடியாது. ஏனென்ருல் நெம்புகோலின் அமைப்பு நேரத்தைக் குறியிடுவதில் தாமதத்தை உண்டாக்கியிருக்கலாம். அதனல் தசைச் சுருக்கத்தின் உள்ளார்ந்த நேரம் பொதுவாக உருளையில் வரையப்படும் அளவு நேரத்தைவிடக் குறைவாகவே இருக்கும். 'ஆ' விலிருந்து 'இ' வரை உள்ள இடைப்பட்ட தூரம் தசையின் சுருக்க நேரத்தைக் காட்டுவதாகும். 'இ' யிலிருந்து வரைகோடு கீழ்நோக்கி இறங்கி 'ஈ' யைத் தொடுகின்றது. இது தசையின் விரிதலைக் காட்டும் நேரத்தை அளவிட உதவுகின்றது. ஆய்வுச்சாலையில் தவளையின் முழங்கால் (Gastrocnemius Muscle) தசை ஒரு தடவை சுருங்கி விரிவதற்கு 0·11 மணித்துளி நேரம் எடுத்துக் கொள்கின்றது என்று கணக்கிடப்பட்டுள்ளது.

தொடர் சுருக்கம் (Tetanic Contraction)

பொதுவாக; தசைகள் குறுகிய நேர அளவில் சுருங்கி விரிந்து விடுகிறது. அதிகமாக எடுத்துக் கொண்டால் ஒரு தசை 0·1 மணித்துளி அளவில் சுருங்கி விரிந்து விடுகிறது. ஆனல் உணர்ச்சி தொடர்ந்திருக்கும்பொழுது தசை தொடர்ந்து சுருங்குகின்றது. தசை சில மணித்துளி அளவிற்கோ அல்லது சிலமணி நேரங் களுக்கோ தொடர்ந்து சுருங்கினல் அது தொடர்சுருக்கம்

என்று அழைக்கப்படுகின்றது. தொடர்சுருக்கம் தொடர்ந்து வரும் உணர்ச்சியாலும் அதனால் ஏற்படுகின்ற சிறுசிறு சுருக்கத்தாலும் ஏற்படுகின்றது.

தொடர் சுருக்கத்தை அறிய, ஒரு தசையை ஆராய்வோம். சில தூண்டுதல்களை அத்தசைக்கு விட்டு விட்டுச் செலுத்தினால், தூண்டுதலின் நேரத்திற்கேற்ப தசையும் சுருங்கி விரிகின்றது. தூண்டுதல்களின் இடைவெளியைச் சுருக்கினால் தசையின் சுருங்கி விரிதலும் விரைவாக நடைபெறுகின்றது. ஒரு தூண்டுதலினால் தசை சுருங்கி விரிவதற்கு முன்னால் அடுத்த தூண்டுதலைக் கொடுக்கும் பொழுது, சுருங்கி விரிதல் முழுமையாக இராது. அவை உடனுக்குடன் தொடர்ந்து ஏற்படுகின்றது. இவ்வகை சுருக்கத்தின் வரைபடம் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது போல இருக்கும் (படம் 25). முதலில் தூண்டுதல் விட்டுவிட்டு இருக்கும்



படம் 25
தொடர் சுருக்கத்தைக் காட்டும் படம்

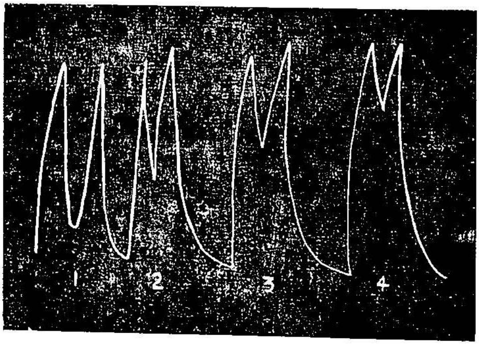
பொழுது ஒவ்வொரு சுருக்கத்தையும் காட்டும் வரை கோடு உயரமாக இருக்கும். தூண்டுதலின் இடைவெளியைக் குறைக்கும் பொழுது வரைகோடு பற்கள் போன்று குறுகிய கோடுகளாக இருக்கும்.

தொடர் சுருக்கம் முழுமையாக நடைபெறும் பொழுது தான் தசைகள் நன்றாகச் செயல்படுகின்றன. தவளையின் கணுக்கால் முழுத்தொடர் சுருக்கம் பெற ஒரு மணித்துளிக்கு 20 லிருந்து 30 தூண்டுதல்கள் வேண்டியதிருக்கிறது. பாலூட்டிகளின் தசைகள் முழுத்தொடர் சுருக்கம் பெற ஒரு மணித்துளிக்கு 30 தூண்டு

தல்கள் வேண்டியதிருக்கிறது. சில பூச்சிகளின் சிறகு தசைகள் ஒரு மணித்துளிக்குள் 300 தடவை தூண்டப்படுகின்றன.

M. வளைகோடு (M Curve)

ஒரு தசையின் ஒரு தூண்டுதலால் ஒரு வளைகோடு ஏற்படுகின்றது. தசையின் சுருங்குதல் முடிந்து விரிதல் நடக்கும்பொழுது இரண்டாவது தூண்டுதலைச் செயல்படுத்தினால் இத்தூண்டுதலினால் திரும்பவும் ஒரு வளைகோடு ஏற்படுகின்றது. மேற்சொன்ன இரண்டு தூண்டுதலினாலும் ஏற்பட்ட வரைகோடுகள் ஆங்கில எழுத்து 'M' போன்றிருப்பதால் அது 'M' வரைகோடு என்று சொல்லப்படுகிறது (படம் 26).



படம் 26
M. வளைகோடு

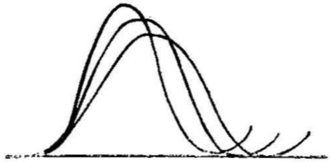
தொகுத்துச் சுருங்குதல் (Summation)

தொகுத்துச் சுருங்குதலின் போது முதலில் ஒரு தசைச் சுருக்கம் ஏற்படுகின்றது. முதல் தசைச் சுருக்கத்திற்குப் பிறகு அதைத் தொடர்ந்து இரண்டாவது தூண்டுதலை ஏற்படுத்தினால் தசை மேலும் சுருங்கும். தொகுத்துச் சுருங்குதலில் பின்வரும் தூண்டுதலால் தசை அதிக அளவில் சுருங்கி விரிகின்றது. இதனால் தசையின் நீளமும் குறைந்து விடுகின்றது.

ஏறுபடி நிலை (Stair Case Phenomenon or Treppe)

தூண்டுதல்களை ஒழுங்கான இடைவெளிகளுடன் தொடர்ந்து கொடுத்து வந்தால் முதலில் உள்ள தூண்டுதல்களால் ஏற்படும் வரைகோடுகள் ஒன்றுக்கு மேல் ஒன்றாகக் காணப்படும். இதுவே

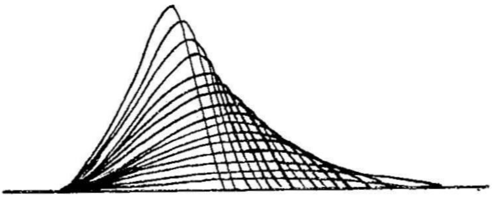
ஏறுபடி நிலை என்று சொல்லப்படுகிறது. ஏறுபடி நிலை தசைகளின் கூருணர்ச்சியைப் (Irritability) பொருத்தும் தட்பவெப்ப நிலை அதிகரிப்பதற்கு ஏற்றவாறும் ஏற்படுகின்றது (படம் 27).



படம் 27
ஏறுபடி நிலையைக் காட்டும் வளைகோடு

களைப்பு நிலை (Fatigue)

ஒரு தசை தொடர்ந்து குறுகிய இடைவெளியுடன் தூண்டுதலுக்கு உட்பட்டால் அதன் சுருங்கும் சக்தி குறைந்து விடுகின்றது. இத்தகைய தூண்டுதல் தொடர்ந்திருந்தால் தசையின் சுருக்கம் நின்று விடுகிறது (படம் 28). தசையின் சுருக்கம் நின்று



படம் 28
களைப்பு நிலையைக் காட்டும் வளைகோடு

விடுதல் அதன் களைப்பு நிலையைக் காட்டுகின்றது எனலாம். தனித்த ஒரு தசையை ஆராயும் பொழுது களைப்பு நிலை உண்டாவது தசையில் சுருக்கத்திற்குக் காரணம் ஆகும் சக்தி குறைந்து கொண்டு வருகின்றது எனலாம். ஆனால் உடலோடு ஒட்டிய ஒரு தசையில் தசைச் சுருக்கத்தை ஆராயும் பொழுது ஏற்படும் களைப்பு நிலைக்குக் காரணம் அத்தசையில் லாக்டிக் அமிலம் போன்ற கழிவுப் பொருட்கள் உண்டாவதுதான் லாக்டிக் அமிலம் செரித்த உணவுப் பொருட்களின் வளர்சிதை மாற்றத்தால் உண்டாகின்றது. ரிங்கர் திரவத்தை (Ringer's Solution) சொட்டுச் சொட்டாக இடுவதால் தசையிலிருந்து கழிவுப்

பொருட்கள் வெளியேறி விடுகின்றன. அதனால் தசை திரும்பவும் செயல்படுவதற்கு ரிங்கர் திரவம் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

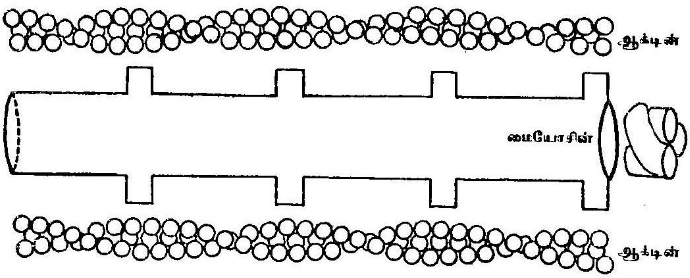
தசையின் வேதியப் பாகப் பொருட்கள்

தசையில் 75% நீரும் 20% புரதமும் 5% உப்புகளும் பாகப் பொருட்களாக உள்ளன. தசையிலுள்ள தசைப்புரதம் மிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது.

தசைப் புரதம் (Muscle Protein)

தசை நார்களில் காணப்படும் புரதம் தசைப்புரதமாகும். தசைப்புரதம் மூன்று வகைப்படும். அவை: மையோசின், ஆக்டின், ட்ரோப்போமையோசின் (Myosin, Actin and Tropomyosin) ஆகியவையாகும்.

மையோசின்: மையோசின் தசையில் காணப்படும் முக்கியமான புரதங்களில் ஒன்று. அதன் மூலக்கூற்று எடை எண் 42,0000 (Molecular weight). அதன் அமைப்பு மூன்று இழைகளால் ஆனது. மூன்று இழைகளும் இணைந்து முறுக்கி இருக்கும் (படம் 29)



படம் 29

தசைப் புரதத்தின் அமைப்பு

ஆக்டினும் மையோசினும் இணைந்துள்ளது. ஆக்டின் இரண்டு இழைகளாலானது. ஒவ்வொரு ஆக்டின் இழையும் இரண்டு இழைகளாக திருகுச்சுருள் போன்று பின்னிக் கொண்டிருக்கும். மையோசின் மூன்று இழைகளாகப் பின்னிக் கொண்டிருக்கும்.

ட்ரிப்சின் (Trypsin) என்ற புரதத்தைச் செரிக்கும் நொதி மையோசினையும் செரிக்கச் செய்கின்றது. மையோசின் செரிக்கப்படும் பொழுது இரண்டு பொருட்களாகப் பிரிகிறது. ஒன்று H- மீரோமையோசின் (H- Meromyosin). மற்றது

L-மீரோமையோசின் (L- Meromyosin). இவை இரண்டும் வெவ்வேறு மூலக்கூற்று எண்கள் உடையன. மையோசினும் H-மீரோமையோசினும் நொதிகள் போன்றவை. அவை, 'ஏறிபி' யிலிருக்கும் பாஸ்பரஸ் பகுதியுடன் இரசாயன மாற்றங்கள் அடைய உதவி செய்கின்றன. 'ஏறிபி'யின் இரசாயன மாற்றம் தான் தசைச் சுருக்கத்தின் முக்கிய நிலையாகும்.

L-மிரோமையோசினுக்கு நொதிகளின் பண்புகள்கிடையாது. அதனால் மேற்சொன்ன இரசாயன மாற்றத்தில் ஈடுபடுவதில்லை. இதனால் மையோசினில் H-பகுதியே சக்தி வாய்ந்ததாகக் கருதப்படுகின்றது.

ஆக்டின்: ஆக்டின் புரதத்திற்குச் சுருங்கி விரியும் சக்தி கிடையாது. ஆனால் அதற்கு இழுப்புச் சக்தி உள்ளதால் அது சிறிது நீளும். இதன் மூலக்கூற்று எடை சுமார் 60,000. ஆக்டின் மற்ற உருவங்களிலும் காணப்படும். G ஆக்டின் என்ற குளோபுலார் ஆக்டின் (G-Actin or globular actin) என்பது ஒருவகை. G ஆக்டினை F ஆக்டினாகவும் மாற்றலாம் (படம்-29).

G ஆக்டின் F ஆக்டினாக மாற்றப்படுவதற்கு ATP தேவை. ATP, தசையில் அதிகமான அளவில் இருப்பதால் G ஆக்டின் F ஆக்டினாக மாற்றம் அடைந்து கொண்டேயிருக்கும். ஆக்டின் இரண்டு இழைகளாகப் பின்னிக் கொண்டிருக்கும்.

ட்ரோப்போமையோசின்: இவ்வகை புரதமும் சுருங்கி விரிவதில்லை. முதுகெலும்புகளின் ட்ரோப்போ மையோசினுக்கு முதுகெலும்பல்லனவற்றின் ட்ரோப்போமையோசின் வேறுபடுவதால் முன்னதை ட்ரோபோ மையோசின் B என்றும் பின்னதை ட்ரோப்போமையோசின் A என்றும் குறிப்பிடுவதுண்டு.

தசையிலிருந்து தசைப்புரதங்களைச் சில பரிசோதனைகள் மூலம் பிரித்தெடுக்கலாம். தசைப் புரதங்களைப் பிரித்தெடுப்பதன் மூலம் குறிப்பிட்ட தசைப்புரதம் தசைநாரின் எந்தெந்த இடங்களில் அதிகமாக இருக்கின்றது என்று அறிந்திருக்கிறார்கள். மையோசின் பொதுவாக A வரியிலும் ஆக்டின் I வரியிலும் காணப்படுகின்றன. மின் உருப்பெருக்கியின் மூலமாக ஒவ்வொரு தசைநாரும், பல தசை இழைகளால் ஆனது என்றும் அவற்றில் தடித்த தசை இழைகளும் ஒடுங்கிய தசை இழைகளும் ஒழுங்காக அமைக்கப் பெற்றிருக்கின்றன என்றும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. இதில் தடித்ததசை இழைகள் மையோசினாலும் ஒடுங்கிய தசைஇழைகள் ஆக்டினாலும் ஆனவை.

உப்புகளும் அங்ககக்கூட்டுப் பொருட்களும்

எம்டென் (Embden) என்ற அறிவியலாளர் வெவ்வேறு தசைகளின் பாகப் பொருட்களை அட்டவணைப் படுத்தியுள்ளார். அவர் கருத்துப்படி பொட்டாசியம், மக்னீசியம், பாஸ்பரஸ், சோடியம், சுண்ணும்பு போன்ற உப்புகள் தசையில் உள்ளன. இவற்றில் பொட்டாசியம் அதிக அளவிலும் மற்ற உப்புகள் குறைந்த அளவிலும் உள்ளன. விலாங்கு மீனின் தசையில் சோடியத்தை விட எட்டு மடங்கு பொட்டாசியம் இருப்பதாக எம்டென், கணக்கிட்டுள்ளார். தவளை, கோழி, எலி, மனிதன் ஆகியவற்றின் எலும்புத் தசைகளில் சுண்ணும்பை விட மக்னீசியம் அதிகமாக உள்ளது.

அங்ககப் பொருட்களில் முக்கியமானவை கிளைக்கோஜன் லிப்பிடுகள், ஸ்டீராய்டுகள், புரதம் அல்லாத நைட்ரஜன் கூட்டுப் பொருட்கள் ஆகியவை. புரதம் அல்லாத நைட்ரஜன் கூட்டுப் பொருட்களில் முக்கியமானவை கிரியேட்டின், பாஸ்போ கிரியேட்டின், அடினேசின் டை பாஸ்பேட், யூரியா ஆகியவை.

கிளைக்கோஜன்: தசைச்சுருக்கத்திற்குச் சக்தித் தேவை. சக்தி தசைகளில் கிளைக்கோஜனிலிருந்து கிடைக்கின்றது. குளுக்கோஸ் அதிகமாகும் பொழுது அது கிளைக்கோஜனுக வேதிய மாற்றமடைந்து தசைகளில் சேமித்து வைக்கப்படுகின்றது.

லிப்பிடுகள் : பாஸ்போலிப்பிடுகள் (கொழுப்புகள்) தசைகளில் உண்டு. காட்டில் வளரும் முயலின் தசையில் பாஸ்போலிப்பிடுகள் கூடுதலாகவும் ஆய்வுச்சாலையில் வளரும் முயலின் தசையில் குறைவாகவும் இருக்குமென்று புளூர், ஸ்னைடர் (Bloor, Snider) என்ற இரு அறிவியலாளர்கள் கண்டிருக்கிருர்கள். இதனுல் தசை இயக்கம் அதிகம் உள்ள விலங்குகளில் பாஸ்போலிப்பிடுகள் கூடுதல் அளவில் இருக்கும் என்று அறிய முடிகிறது. இதே போன்றுதான் வீட்டில் வளரும் கோழிகளின் தசைகளிலும் காடுகளில் வளரும் புருக்களின் தசைகளிலும் பாஸ்போலிப்பிடுகளின் அளவு வேறுபடுகின்றது.

பாஸ்போகிரியேட்டின்: பாஸ்போகிரியேட்டின் ஒரு சக்தி நிலையம் போன்றது. அது அடினேசின் டை பாஸ்பேட் (ADP), அடினேசின் ட்ரைபாஸ்பேட்டாக (ATP) மாற்றமடைவதற்கு உதவி செய்கின்றது. தசைச் சுருக்கத்திற்குச் சக்தி அடினேசின் ட்ரை பாஸ்பேட்டிலிருந்து உடனடியாகக் கிடைக்கிறது.

தசைச் சுருக்கத்தின் இரசாயனச் செயல்கள்

தசைச் சுருக்கத்தின்போது தசை வேலை செய்கின்றது தசை சுருங்குவதற்குச் சக்தி வேண்டும். தொடர்ந்த பல இரசாயனச் செயல்களால்தான் சக்தி கிடைக்கப் பெறுகின்றது. சக்தி கிடைத்த பிறகு தசைச் சுருக்கம் நடைபெறுகின்றது.

தசையின் பாகப் பொருட்கள் நீரும் புரதமுமே. மற்ற பொருட்கள் குறைந்த அளவில்தான் காணப்படுகின்றன. நீர் 75% ஆகவும், புரதம் 20% ஆகவும் தசையில் இருப்பதாக ஆராய்ச்சியாளர்கள் கணக்கிட்டிருக்கிறார்கள். மீதமான 5% அனங்ககஉப்புகளும் குளுக்கோஸ், கொழுப்பு பொருட்கள், கிளைக் கோஜன் போன்ற அங்ககப் பொருட்களுமாகும். கால்சியம், பொட் டாசியம்,பாஸ்பரஸ், சோடியம் போன்ற உப்புகள் மிகவும் குறைந்த அளவிலேயே உள்ளன புரதமல்லாத நைட்ரஜன் கலப் புப் பொருட்களும் தசையில் காணப்படுகின்றன. அவை கிரியேட் டின் பாஸ்போகிரியேட்டின், அடினோசின் ட்ரைபாஸ்பேட், யூரியா போன்றவை. புரதமல்லாத நைட்ரஜன் கலப்புப் பொருளாகும்.

புரதத்தில் முக்கியமானவை மையோசினும் ஆக்டினும். இப் புரதங்கள் தசைச் சுருக்கத்தின்போது சேர்ந்தும் செயல்படு கின்றன. சேர்ந்து செயல்படும் பொழுது அவை ஆட்டோமைசின் என்று பெயர் பெறுகின்றன. ஆட்டோமைசின் தசைச் சுருக்கத்தின் போது இரசாயனச் சேர்க்கைக்குள்ளாகின்றது.

தசையில் சில நிற அணுக்களும் உண்டு. அவை மயோ குளோபினாகும். மையோகுளோபின் அதன் உருவத்திலும் செயலிலும் ஹிமோகுளோபின் போன்றது.

தசைச் சுருக்கத்தின்போது காற்றற்ற கிளைக்கோஜனின் உடைதல் (Glycolysis) நடைபெறுகின்றது. அதனால் நேரடியாக ஆக்ஸிஜன் கிரகிக்கப்படுவதில்லை என்று அறியலாம். ஆனால் தசை விரியும்பொழுது ஆக்ஸிஜன் கிரகிக்கப்படுகின்றது. கரியமில வாயு வெளியேற்றப்படுகின்றது ஆக்ஸிஜன் இல்லாவிட்டாலும் தசைச் சுருக்கம் நடைபெறும். ஆனால் சீக்கிரமாகக் களைப்பு நிலை ஏற்பட்டுவிடும். முழுவதுமாகக் களைப்பு நிலை ஏற்பட்ட தசையை ஆராயும்பொழுது 'ஏறிபி'யும் கிளைக்கோஜனும் காணப்படுவ தில்லை. ஆனால் லாக்டிக் அமிலம் அதிக அளவில் உண்டாகிவிடு கின்றது. மேலும் ஆக்ஸிஜன் இல்லாதபொழுது களைப்புத் தன்மை நிலைத்துவிடுகின்றது. ஆனால் ஆக்ஸிஜன் கிடைக்கும்பொழுது களைப்புத் தன்மை நீங்கி தசை செயல்பட ஆரம்பிக்கின்றது.

தசை செயல்படுவதால் 'ஏறிபி'யும் கிளைக்கோஜனும் உண்டாகும். அதனுல் லாக்டிக் அமிலத்தின் இருப்பு குறைந்துவிடுகின்றது.

தசையிலுள்ள 'ஏறிபி' 'ஏடிபி' யாகவும், பாஸ்பாரிக் அமில மாகவும் (H_3Po_4) குறைந்து விடுகின்றது. தசை சுருங்குவதற்கான முதல் இரசாயனச் செயல் இதுதான். 'ஏறிபி' யிலிருந்து பிரிந்த பாஸ்பாரிக் அமிலம், கிளைக்கோஜனுடன் சேருகின்றது. இப் பொழுது பாஸ்பரஸ் சேர்ந்த(Phosphorylated) குளுக்கோஸ் பாஸ்பேட் (Glucose Phosphate) கிளைக்கோஜனிலிருந்து பிரிந்து வருகின்றது. குளுக்கோஸ் பாஸ்பேட் பலஇரசாயனச் செயல்கள் மூலம் ஃப்ரக்டோஸ் டை பாஸ்பேட் (Fructose Di Phosphate) ஆகின்றது. இது பல செயல்களைக் கடந்து லாக்டிக் அமிலம் ஆகின்றது. (மேற்சொன்ன இரசாயனச் செயல்கள் யாவும் வளர்சிதை மாற்றத்திளுல் வரும்.)

'ஏறிபி' யிலிருந்து ஒரு பாஸ்பரஸ் மூலக்கூறு பிரிந்து கிளைக் கோஜனுடன் சேர்ந்த பிறகு பாஸ்போ கிரியேட்டின் (Phospho creatine) கிரியேட்டினுகவும், பாஸ்பாரிக் அமிலமாகவும் பிரி கின்றது. இந்த பாஸ்பாரிக் அமிலம் திரும்பவும் 'ஏடிபி' யுடன் சேர்ந்து 'ஏறிபி' ஆகின்றது.

பாஸ்போ கிரியேட்டின்→ கிரியேட்டின் —பாஸ்பாரிக்அமிலம்

பாஸ்பாரிக் அமிலம் + ஏடிபி → ஏறிபி.

பாஸ்போகிரியேட்டின் உடைவதால் தான் பாஸ்பரஸ் உண்டாகின்றது. இந்த பாஸ்பரஸ் ஏறிபி ஆவதற்கு உதவியா கின்றது. அதனுல் சக்தியை மீண்டும் பெற முடிகின்றது. குளுக் கோஸ் பாஸ்பேட் உடைந்து லாக்டிக் அமிலமாவதால், பாஸ்போ கிரியேட்டினும் திரும்ப உண்டாக்கப்படுகின்றது: உண்டாக்கப் படும் லாக்டிக் அமிலத்தில் ஐந்தில் ஒரு பங்கு கரியமில வாயுவாகவும் நீராகவும் ஆக்ஸிகரணம் செய்யப்படுகிறது. மீதி யுள்ளது திரும்பவும் கிளைக்கோஜனுக மாற்றப்படுகின்றது. கிளைக்கோஜன் கல்லீரலிலோ, தசை மற்றும் திசுக்களிலோ சேர்த்து வைக்கப்படலாம்.

'ஏறிபி' யிலிருந்து பாஸ்பரஸ் வெளியேற்றப் படுவதும் பாஸ்போகிரியேட்டின் உடைக்கப்படுவதும், திரும்பவும்உண்டாக் கப்படுவதும் ஆகிய செயல்கள் ஆக்ஸிஜன் இல்லாமலேயே நடைபெறும். குளுக்கோஸ் பாஸ்பேட்டிலிருந்து லாக்டிக்அமிலம் ஆவதும், பாஸ்போகிரியேட்டின் திரும்பவும் உண்டாக்கப் படுவதும் ஆக்ஸிஜனின் துணையுடன்தான் நடைபெறுகின்றது.

அதனுல் தசை சுருங்கும் பொழுது ஆக்ஸிஜன் இல்லாமலும் தசை விரியும் பொழுது ஆக்ஸிஜன் துணையுடனும் செயல்கள் நடைபெறுகின்றன என்று சொல்லலாம். மேற்சொன்ன இரண்டு நிலையில் முதலில் சொன்னது முதலில் நடப்பது. இரண்டாவது. குறிப்பிட்டது தொடர்ந்து நடைபெறுவது. இரண்டாவது குறிப்பிட்ட நிலையும் (காற்றுச் சுருக்கம்) நடைபெற்ருல்தான் தசைச் சுருக்கம் தொடர்ந்து இருக்கும்.

மேற்சொன்ன எல்லா இரசாயன சேர்க்கைகளும் சுருக்கமாகக் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

1. அடிரோசின் ட்ரை பாஸ்பேட் → ஒரு பாஸ்பாரிக் அமில மூலக்கூறு + அடினேசின் டை பாஸ்பேட்.

இந்த இரசாயன மாற்றம் 'ஏறிபேஸ்' (Adenosine Triphosphatase) என்ற நொதியால் நடைபெறுகின்றது.

2. பாஸ்போகிரியேட்டின் → கிரியேட்டின் + பாஸ்பாரிக் அமிலம். இந்த இரசாயனமாற்றத்தின் மூலம் ஏடிபி, ஏறிபி ஆக சக்தி கிடைக்கிறது.

3. பாஸ்பாரிக் அமிலம் + கிளைக்கோஜன் → குளுக்கோஸ் பாஸ்பேட்.

4. குளுக்கோஸ் பாஸ்பேட் → ஃப்ரக்டோஸ் டை பாஸ்பேட்

5. ஃப்ரக்டோஸ்டை பாஸ்பேட் → லாக்டிக் அமிலம்.

6. பாஸ்பாரிக் அமிலம் + அடினேசின் டை பாஸ்பேட் → அடினேசின் ட்ரை பாஸ்பேட்

7. கிரியேட்டின் + பாஸ்பாரிக் அமிலம் → பாஸ்போ கிரியேட்டின்.

8. லாக்டிக் அமிலம் → $\frac{1}{5}$ நீர் + கரியமிலவாயுவாக ஆக்ஸிகரணமாகிறது. $\frac{4}{5}$ கிளைகோஜனுக மாற்றப்படுகின்றது.

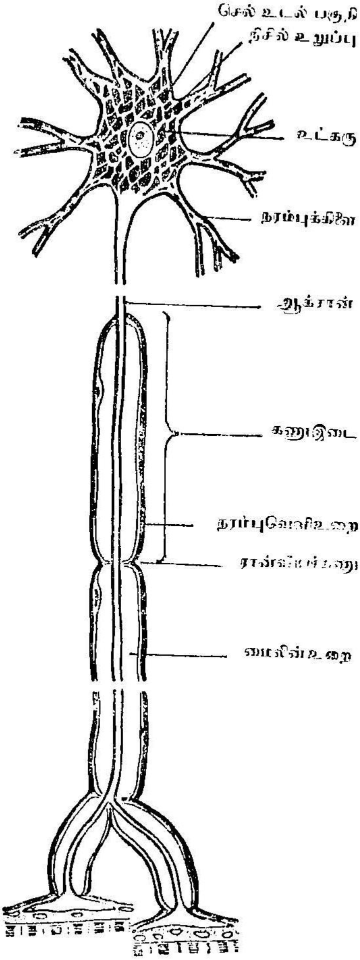
9. நரம்பு மண்டலம்

உயிரிகளின் பழக்க வழக்கங்கள், செய்கைகள் எல்லாம் அவை வாழும் சூழ்நிலையைப் பொருத்தது. சூழ்நிலையின் வெவ்வேறு தூண்டுதல்களால் தான் உயிரிகள் செயல்படுகின்றன. ஒருசெல் உயிரிகள் கூட சூழ்நிலையின் பல தூண்டுதல்களுக்கு ஏற்றவாறு செயல்பட்டு வருவதை ஆய்வுச் சாலையில் அறியலாம். ஆனாலும் அவற்றின் எல்லாச் செயல்களும் தூண்டுதல்களுக்கு ஏற்றவாறு இருப்பதில்லை. ஆனால் உயர் விலங்குகளில் உணர்ச்சி உறுப்புகளும் செல்களும் சிறப்பாக வளர்ந்திருப்பதால் சூழ்நிலையின் தூண்டுதல்களுக்கேற்றவாறு அவை திறம்படச் செயல்படுவதுண்டு. உடலில் சில சிறப்புற்ற உறுப்புகளும் மேற்சொன்ன தூண்டுதல்களைப் பெறுகின்றன. இவையே உணர்ச்சி வாங்கிகளாகும் (Receptors). உயர் விலங்குகளில் பலவகை உணர்ச்சி வாங்கிகள் உள்ளன. இவையாவும் ஒரே சமயத்தில் செயல்படலாம். அதனால் எல்லா உணர்ச்சி வாங்கிகளின் உணர்ச்சிகளையும் தனித்தனியே பிரித்து செயல்படுவதற்கு மத்தியநரம்பு மண்டலம் துணைபுரிகின்றது. மத்திய நரம்பு மண்டலம் தூண்டலைப் பெற்று குறிப்புகளை அனுப்பிச் செயல்பட உதவுகின்றது. குறிப்புகளைச் செயல்பட உடலில் பல உறுப்புகள் இருக்கின்றன. இவையே இயக்க உறுப்புகளாகும் (Effectors). இயக்க உறுப்புகள் பொதுவாக தசைகளாக இருக்கலாம். அவை நரம்பு மண்டலத்தின் தூண்டுதலுக்கேற்ப செயல்படுகின்றன. அவை சுரப்பிகளாக இருக்கலாம். சுரப்பிகள் தூண்டுதல்களுக்கு ஏற்பச் சுரக்கின்றன.

நரம்பு மண்டலத்தின் அவசியம் மிகவும் முக்கியமானது. அவைதான் உறுப்புகளின் எல்லாத் தூண்டுதல்களையும் செயல்களையும் ஒழுங்காகக் கவனித்துச் செயல்பட வைக்கின்றன. நரம்பு மண்டலம் ஒரு செல் உயிரிகளிலும் பஞ்சுகளிலும் தான் (Sponges) இல்லை. மற்ற எல்லா விலங்குகளிலும் நரம்பு மண்டலம் சாதாரணமாகவோ அல்லது சிறப்பாகவோ உண்டாகியிருக்கின்றது. தாழ்ந்த விலங்குகளில் மாறுபட்ட செல்கள் உள்ளன. இவை தூண்டுதல்களின் கடத்தலுக்கும் தொடர்தலுக்கும் பயன்படுகின்றன.

நரம்புச் செல்கள் (Nerve cells or Neurons)

நரம்பு மண்டலம் நரம்புச் செல்களால் ஆனது. நரம்புச் செல்கள் கூட்டுச் சேர்ந்து தூண்டல்களை வாங்கி கடத்திச் செயல்



படம் 30
ஒரு நரம்புச்செல்

படுகின்றன. நரம்புச் செல்கள் மற்ற செல்களிலிருந்து மாறுபட்டவை. அவை பரந்து விரிந்து கிடக்கும். ஒன்றோடொன்று தொடர்பு கொண்டவை. நரம்புச் செல் நீண்டிருக்கும் (படம் 30).

13

அதன் ஒரு முனை அகன்றிருப்பதால் அதற்கு செல் உடற்பகுதி (Cell Body) என்று பெயர். செல் உடற் பகுதியில் புரோட்டோ பிளாசம் நிறைந்திருக்கும். புரோட்டோபிளாசத்தில் நிசில் துகள்கள் (Nissl Granules) நிறைந்திருக்கும். உடற்பகுதியின் மத்தியில் உட்கரு ஒன்றும் பெரிதாகக் காணப்படும். உடற் பகுதியின் சுற்றுப்படலம் பல நீட்சிகளை உடையதாக இருக்கும். நீட்சிகள் நீண்டும் கிளைகளுடையனவாகவும் காணப்படுகின்றன. இவை நரம்புக் கிளைகளாகும் (Dentrites). நரம்புக் கிளைகளில் ஒரு கிளை மட்டும் அதிகம் நீண்டிருக்கும். இந்த நீண்ட கிளைக்கு ஆக்சான் (Axon) என்று பெயர். ஆக்சானின் உதவியால் நரம்புச் செல்கள் நீண்ட தூர இடங்களையும் தொடர்பு கொள்ளுகின்றன.

நரம்புச் செல்களில் மூன்று வகை உண்டு.

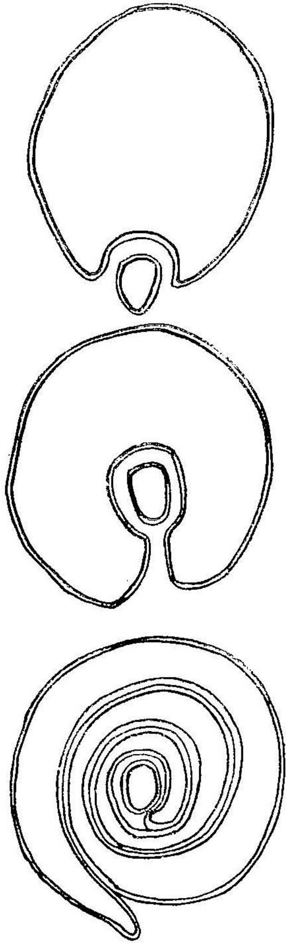
1. **ஊடு நரம்புச் செல்கள்** (Inter Nunical cells) : இவ்வகை நரம்புச் செல்களின் நரம்புக் கிளைகள் நிறைய உள்ளன. ஊடு நரம்பு ச்செல்கள் மற்ற நரம்புச் செல்களுடன் தொடர்புகொள்ளப் பயன்படுகின்றன. இவற்றில் ஆக்சான் காணப்படுவதில்லை.

2. **உணர்ச்சி நரம்புச் செல்கள்** (Sensory Neuron): உணர்ச்சி நரம்புச் செல்களில் நீண்ட ஆக்சான்கள் உள்ளன, ஆக் சான்கள் தூர இடங்களில் உள்ள உணர்ச்சி வாங்கிகளுடனும் மத்திய நரம்பு மண்டலத்துடனும் தொடர்பு கொள்கின்றன.

3. **இயக்கு நரம்புச் செல்கள்** (Motor Neuron): இவற்றிலும் நீண்ட ஆக்சான்கள் உள்ளன. இயக்கு நரம்புச் செல்கள் தூர இடங்களில் உள்ள செயல் உறுப்புகளையும் மத்திய நரம்பு மண்டலத்தையும் இணைக்கின்றன.

ஆக்சான் ஆக்சோ பிளாசத்தாலும் (Axo plasom) ஆக்சோ-பிளாசத்தைச் சுற்றி ஒரு மெல்லிய சவ்வாலும் சூழப்பட்டுள்ளது. ஆக்சானைச் சுற்றி ஒரு செல் உறை உள்ளது. இந்த செல் உறை அமைப்பில் வேறுபடுவதுண்டு. உறையில் உள்ள செல்கள் **சுவான் செல்கள்** (Schwann cells) எனப்படும் (படம் 31). சுவான் செல்கள் ஆக்சானை முழுவதுமாகச் சூழ்ந்திருப்பதில்லை. ஆக்சானி லிருந்தும் புறப்படும் சிறிய வழிகள் சுற்றியிருக்கும் நரம்புத் திசு வின் திரவத்தோடு தொடர்பு கொண்டிருக்கும். சுவான் செல் களின் வெளி சவ்வு அதிகமாக வந்து ஆக்சானைப் பல சுற்றுகள் சுற்றி ஒரு உறை போன்ற அமைப்பு கொண்டிருக்கும். இவ் வுறையை **மைலின் உறை** (Myelin Sheath) என்றும் மைலின் உறை உள்ள நரம்புச் செல்கள் மைலின் உறையுள்ள நரம்புச்

செல்கள் எனப்படும். மூளையின் வெண்பகுதியும் தண்டுவடமும் இவ்வகைச் செல்களால் ஆனவை, மையலின் உறை இல்லாத செல்



படம் 31

மையலின் உறை உண்டாதல்: சிறிய வட்டமாக இருப்பது சுவான் செல். சுவான் செல்லைச் சுற்றிய பிளாஸ்மா சவ்வு திருகிச் சுற்றுவதால் மையலின் உறை உண்டாகின்றது.

கள் மையலின் உறையற்ற (Non-Myelinated Nerve cell) செல்கள் எனப்படும். இவ்வகைச் செல்கள் மூளையின் சாம்பல் நிறப் பகுதி

யில் உள்ளன. மைலின் உறை தொடர்ந்திராது. சில இடை வெளிகள் இருக்கும். இவ்விடைவெளிகள் ரான்வியர் கணு (Ranvier Node) என்றும் இரண்டு கணுக்களிடையே உள்ள தூரத்தைக் கணு இடை (Inter Node) என்றும் சொல்லப்படுகின் றன. மைலின் உறையைச் சுற்றியிருக்கும் சவ்வு நியுரிலம்மா அல்லது நரம்பு வெளி உறை (Neurilemma) என்று பெயர்.

நரம்புச் செல்கள் அவற்றின் அமைப்பு கொண்டு மேலும் மூன்று வகையாக வகைபடும்.

(i) **ஒரு துருவ நரம்புச் செல்கள் (Unipolar Neuron):** இவ் வகைச் செல்களில் ஒரு நீட்சியே இருக்கும், நீட்சி உடன் இரண்டு கிளைகளாகப் பிரியும். இரண்டு கிளைகளில் ஒன்று மத்திய நரம்பு மண்டலத்தை நோக்கியும், மற்றது அதை விட்டு நீங்கியும் செல் கின்றன. ஒரு முனை நரம்புச் செல்கள் பொதுவாக தண்டுவட நரம்புகளின் (Spinal nerves) பின் வேர்களிலும் சில மூளை நரம்புகளிலும் காணப்படுகின்றன.

(ii) **இருதுருவ நரம்புச் செல்கள் (Bipolar Neuron) :** இரு துருவ நரம்புச் செல்களில் இரண்டு நீட்சிகள் உண்டு. ஒன்று நரம் புக் கிளையாகவும் மற்றது ஆக்சானாகவும் செயல்படுகின்றன.

(iii) **பலதுருவ நரம்புச் செல்கள் (Multipolar Neuron) :** இவ் வகைச் செல்களில் பல நரம்புக் கிளைகளையும் ஒரு ஆக்சானையும் காணலாம். செல்களின் ஆக்சான் தான் நீண்டு உருண்டிருக் கின்றன. அதனால் ஆக்சானுக்கு அச்சு உருளை (Axis cylinder) என்ற பெயரும் உண்டு. மைய உருளைகள் சேர்ந்து நரம்பு நாணைச் (Nerve fibre) செயல் படுகின்றது.

நரம்புப்பசை அல்லது நியுரோகிளியா (Neuro Gloea) : நியுரோ கிளியா நரம்புச் செல்களால் ஆனது அல்ல, ஆனால் அது நரம்பு இழைகளை இணைத்து நரம்பு உண்டாவதற்குத் துணைசெய் கின்றது.

நரம்பு உணர்வலைகள்
(Nerve Impulse)

நரம்பு உணர்வலை என்பது ஒரு ஆக்சான் வழியாக ஒரு உணர்ச்சி கடந்து செல்லும் பொழுது உண்டாகும் மொத்த பௌதீக, இரசாயனச் செயல்களாகும். (A Nerve impul se is the

sum total of physical and chemical events associated with transmission of a signal along an axon). ஆக்சான் ஒரு தந்திக் கம்பி போன்றது. அதன் உட்பகுதி செய்திகளை வேகமாக எடுத்துச் செல்லப்பயன்படுகிறது. ஆனால் சவ்வு போன்ற அதன் வெளிப் பகுதி கடத்தலுக்கு அதிக எதிர்ப்பைக் கொடுக்கின்றது. தூண்டுதல் நரம்பு உணர்வலைகளின்று வேறுபடுகின்றது. தூண்டுதல் வெளியே நடைபெறும் செயலாகும். ஆனால் நரம்பு உணர் வலைகள் உணர்ச்சி கடத்தப்படுதலால் நரம்புகளில் ஏற்படும் விளைவைக் குறிக்கும்.

பரிசோதனைச் சாலையில் தனித்த நரம்புகளில் பல பரிசோதனைகள் செய்து காட்டியிருக்கின்றனர். நரம்புத் தூண்டலுக்குப் பொதுவாக மின் சக்தியைப் பயன்படுத்திப் பல ஆய்வுகள் செய்யப்பட்டிருக்கின்றன. மின் தூண்டலால் நரம்பு உணர்வலைகளின் சில தன்மைகளை அறிய முடிகின்றது.

1. நரம்பு வேலை செய்வதற்கு ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு தூண்டல் வேண்டியதிருக்கிறது. இது பொதுவாக சிறிய நரம்புகளில் அதிகமாகவும் பெரிய நரம்புகளில் குறைவாகவும் இருக்கும். தூண்டல்கள் நரம்பில் அலை போன்று செல்லும்.

2. நரம்பின் வழியாக ஒரு தூண்டல் நடைபெற்றபின் அடுத்து வரும் தூண்டல் எவ்வளவு பெரிதாக இருந்தாலும் இரண்டாவது தூண்டல் செயல்படுவதற்குமுன் ஒத்திசைவற்ற (Refractory) கால இடைவெளி ஏற்படும்.

3. நரம்புகள் உணர்வலைகளை இரண்டு திசையிலும் எடுத்துச் செல்கின்றன., உணர்ச்சி நரம்புகள் (Sensory Nerves) உணர்வலைகளை உணர்ச்சி உறுப்புகளிலிருந்து மூளையை நோக்கி எடுத்துச் செல்கின்றன. இயக்கு நரம்புகள் (Motor Nerves) உணர்வலைகளை மூளையிலிருந்து இயக்க உறுப்புகளுக்கு எடுத்துச் செல்கின்றன.

4. பொதுவாக உணர்வலைகள் ஒரு நரம்பு இழையிலிருந்து அடுத்து உள்ள நரம்பு இழைகளுக்குப் பரவுவதில்லை. இதன் காரணம் மைலின் உறை உணர்வலைகளைத் தடுப்பதுதான்.

5. ஆக்ஸிஜன் குறைவின்றி இருந்தால் நரம்புகள் உணர் வலைகளை அதிக நேரம் எடுத்துச் செல்கின்றன. ஆக்ஸிஜன் குறைவாக இருந்தாலும் அல்லது நரம்புகள் களைப்படைந்துவிட்டாலும் உணர்வலைகள் கடத்தப்படுதலில் ஒழுங்கற்ற செயல்கள் ஏற்படுகின்றன.

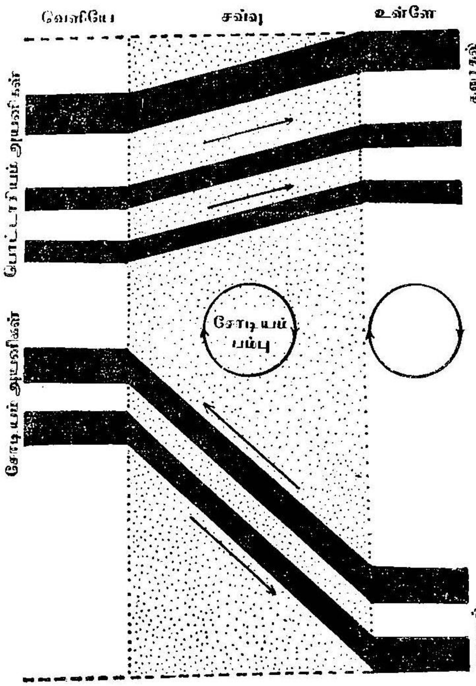
6. ஒரு நரம்பின் வழியாக ஒரு உணர்வலை செல்வதற்கு குறிப்பிட்ட அளவு நேரம் தேவைப்படுகின்றது. சிறிய நரம்பு இழைகளைவிடப் பெரிய நரம்பு இழைகள் உணர்வலைகளை வேகமாகக் கொண்டு செல்கின்றன. மேலும் மையலின் உறையுள்ள நரம்பு இழைகள் மையலின் உறையல்லனவற்றைவிட உணர்வலைகளை வேகமாகக் கடத்துகின்றன.

7. சாதாரணமாக நரம்பு இழைகள் அதிகமான உணர்வலைகளை எடுத்துச் செல்லுகின்றன. அவை எல்லாம் அல்லது இல்லை (All or None) என்ற விதியை அனுசரிக்கின்றன.

உணர்வலைகள் கடத்தப்படுதல்

நரம்பு இழைகளில் உணர்வலைகள் கடத்தப்பட்டு தசையை அடையும்பொழுது தசை சுருங்குகின்றது. தசை சுருங்குவதால் நரம்பில் உணர்வலைகள் வந்திருக்கின்றன என்று அறியலாம். தசைச்சுருக்கம் இல்லாதபோது நரம்பில் உணர்வலைகள் கடத்தப்படுவதில்லை. உணர்வலைகள் கடத்தப்படுவதை நரம்பில் ஏற்படும் மின் மாற்றங்களைக் கொண்டும் அறியலாம். இதைப் பரிசோதனை மூலம் செய்து காட்டமுடியும். இதற்கு ஒரு நரம்பினுடன் மின் கம்பிகளை இணைக்கவேண்டும். உணர்வலைகள் நரம்பில் கடத்தப்படாத பொழுது ஒரு மாற்றமும் ஏற்படுவதில்லை. ஆனல் உணர்வலைகள் கடத்தப்படும்பொழுது அயனிகளின் அசைவால் சில மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. ஆக்சானைச் சுற்றியுள்ள சவ்வு ஆக்சானுக்கு உள்ளே உள்ள திரவத்தையும் (ஆக்சோபிளாசம்) வெளியேஉள்ள திரவத்தையும் (ஊடுதிரவம்—Interstial fluid) பிரிக்கின்றது. ஆக்சானுக்குவெளியே உள்ள திரவத்தில் 90%சோடியம் அயனிகளும் (Positively charged) 10% குளோரைடு அயனிகளும் உண்டு (Negatively charged). ஆனல் ஆக்சானுக்குள் உள்ளதிரவத்தில் சோடியம், குளோரைடு அயனிகள் குறைவாகவே உள்ளன. அவை மற்ற கரைந்திருக்கும் உப்புகளின் அயனிகளில் 10%க்கும் குறைவாகவே இருக்கும். ஆக்சானுக்குள் உள்ள அயனிகளில் பொட்டாசிய அயனிகளே முக்கியமானவை. மற்ற அயனிகள் பெரிய அளவுடையதாக இருப்பதால் அவை ஆக்சான் சவ்வு வழியாகக் கடந்து வெளியே வரமுடியாது. சோடியத்தின் அயனிகள் (ஆக்சானுக்கு வெளியே) 10 பங்கு கூடுதலாக இருக்கின்றன. ஆனல் ஆக்சானுக்குள் பொட்டாசிய அயனிகள் 30 பங்கு அதிகமாக இருக்கின்றன. மேலும் மற்ற அயனிகளைவிட பொட்டாசியம், குளோரைடு அயனிகள், ஆக்சான் ஜவ்வு வழியாக இலகுவாகச் செல்கின்றன.

நரம்பில் உணர்வலைகள் கடத்தப்படுதல் : *ஆக்சான் சவ்வு சுமார் 50°லிருந்து 100° கன அளவு உள்ளது. அதன்* **உயிர்மின்**



படம் 32

சோடியம் பம்பு : ஆக்சான் சவ்வின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றமும், அதன் உட்புறமும் வெளிப்புறமும். அயனிகள் எவ்வாறு கரைகின்றன என்று காட்டப்பட்டுள்ளது. சோடியம் அயனிகள் ஆக்சானின் உட்புறத்திலிருந்து வெளியே செல்லுகின்றன. அதே நேரத்தில் பொட்டா 'யம் அயனிகள் வெளியேயிருந்து (வெளியே அயனிகளின் அடர்த்தி குறைவு) உள்ளே செல்லுகின்றன. அதனால் ஆக்சானுக்குள் பொட்டாசியம் அயனிகளின் அடர்த்தி 30 மடங்கு ஆகிறது. சோடியம் பொட்டாசியம் அயனிகள் இரண்டும் நேர்மின் சக்தியுடையன வாகையால், சோடியம் அயனிகள் வெளியே அதிகம் கரைகின்றன. ஆக்சானின் உட்புறத்தில் எதிர்மின் சக்தியுடைய பொட்டாசியம் இருப்பதாலும் சோடியம் அயனிகள் வெளியே அதிகம் செல்லுகின்றன.

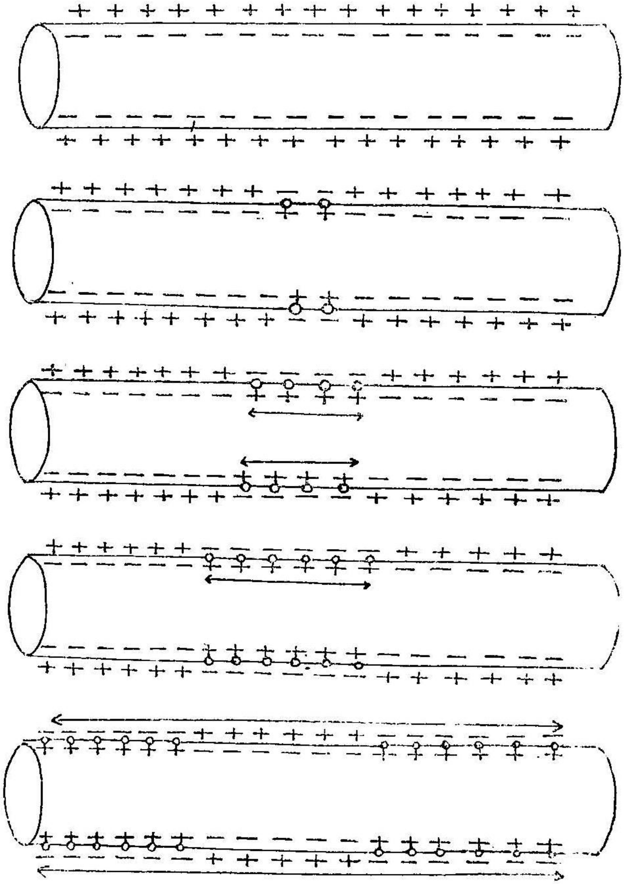
சக்தி (Bioelectric Potential) *அல்லது* **சவ்வு மின் சக்தி** (Membrane Potential) *சுமார் 86 மில்லி வோல்ட்டுகளாகும். ஒரு நரம்பில் உணர்வலைகள் செல்லாதபோது ஆக்சோபிளாசத்தி*

லிருந்து ஊடுதிரவத்திற்கு சோடியம் அயனிகள் கடந்து சென்று கொண்டேயிருக்கின்றன. அதனால் ஆக்சோபிளாசத்தில் சோடியம் குறைவாகவும் பொட்டாசியம் அதிகமாகவும் ஆகின்றது. இவ்வாறு சோடியம் அயனிகள் அதிகமாக ஊடுருவி ஊடு திரவத்தில் கலப்பதால் இது **சோடியம் பம்பு** (Sodium Pump) எனப்படும். சோடியம் பம்பு தொடர்ந்திருப்பதால் ஆக்சோபிளாசம் மின் எதிர்ப்பு சக்தி உடையதாக இருக்கின்றது. இதுதான் ஒரு நரம்பின் எப்பொழுதுமுள்ள **மின் துருவ ஈர்ப்புப் படுத்தல் நிலை** (Electro Polarisation) ஆகும் (படம் 32).

ஒரு நரம்பைத் தூண்ட பல உணர்ச்சிகளை ஏற்படுத்தச் செய்யலாம். எடுத்துக்காட்டாக ஒரு தவளையின் கால் நரம்பையும் (Sciatic Nerve) அதன் தசையையும் எடுக்க வேண்டும். இதை ஒரு மின் கலத்தின் இரண்டு துருவங்களுடன் (Cathode and Anode) இணைக்கலாம் அல்லது ஒரு ஊசியைக் கொண்டு நரம்பில் குத்தலாம். அல்லது சிறிய கம்பி கொண்டு அடிக்கலாம். இம்மாதிரியான செய்கைகளால் நரம்பு தூண்டப்படுகின்றது. ஒரு நரம்பு, உணர்ச்சிகளால் தூண்டப்படும் பொழுது நரம்பில் சோடியம் பம்பு நிறுத்தப்படுகின்றது. மேலும் தூண்டல் உணர் வலைகளாக நரம்பில் எடுத்துச் செல்லும்பொழுது மின்துருவ ஈர்ப்பு குறைக்கப்படுகின்றது (Depolarisation). ஊடுதிரவத்திலிருந்து, கலந்த சோடியம் அயனிகள், சவ்வு வழியாக ஆக்சானுக்குள் செல்லுகின்றன (படம் 33). சோடியம் அயனிகளின் ஊடுருவல் குறிப்பிட்ட ஒரு இடத்திலிருந்து தொடங்குகின்றது. இதனால் ஆக்சானின் உள்பாகம் நேர்மின் விசையாகவும் (Positive) அதனின் வெளிப்புறம் எதிர் மின் விசையாகவும் (Negative) மாற்றப்படுகின்றன. மின்துருவ ஈர்ப்பு குறிப்பிட்ட இடத்தில் தொடங்கி இரண்டு முனைகளை நோக்கி பரவிக் கொண்டே இருக்கின்றது. அதாவது நரம்பின் இரண்டு திசைகளிலும் சோடியம் அயனிகள் சவ்வு வழியாக ஆக்சோ பிளாசத்தில் கலந்து கொண்டே இருக்கின்றன. இச் செயல் நீடிக்கும் பொழுது ஆக்சானின் உட்பகுதி முழுவதுமாக நேர்மின் விசைக்கு மாற்றப்படுகின்றது. இப்படியாக மின் துருவ ஈர்ப்பு குறைதல் சவ்வின் இரண்டு முனைக்கும் பரவுகின்றது அல்லது உணர் வலைகள் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன என்று சொல்லலாம்.

மின் துருவ ஈர்ப்பு குறைதல் ஒரு நரம்பின் முழு நீளத்திற்கும் நடைபெற்ற பிறகு சோடியம் அயனிகள் ஆக்சானுக்குள் செல்வதில்லை. ஆனால் பொட்டாசியம் அயனிகளின் உட்புகுதல் தொடர்கின்றது. பொட்டாசியம் அயனிகளின் உட்புகுதல் அதிகமாத

லால் ஆக்சானின் உட்பாகம் சீக்கிரமாக எதிர்மின் விசையாகவும் அதன் வெளிப்பாகம் நேர்மின் விசையாகவும் மாற்றப்படுகின்றது. அதாவது நரம்பில் மின்துருவ ஈர்ப்புத் திரும்பவும் சரியாக்கப் படுகின்றது. இதற்கு மின்துருவ ஈர்ப்புத்திரும்பல் (Repolariza-



படம் 33

உணர்வலைகள் நரம்பில் கடத்தப்படும் பொழுது ஏற்படும் மின் துருவ ஈர்ப்பும் மின் துருவ ஈர்ப்பு குறைதலும்;

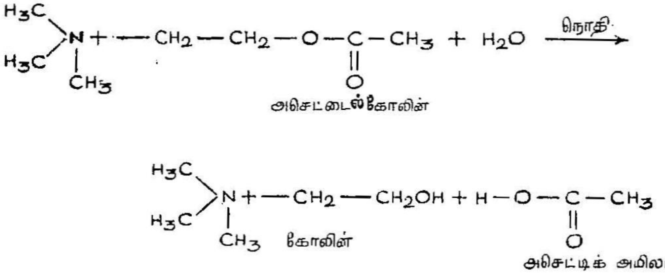
tion) என்று பெயர். இதன் மூலம் உணர்வலைகள் நரம்பின் ஓரிடத் திலிருந்து மறு முனைக்கு எடுத்துச் செல்லப் படுகின்றன. ஓர் உணர் வலை கடத்தப்படும் பொழுது மின் துருவ ஈர்ப்பு குறைந்தாலும்

மின் துருவ ஈர்ப்பு திரும்பவும் ஏற்பட்டு விடுகின்றது. அடுத்த மின் துருவ ஈர்ப்பு குறைதல் அடுத்த உணர்வலையைக் கடத்தும் பொழுது ஏற்படுகின்றது. இப்படியாக மின் துருவ ஈர்ப்பு குறைதலும், மின் துருவ ஈர்ப்பு திரும்புதலும் அடுத்து அடுத்து தொடர்ந்து நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கின்றன. மேற் சொன்ன இரண்டு செயல்களும் ஒரு விநாடியின் குறுகிய நேரத்திற்குள் நடைபெற்று விடுகின்றன.

இணைப்பில் உணர்வலைகள் கடத்தப்படுதல்: இணைப்பு (Synapse), ஒரு நரம்பு செல்லையும் மற்றொரு நரம்பு செல்லையும் இணைக்கும் பகுதி. இணைப்பு பொதுவாக இணைப்பு நரம்பு செல் கிளைகளின் வழியாகத்தான் ஏற்படுகின்றது. ஒரு நரம்பு செல் லின் நரம்புக்கிளைகள், பக்கத்து நரம்பு செல்லின் நரம்புக் கிளை களோடு இணைந்திருக்கும். ஆனால் இயக்கு நரம்பு செல்கள் ஒரு தசையில் முடியலாம். தசையில் அவை முடிவதால் உணர்வலைகள் தசையில் முடிகின்றன. ஆனால் நரம்பு செல்கள் ஒரு செல்லி லிருந்து மற்ற செல்களுக்கு உணர்வலைகளைக் கடத்துவதும் இயக்கு நரம்பு செல்கள் தசையில் முடிவடைவதும் செய்முறையில் ஒன்று போல் தான் இருக்கின்றன. இணைப்புப் பகுதியில் உணர்வலைகள் கடத்தப்படும்பொழுது இரசாயனப் பொருட்கள் உண்டாகின்றன. அசெட்டைல்கோலின் (Acetylcholine) என்ற இரசாயனப் பொருள், இணைப்புகளில் உண்டாகி அது உணர்வலைகள் கடத்தப் படுவதற்கு உதவுகின்றது. அசெட்டைல் கோலின் உண்டான வுடன் அது நீக்கப்பட வேண்டும். அசெட்டைல் கோலின் இணைப்பு களில் இருக்கும்பொழுது அடுத்துவரும் உணர்வலை கடந்து செல்லாது. பொதுவாக இணைப்புகளிலும் இயக்கு நரம்பு செல்கள் தசையில் முடிவடையும் இடங்களிலும் அசெட்டைல் கோலின் உற்பத்தியாகிச் சேர்ந்து கொண்டேயிருக்கும். இது உடனுக்குடன் நீக்கப்பட வேண்டும். அசெட்டைல்கோலின் எஸ்ட் ரேஸ் (Acetylcholinesterase) என்ற நொதி அசெட்டைல் கோலினை நீராற்பகுக்கின்றது. அதனால் அது அசட்டேட்டாகவும் கோலினாகவும் பிரிக்கப்படுகின்றது அதனால் அடுத்துவரும் உணர்வலை கடத்தப்படும்பொழுது திரும்பவும் அசெட்டைல் கோலின் உண்டாவதற்குத் துணையாயிருக்கின்றது.

அசெட்டைல்கோலின் சீக்கிரமாகப் பிரிக்கப்படுவதால் அது உண்டாவது பற்றி சாதாரண முறைகளில் தெரிந்து கொள்வது இயலாது. நொதி செயல்படாதிருந்தால் அசெட்டைல்கோலின் அதிகமாகச் சேர்ந்து விடும். பொதுவாக இணைப்புகளில் அசெட் டைல்கோலின் மிகக்குறைந்த அளவுதான் உண்டாவதால் அது

உண்டாவதுபற்றி தெரிந்துகொள்ள மிகவும் அரிதாகிவிடுகின்றது. ஆனால் தற்காலத்தில் இணைப்புகளில் அசெட்டைல்கோலின் உண்டாவதை அதனுடன் செயல்படும் மற்ற இரசாயனப் பொருட்களைச் சேர்த்து ஆராய முடிகின்றது. இயக்க நரம்புகளின் முடிவில் அசெட்டைல்கோலின் அதிகமாகச் சேர்ந்திருந்தால் சிறிது உப்பு நீரை ஊற்றவேண்டும். உப்பு நீரை ஊற்றினால் அசெட்டைல் கோலின் நிறைந்து விடும், அல்லது நீங்கிவிடுமாதலால் உணர் வலைகள் மீண்டும் கடத்தப்படுகின்றன. அசெட்டைல்கோலின் எஸ்ட்ரேஸ் நொதியால் நீராற்பகுக்கப்படும்பொழுது கீழ்க்கண்ட இரசாயன மாற்றம் ஏற்படுகிறது.

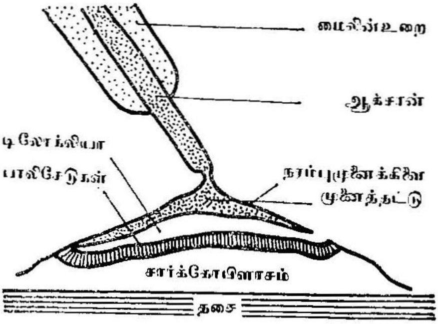


இணைப்புகளில் அசெட்டைல்கோலின் உண்டாவது போல் சிம்பாத்தின் (Sympathin) என்ற வேதியல் பொருள் உண்டாகின்றது. அசெட்டைல்கோலின், சிம்பாத்தின் ஆகிய இரண்டும் பல பண்புகளில் ஒற்றுமைப்படுகின்றன. சில முதுகெலும்புகளின் நரம்பு இணைப்புகளில் நான் அட்ரீனலின் (Non adrenalin) என்ற வேதியப்பொருளும் உண்டாகின்றது. அசெட்டைல் கோலினை உண்டாக்கும் நரம்பு கோலினெர்ஜிக் என்றும் நான் அட்ரினலினை உண்டாக்கும் நரம்பு அட்ரீனர்ஜிக் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

நரம்பு—தசையின் சந்திப்பு

இயக்கு நரம்பு செல்கள் தசையில் முடிகின்றன. இதுவே நரம்பு—தசையின் சந்திப்பாகும் (Neuro Muscular Junction) நரம்பு தசை சந்திக்கும் இடத்தை முனைத்தட்டு (End Plate) என்றும் சொல்வதுண்டு (படம் 34). நரம்பு தசையுடன் சேரும் இடங்களில் நரம்பில் மைலின் உறை இருப்பதில்லை. ஆக்சானும் பல கிளைகளாகப் பிரிந்து நரம்புமுனை கிளைகளாகின்றன. (Nerve Endings). நரம்பு முனை கிளைகள் தசையின் சார்க்கோ பிளாசத்தோடு தொடர்பு கொண்டிருக்கின்றன. நரம்பு முனை கிளைகளுக்கும்

சார்க்கோ பிளாசத்திற்குமிடையே டிலோக்லியா, பாலிசேடுகள் (Teloglia, Palisades) என்ற இரு அடுக்குகள் உண்டு. நரம்பிலிருந்து தசைக்கு உணர்வலை கடத்தப்படும்பொழுது மின் அலைகள் வேகமாக வருகின்றன. மின் அலைகள் முனைத்தட்டுக்கு வந்தவுடன் மின் துருவ ஈர்ப்புக் குறைவு ஏற்படுகின்றது. இதனால் முனைத் தட்டில் ஒரு சக்தி உண்டாகி (End Plate Potential) அது தசை சவ்வுக்கும், பின்பு சார்க்கோபிளாசத்திற்கும் பரவுகின்றது. மேலும் முனைத்தட்டில் அசெட்டைல்கோலின் உண்டாகின்றது. அசெட்டைல் கோலின் உண்டாவதால் உணர்வலை தசை செல்



படம் 34
நரம்பு—தசையின் சந்திப்பு

களுக்குக் கடத்தப்படுகின்றது. அதனால் தசைச் சுருக்கம் ஏற்படுகின்றது. அசெட்டைல் கோலின் திரும்பவும் கோலின் எஸ்ட்ரேஸ் நொதியால் நீராற்பகுக்கப்படுகின்றது. அதனால் உணர்வலை தொடர்ந்து கடத்தப்படுகின்றது.

நரம்பு உணர்வலைகளின் வேகம் : நரம்பு உணர்வலைகள் நரம்பில் கடத்தப்படுப்பொழுது அதன் வேகத்தை அளவிடலாம். பொதுவாக உணர்வலைகளின் வேகம் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள பண்புகளைப் பொருத்து மாறுபடுகின்றது.

1. மைலின் உறைகள் இல்லாத நரம்பு செல்களைவிட, உள்ளவை உணர்வலைகளை வேகமாகக் கடத்துகின்றன.

2. குளிர் இரத்த விலங்குகளின் நரம்புகள் உணர்வலைகளை வேகமாகக் கடத்துவதில்லை.

3. நீளமான நரம்புகளில் உணர்வலைகள் வேகமாகக் கடத்தப்படுகின்றன. இதன் காரணம் நீளமான நரம்புகளில்

இணைப்புகள் இல்லாதிருப்பதுதான். (இணைப்புகளில் உணர் வலைகள் கடத்தப்படுவது தாமதப்படுகின்றது.)

4. அகலமான அல்லது தடித்த நரம்புகளிலும் உணர் வலைகள் வேகமாகக் கடத்தப்படுகின்றன.

சோடியம், பொட்டாசியம், அயனிகளின் அசைவுகளினால் உணர்வலைகள் கடத்தப்படுகின்றன என்று பார்த்தோம். அயனி கள் கடத்தப்படுவதால் உண்டான செயல் வேக சக்தியை (Action potential) ஐசோ டோப்புகள் மூலம் அளவிடலாம். கண வாய் மீன்களின் பெரிய நரம்புகளை ஆராய்ந்ததில் அவை ஒரு cm^2க்கு சுமார் 3·7 $\mu.\mu.$ mol[1] சோடியம் அயனிகளை ஆக்சான் சவ்வு நுழைய விடுகின்றது. அதே போன்று 4·3 $\mu.\mu.$ mol பொட்டாசியம் அயனிகளும் கடந்து செல்லுகின்றன (ஒரு உணர் வலை கடத்தப்படும் பொழுது) என்று கணக்கிட்டிருக்கிறார்கள். சுமாராக இரண்டு வகை அயனிகளின் கடந்து செல்லும் வேகமும் ஒரே அளவாகத்தான் இருக்கின்றன. ஆக்சான் அல்லது, ஆக்சா னின் புற இட கன அளவைவிட ஆக்சான் சவ்வின் கனஅளவு மிகக் குறைவு. இவ்விடங்களில் அயனிகள் அதிக அளவில் உண்டு சவ் வின் கன அளவு குறைவாதலால் மொத்த அயனிகளுக்கு சவ்வின் வழியாகக்கடந்து செல்லும் அயனிகள் குறைவாகத்தான் இருக்கும்.

மைலின் உறை உள்ள ஒரு இயக்க நரம்பு ஒரு வினாடிக்கு சுமார் 120 மீட்டர்வரை உணர்வலைகளைக் கடத்துகின்றது. ஆனால் மைலின் உறை இல்லாத நரம்பு 10 லிருந்து 20 மீட்டர்வரை கடத் துகின்றது. கணவாய் மீன்களில் (Squid) வெவ்வேறு விட்டம் உள்ள நரம்புகள் உண்டு. கணவாய் மீன்களின் சில நரம்புகள் 1 m. m. விட்டம் அளவுடையன. ஆனால் அவற்றில் மைலின் உறை மெல்லியதாக இருப்பதால் அவை ஒரு விநாடிக்கு 22 மீட் டர் தூரம்தான் உணர்வலைகளைக் கடத்துகின்றன.

அனிச்சைச் செயல்கள்
(Reflex Actions)

நடைமுறையில் சில செயல்கள் தன்னிச்சையாகச் செயல்படு கின்றன. தூசி அல்லது கண்களை நோக்கிப் பறந்து வரும் பொருட் களிலிருந்து பாதுகாத்துக் கொள்ள கண்ணிமைகள் உடனே மூடிக்கொள்கின்றன. ஊசி, ஆணி போன்ற சில சிறிய ஆயுதங்கள்

---

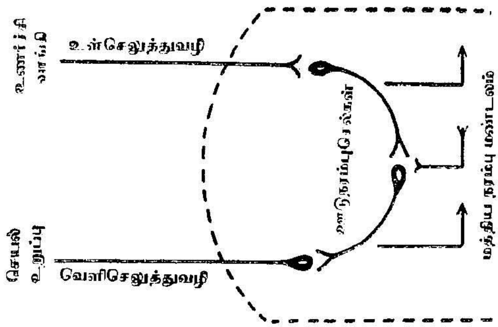
[1] $\mu.\mu.$ mol = 1/1,000,000 கிராம் மோல்.

காலில் குத்தி விட்டால் காலை வெடுக்கென்று எடுத்துக் கொள்கிறோம். அதே போன்று சூடான நீரையோ, பாத்திரத்தையோ தொட்டுவிட்டாலும் கையை வெடுக்கென்று எடுத்துக் கொள்கிறோம். தும்முவதும் இருமுவதும் இவ்வகைச் செயல்களைச் சார்ந்ததாகும். வியர்வை சுரப்பதும், வெப்பம் உடலைத் தாக்குவதால் உண்டாகும் செயலாகும். மேற்சொன்ன செயல்கள் எல்லாம் அனிச்சைச் செயல்கள் என்று சொல்லப்படுகின்றன. உடலினுள்ளும் இதே போன்று சில செயல்கள் நடைபெறுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக செரித்தல், நாளங்களில் இரத்த ஓட்டம் வேறுபடல், இதயத் துடிப்பு, சுரப்பிகளின் சுரத்தல் போன்றவை அனிச்சைச் செயல்களாகக் கருதப்படுகின்றன.

அனிச்சைச் செயல் நரம்பு மண்டல செயல்களின் ஒரு சிறு பகுதியாகும். இச்செயல் பொதுவாக சுய நினைவின்றி நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கும். சுய நினைவுடன் மூளையின் ஆணையால்செயல்படும் அனிச்சைச் செயல்களும் உண்டு. பெஸ்ட், டெய்லர் (Best and Taylor) என்ற இரு அறிவியலாளர்களின் கருத்துப்படி அனிச்சைச் செயல் என்பது உணர்ச்சி நரம்புகள் தூண்டப்படும் பொழுது ஏற்படும் தானாக, நினைவின்றி உண்டாகும் செயல்களாகும்.

அனிச்சை வில் (Reflex arc): பொதுவாக ஒரு செயல் ஒரு முறையான வழியில் செயல்படுத்தப் படுகின்றது. முதலில் உணர்ச்சிநரம்பு தூண்டப்படுவதால் அது உணர்வலைகளை மத்திய நரம்பு மண்டலத்துக்கு எடுத்துச் செல்லுகின்றது. மத்திய நரம்பு மண்டலம் தூண்டுதலுக்கேறப இயக்க நரம்பிற்கு ஆணை பிறப்பிக்கின்றது. இயக்க நரம்பு ஆணையை இயக்க உறுப்புகள் (Effector) நோக்கி எடுத்துச் சென்று அதை செயல்பட வைக்கின்றது. செயல் இவ்வழிப்படுவதே அனிச்சை வில் (Reflex arc) எனப்படுகிறது (படம்-35). அனிச்சைவில் செயல்படுவதற்கு உணர்ச்சி வாங்கி உறுப்பு (Receiptor organ) உணர்வால் தூண்டப்படுகிறது. தூண்டலை உணர்ச்சி நரம்புசெல் தண்டுவடத்திறகும் தண்டுவடத்திலிருந்து மத்திய நரம்பு மண்டலத்திற்கும் எடுத்துச் செல்ல உதவுகின்றது. தண்டுவடத்தில் ஊடுநரம்பு செல்களும் உள்ளன. அவை உணர்வலைகளை உணர்ச்சிநரம்பு செல்லிலிருந்து இயக்க நரம்பு செல்லுக்கு எடுத்துச் செல்கின்றன. இயக்க நரம்பு செல் நரம்பு மண்டலத்தின் கீழ்பகுதியில் இருக்கும். இச்செல் நரம்பு அலைகளை இயக்க உறுப்புக்குக் (Effector organ) கடத்துகின்றது. கடைசியாக இயக்க உறுப்பு மத்திய நரம்பு மண்டலத்தின் ஆணைக்கிணங்க செயல்படும் நரம்பிலும் தண்டுவடத்திலும் ஒரு அனிச்சை

வில்லை அடுத்து மற்ற இணைப்புகளும் உள்ளன. ஒரு இணைப்பி லிருந்து அடுத்து உள்ள இணைப்புகளுக்கும் உணர்வலைகள் கடத்



படம் 35

அனிச்சை வில்லை விளக்கும் பொதுவான படம்

தப்படுவதுண்டு. இவ்வாறு கடத்தப்படும் பொழுது குறிப்பிட்ட உணர்வலைகளைக் கடத்த பல அனிச்சை வில்கள் சேர்ந்து செயல் படுகின்றன என்று கொள்ளலாம்.

அனிச்சைத்தவளை (Reflex Frog): தவளைகளில் அனிச்சைச் செயல்கள் நன்கு படித்து அறியப்பட்டுள்ளன. ஒரு தவளையை எடுத்து அதன் கபாலப் பகுதியில் துளையிட்டு உள்ளிருக்கும் மூளையின் எல்லாப் பகுதிகளையும் சிதைத்துவிட வேண்டும். மேலும் மூளையின் பின் பகுதியையும் வெட்டி தண்டு வடத்திற்குச் செல்லும் தொடர்பையும் நீக்க வேண்டும். இந்நிலையில் தவளைக்கு மூளை இல்லை எனலாம். இதை அனிச்சைத் தவளை என்று சொல்வதுண்டு. முதலில் தவளை சக்தியின்றி இருந்தாலும் சிறிது நேரம் கழித்து பல தூண்டல்களுக்கு அது செயல்படும் இதே பரிசோதனையை பூனை, நாய் போன்ற விலங்குகளில் செய்யலாம். ஆனால் தவளையில் தான் பரிசோதனைகள் செய்ய சில அனுகூலங் கள் உள்ளன. தவளையின் மூளையைத் துண்டிப்பதால் அதிகம் குருதி வடிவதில்லை. மூச்சு விடுவதிலும் தடை இருப்பதில்லை. தவளையில் தோலில் அதிக சுவாசம் நடைபெறுவதால் இரத்தம் சுத்தமாகிக் கொண்டே இருக்கின்றது. அதனால் பரிசோதனை தடையேதுமின்றி நீண்ட நேரம் நடைபெற முடிகின்றது.

அனிச்சைத் தவளை மற்ற தவளைகளைப் போன்றே பல செயல் களில் செயல்படுகின்றது. ஒரு விரலைச் சிறிது அழுத்தினாலும்

காலை உடனே இழுத்துக் கொள்கின்றது. அதே விரலை வேக மாக அழுத்தினால் காலை வேகமாக இழுத்துக் கொள்கின்றது. சிறிய காயத்தை ஏற்படுத்தினால் துள்ளிக்குதித்தாற் போன்ற அசைவு ஏற்படுகின்றது. ஒரு துண்டுத்தாளில் அசெட்டிக் அமிலத்தை (Acetic Acid) நனைத்து தவளையின் முதுகுத்தோலில் வைக்க வேண்டும். இப்பொழுது தவளையின் பல தசைகளின் அசைவைக் காணலாம். இவ்வசைவுகள் மற்ற தவளைகளில் ஏற்படுவது போன்றே உள்ளன.

மேற்சொன்ன பரிசோதனைகள் மூலம் மத்திய நரம்பு மண்டலத்தின் துணையில்லாமலேயே மேலே குறிப்பிட்ட செயல்கள் நடைபெற முடியும் என்று அறியலாம். ஆதலால் மேற் சொன்ன அனிச்சைச் செயல்கள் எல்லாம் தண்டு வடத்தின் மூலம் தான் செயல்படுத்தப் படுகின்றன என்று கொள்ள வேண்டும். தண்டுவடத்தில் உள்ள ஊடு நரம்புச் செல்கள் உணர்ச்சி நரம்புச் செல்களிலிருந்து செயல்நரம்புச் செல்களுக்குக் கடத்துகின்றன. இதை ஒரு பரிசோதனையைக் கொண்டு தெளிவாக உணரலாம். அனிச்சைத் தவளையின் காலில் சிறிது அழுத்தினால் அதனால் ஏற்படும் தூண்டுதலை எட்டாவது தண்டுவட நரம்பு தண்டுவடத்திற்குக் கடத்திச் செல்லுகின்றது. இந்நரம்பில் உள்ள நரம்புச் செல்களின் செல் உடற்பகுதி (Cell Body) அந்நரம்பின் நரம்புச் செல் திரளில் (Ganglion) அமைந்திருக்கும். இங்கிருந்து தூண்டல் உணர்வு செல்களின் வழியாகத் தண்டுவடத்திற்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றது. தண்டு வடத்தில் உள்ள நரம்புச் செல்கள் தூண்டலைப் பெற்று இயக்க நரம்புச் செல்களுக்குக் கடத்துகின்றது. இயக்க நரம்புச் செல்கள் தண்டு வடத்தின் அடிப் பக்க வேர் (Ventral Root) வழியாக நரம்பலைகளை அதே எட்டாம் தண்டுவட நரம்பிற்குக் கடத்துகின்றது. எட்டாம் தண்டு வடத்தில் உள்ள இயக்க நரம்புச் செல்கள் உணர்வலைகளை. இயக்க உறுப்புக்கு எடுத்துச் செல்கின்றன. எட்டாம் தண்டு வட நரம்பு பின்னங்காலில் உள்ள தசைகளில் முடிவதால் தசையைச் சுருங்கச் செய்கின்றன. தசை சுருங்குவதால் கால் இழுத்துக்கொள்ளுகின்றது.

மேற் சொன்ன பரிசோதனையில் ஒரு அனிச்சைச் செயலில் ஒரு உணர்ச்சி நரம்புச் செல், சில ஊடு நரம்புச் செல்களும் ஒரு செயல் நரம்புச்செல்லும் செயல்படுகின்றன. (அனிச்சை வில்) சில அனிச்சைச் செயல்களில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட அனிச்சை வில்களும் செயல்படுவதுண்டு.

அனிச்சைச் செயல்களின் வகைகள்

அனிச்சைச் செயல்கள் இரண்டு வகைப்படும். முதல்வகை, தண்டுவட அனிச்சைச் செயலாகும் (Spinal Reflexes). இவ்வனிச்சைச் செயல்கள் தண்டுவடத்தாலேயே செயல்படுத்தப் படுகின்றன. இரண்டாவது, கபால அனிச்சைச் செயலாகும் (Cranial Reflexes). கபால அனிச்சைச் செயல்கள் மூளை அல்லது கபால நரம்புகளினால் (Cranial Nerves) செயல்படுத்தப் படுகின்றன.

அனிச்சைச் செயல்களை அவை செயல்படும் முறைகளைக் கொண்டும் வகைப்படுத்தலாம். அவை நான்கு வகைப்படும்.

1. பாதுகாப்பு அனிச்சை (Protective Reflex)
2. எதிர் ஈர்ப்பு அனிச்சை (Antigravity Reflex)
3. திருத்த அனிச்சை (Righting Reflex)
4. நிபந்தனை அனிச்சை (Conditioned Reflex)

ஆகியவை அனிச்சைச் செயல்களின் வகையாகும்.

பாதுகாப்பு அனிச்சை : பாதுகாப்பு அனிச்சை தண்டுவடத்தால் செயல்படுத்தப்படுகின்றது. தூண்டுதல், துன்பம் விளைவிக்கக்கூடிய ஒரு பொருளிலிருந்து வந்து, அத்தூண்டலால் உறுப்பு செயல்படுத்தப்பட்டால் அது பாதுகாப்பு அனிச்சையாகும். அனிச்சைத் தவளை அமிலம் தோய்ந்த துண்டுக் காகிதத்திலிருந்து விடுபெற காலை இழுத்துக்கொள்வது பாதுகாப்பு அனிச்சையாகும். கண்களின் இமைகள் மூடிக்கொள்வது, சூடான பொருளை தொட்டுவிட்டால் உடனே கையை எடுத்துக்கொள்வது ஆகியவைகளும் பாதுகாப்பு அனிச்சைச் செயல்களே. இவ்வகை தூண்டல்களினால் ஏற்படும் அசைவுகள் சில துன்பங்களிலிருந்தோ, பொருந்தா உபகரணங்களிலிருந்தோ நம்மைப் பாதுகாத்துக்கொள்ள உதவுகின்றன.

எதிர் ஈர்ப்பு அனிச்சை : இச் செயல்களில் தண்டுவடமும் முகுளமும் சேர்ந்து செயல்படுகின்றன. புவிஈர்ப்பை எதிர்த்து விலங்குகள் தங்களை சமப்படுத்திக்கொள்ளும்பொழுது எதிர் ஈர்ப்பு அனிச்சைச் செயல்கள் நடைபெறுகின்றன. பின்னங்கால் நரம்பு நாணை சிறுகழியைக் கொண்டு தட்டும்பொழுது கால் இழுத்துக்கொள்வது எதிர் ஈர்ப்பு அனிச்சைச் செயலாகும். ஷெரிங்டன் (Sherrington) என்ற ஆராய்ச்சியாளரே எதிர் ஈர்ப்பு அனிச்சைச் செயல்பற்றி முதலில் ஆராய்ந்தவராகும்.

திருத்த அனிச்சை : இவ்வகை அனிச்சைச் செயல்கள் முகுளம், தண்டுவடம், மூளையின் மத்திய பகுதி ஆகியவற்றால் செயல்படுகின்றன. திருத்த அனிச்சைச் செயல்களிலும் தசைகளிலிருந்தும் தசை நாண்களிலிருந்தும் உணர்வலைகள் ஆரம்பிக்கின்றன.

நிபந்தனை அனிச்சை : நிபந்தனை அனிச்சைச் செயல்களை முதலில் பரிசோதனைகள் மூலம் செய்துகாட்டியவர் ரஷ்ய அறிவியலாளர் பாவ்லோவ் (Pavlov) என்பவரே. அவர் ஒரு நாய்க்கு ஒருவரை வைத்தே உணவூட்டிப் பழக்கப்படுத்தினார். இதனால் குறிப்பிட்ட நபரைப் பார்த்தவுடன் நாய்க்கு உமிழ்நீர் சுரக்கக் கண்டார். இப்பரிசோதனையை நாய்க்குப் பசியில்லாத போதும் செய்து பார்க்கலாம். நாய்க்குப் பசியில்லாதபோதும் உணவு கொடுக்கும் அதே நபரைப் பார்த்தவுடன் அது உமிழ்நீர் சுரப்பதைக் காணலாம். இதில் நாய் உணவு கொடுப்பவனைப் பார்ப்பது தூண்டப்படும் உணர்ச்சியாகும். உணவூட்டுபவரை மட்டும் பார்க்கும்பொழுது உமிழ்நீர் சுரப்பது அனிச்சைச் செயலாகும். இது ஒரு நிபந்தனைக்குட்பட்டு செயல்படுகின்றது. அதனால்தான் 'பாவ்லோவ்' இதனை நிபந்தனை அனிச்சைச் செயல் என்று குறிப்பிட்டார்.

பாவ்லோவ் இதே பரிசோதனையைச் சிறிது நுணுக்கமாகவும் செய்து காட்டினார். அவர் நாயின் வாய்ப்பக்கத்திலுள்ள உமிழ்நீர் சுரப்பியில் துளை ஏற்படுத்தி அத்துளை தாடைக்கு வெளியே தெரியும்படி செய்தார். அத்துளையிலிருந்தும் ஒரு கண்ணாடிக் குழாயைப் பொருத்தி உமிழ்நீரை வடியச் செய்தார். உமிழ்நீரை அளவிட சில சாதனங்களையும் ஏற்படுத்தினார். மேலும் வெவ்வேறு சூழ்நிலைகளிலும் தட்டவெப்ப நிலைகளிலும் உமிழ்நீர் சுரப்பியின் செயலைக் கவனித்து வந்தார். மணி ஒலிகேட்கும் போதும் அவ்வொலி கேட்ட சிறிது நேரத்தில் உணவு கிடைக்கும் படியும் பரிசோதனைகளைச் செய்தார். குறிப்பிட்ட மணி ஒலி அளவினைக் கேட்கும் பொழுது உணவு கிடைக்கும் என்பதனை அறிந்து பழகியதால் ஒலி கேட்ட நேரங்களிலெல்லாம் உமிழ்நீர் சுரக்கச் செய்கின்றதைக் கவனித்தார். இதே போன்று ஒரு மணி அடித்த இரண்டு நிமிடத்தில் நாய்க்கு உணவு கிடைக்கும்படி பழக்கலாம். இதனால் மணி அடித்த இரண்டு நிமிடத்தில் உமிழ்நீர் சுரப்பதைக் காணலாம். இதே பரிசோதனையில் குறிப்பிட்ட நேரத்திற்குள் உணவு கிடைக்காவிட்டாலும் உமிழ்நீர் சுரப்பது தடைபெறாது நடைபெறுகின்றது என்பதையும் அறிந்தார்.

நிபந்தனை அனிச்சைச் செயல்கள் சில தடைகள் மூலம் பாதிக்கப்படுவதும் உண்டு. எடுத்துக்காட்டாக மணி அடித்த பிறகும்

உணவு வரவில்லையானால் நாம் தூங்குவதற்கு ஏதுவாகும். நாம் படித்துக் கொண்டிருக்கும் பொழுதும் தூக்கம் வருவது இயல்பு. இதன் காரணம் முதலில் சில தூண்டுதல்களால் ஏராளமான நரம்புசெல்கள் தூண்டப்படுகின்றன. அதன்பிறகு மேற்சொன்ன நரம்பு செல்கள் தூண்டப்படாதிருக்கின்றன. அதாவது நரம்பு செல்கள் தூண்டப்படுவதற்கேற்ற தூண்டல்கள் ஏற்படாதிருக்கின்றன. அதனால் தூண்டுதல் உணர்ச்சி தராத கட்டுரைகளையோ அல்லது படங்களையோ பார்க்கும் பொழுது இயற்கையாகவே தூங்கிவிடுகின்றோம்.

நரம்பு மண்டலத்தின் பரிணாம வளர்ச்சி

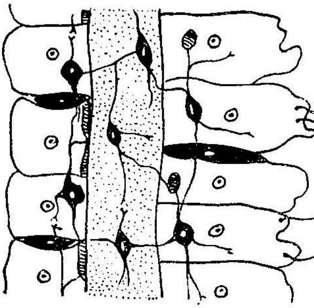
மற்ற உறுப்பு மண்டலம் போன்று நரம்பு மண்டலமும் பரிணாம முறையில் வளர்ச்சி பெற்று வந்திருக்கிறது. ஒரு செல் விலங்குகளிலும் (Protozoans) கடற்பஞ்சுகளிலும் (Porifera) நரம்பு மண்டலம் என்று ஒன்று இல்லை. ஆனால் ஒரு செல் விலங்குகளில் சாட்டைகள் (Flagellata) குறுகிழைகள் (Ciliata) போன்றவை உணர்ச்சிகளைக் கடத்தும் திறன் கொண்டவை. பரமேசியம் போன்ற ஒரு செல் விலங்குகளில் குறுகிய இழைகள் ஒழுங்காக உடலின் மேல்புறத்தில் அமைந்துள்ளன. அவை ஓரிடத்திலிருந்து மற்றும் இடங்களுக்கு உணர்ச்சிகளைக் கடத்துவதாக ஆய்வுக் கூடங்களில் கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளன.

குழியுடலிகளில் நரம்புவலை

நரம்பு வலைகள் எல்லா விலங்குகளிலும் காணப்படுகின்றன. குழியுடலிகள், முள்தொலிகள் (Echinoderms) வால் முதுகுத் தண்டினங்கள் (Urochordates) போன்றவற்றுள் உடல் முழுவதிலும் நரம்பு வலைகள் பரவிக்கிடந்தாலும், வளைப்புழுக்கள் (Annelids), மெல்லுடலிகள் (Molluses), முதுகெலும்பினங்கள் (Vertebrates) போன்றவற்றுள்ளும் இடப்பெயர்ச்சி நரம்புவலைகளின் கூட்டுச் செயலால்தான் நடைபெறுகின்றது. நரம்பு வலைகள் சிறப்பாக உண்டாகியிருப்பது குழியுடலிகளிலும் முள்தொலிகளிலும்தான்.

குழியுடலிகளில் நரம்புவலை நரம்புச்செல்களின் இணைப்புகளாலானது (படம் 36. அ). சில குழியுடலிகளில் நரம்புச்செல்கள் ஆங்காங்கே குறுக்கிட்டு இணைப்புகள் (Synapses) உண்டாகி இருக்கும். ஆனால் பொதுவாக எல்லா குழியுடலிகளிலும் நரம்புச் செல்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைந்து வலைபோல் பின்னிக் கொண்டிருக்கும். இணைப்புகள் முடிவு பெற்றிராது. அதனால் ஒரு

இணைப்பில் அல்லது ஒரு இடத்தில் தோன்றும் தூண்டுதலானது எல்லாப் பக்கங்களுக்கும் பரவும். குறிப்பிட்ட ஒரு எல்லையை



படம் 36. அ
குழியுடலிகளின் சுவற்றில் நரம்புவலைகள்

நோக்கியோ அல்லது திசையை நோக்கியோ உணர்வலைகள் கடத்தப்படுவதுல்லை.

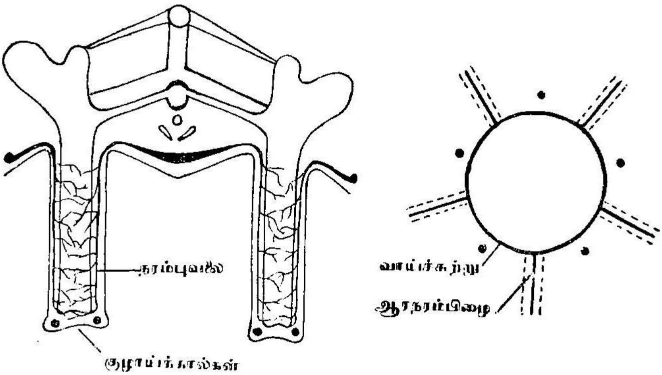
குழியுடலிகளின் ஸ்கைஃபோசோயா (Schyphozoa), ஆன்த்தோசோயா (Anthozoa) போன்ற வகுப்புகளில் நரம்புவலைகள் நன்ருக ஆராயப்பட்டுள்ளன. மேற்சொன்ன வகுப்புகளில் உள்ள விலங்குகளின் உடலில் சில இடங்களில் நரம்புவலைகள் சேர்ந்து தடித்த ஆக்சான்களாகக் காணப்படும். இவ்வகை ஆக்சான்கள் மற்ற ஆக்சான்களை விட உணர்வலைகளைச் சீக்கிரமாகக் கடத்தும் திறன் கொண்டவை.

பொதுவாக மற்ற விலங்குகளின் நரம்பு மண்டலத்தைவிட குழியுடலிகளின் நரம்புவலைகள் குறைவாகவே உணர்வலைகளைக் கடத்துகின்றன (Decremental Conduction). இதை கடல் சாமந்தி (Sea Anemone) போன்ற குழியுடலிகளில் சோதித்து அறியலாம். ஒரு கடல் சாமந்தியில் மின் சக்தியால் உணர்ச்சியைத்தூண்டினுல் அதன் உடல் உடன் இழுத்துக் கொள்ளாது. மின் சக்தியைச் சிலவினுடிகள் இடைவிட்டு செலுத்திக் கொண்டேயிருந்தால் தூண்டலால் உடல் இழுத்துக் கொள்ளாது. ஆனுல் ஒரு தூண்டலுக்குப் பிறகு அடுத்த தூண்டுதல் இரண்டு வினுடிகளுக்குள் இருந்தால் தூண்டலால் உண்டாகும் அதிர்ச்சி சிறிது காணப்படும். ஒரு வினுடிக்குள் இரண்டாவது தூண்டல் இருந்தால் அதிகமாக அதிர்ச்சி இருக்கும். ஒரு வினுடிக்குள்

தொடர்ந்து 5 தூண்டல்கள் கொடுத்தால் அதிர்ச்சி மிக அதிக மாக இருக்கும்.

முள்தோலியில் நரம்பு மண்டலம்

குழியுடலிகளுக்கு அடுத்து நரம்பு மண்டலம் சிறிது முன் னேற்றமடைந்திருப்பது முள்தோலிகளில்தான். முள்தோலிகள் ஆர சமச்சீருடையன (Radially Symmetrical), அதனால் நரம்பு மண்டலத்தின் அமைப்பு சிறப்படைந்திருக்கின்றது என்று சொல்ல இயலாது. ஆனால் மத்திய நரம்பு மண்டலத்தின் அடிப்படை அமைப்பு சிறிது காணப்படுகிறது எனலாம். நட்சத்திர மீன் களில் (Star Fish) மத்திய நரம்பு மண்டலம் நரம்பிழைகளால் ஆனது (படம் 36. ஆ). நரம்பிழைகள் (Nerve Strands) ஒவ்வொரு



படம் 36ஆ.

முதல் படம் : நட்சத்திரமீனின் ஒருகையின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம்.
அடுத்த படம் : வாய்ப் பகுதி நரம்புகள்.

கையின் அடிப்பாகத்தின் மையப் பகுதியில் செல்கின்றன. ஐந்து கைகளின் ஆர நரம்பிழைகளும், வாய்ப்பகுதியைச் சுற்றி யிருக்கும் ஒரு சுற்று நரம்பிழையால் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

மேற் சொன்ன இழைகள் நரம்பு வலைகளின் தொகுப்புதான். இவற்றின் இயக்க நரம்புச் செல்கள் தசைகளோடு இணைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. இவ்வாறு நரம்புச் செல்களும் தசைகளும் ஒன்றுடன் ஒன்று தொடர்பு கொண்டிருப்பதால் நட்சத்திர மீன்கள் தங்களில் நூற்றுக்கணக்கான குழாய்க் கால்களால் (Tube Feet) நடந்து செல்ல முடிகின்றன. நட்சத்திர மீன் நடந்து செல்லும் பொழுது 5 கைகளில் ஒரு கை மாத்திரம் முன்னிழுத்துச்

செல்லுகின்றது. மற்ற கைகளிலுள்ள குழாய்க் கால்கள் முன்னிழுத்துச் செல்கின்ற கையின் குழாய்க்கால்களுக்கு இணையாக அசைகின்றன. ஒரு பரிசோதனையில் முன்னிழுத்துச் செல்லும் கைக்கு ஒரு அதிர்ச்சியைக் கொடுத்ததில் மற்ற நான்கு கைகளில் ஒருகை தன்னுடைய திசையில் முன்னிழுத்துச் செல்லுகின்றது. இந்த முன்னிழுத்துச் செல்லும் கையின் குழாய்க்கால்களுக்கேற்ப மற்ற கைகளின் குழாய்க்கால்களும் இணைந்து செயல்படுகின்றன. வாயைச் சுற்றியுள்ள நரம்பிழையே எத்திசையில் செல்ல வேண்டுமென்பதைக் கட்டுப்படுத்துகின்றது. நட்சத்திர மீனில் வாய்ச் சுற்று நரம்பை (Oral nerve ring) நீக்கி விட்டால் 5 கைகளும் வெவ்வேறு திசையில் செயல்படுகின்றன. ஆர நரம்பிழைகளைத் துண்டாக்கும் பொழுது குறிப்பிட்ட கை செயல்படுவதில் குறைந்து விடுவதில்லை. இதன் காரணம் தூண்டல்கள் நரம்பு வலைகளின் வழியாக எடுத்துச் செல்லப்படுவதுதான்.

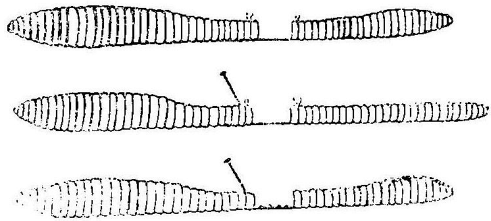
நரம்புச் செல் திரள் (Ganglion)

நரம்புச் செல் திரள், நரம்புச் செல்களின் கூட்டுச்சேர்க்கையால் உண்டாகின்றது. நரம்புச் செல் திரள்கள் நரம்புகளின் உதவியால் உணர்ச்சி வாங்கியுடனும் (Receptor) இயக்க உறுப்புடனும் (Effector) தொடர்பு கொண்டிருக்கின்றன. நரம்புச்செல் திரள்கள் பொதுவாக விலங்குகளின் இடப்பெயர்ச்சித் திறனைப் பொருத்து சிறப்பாக வளர்ச்சி பெற்று வந்திருக்கின்றன. குழியுடலிகளின் மெடுசாக்களில்தான் முதலில் நரம்புச் செல் திரள்கள் காணப்படுகின்றன. அவை உணர்ச்சி நரம்புச் செல்களால் ஆனவை. மெடுசாக்களின் நரம்புச் செல் திரள்கள் அவற்றின் பொதுவான உணர்தல், இயக்க, தான்தோன்றியாகச் செயல்படுதல் (Sensory, Motor, Spontaneous activity) ஆகிய மூன்று பண்புகளும் கொண்டவை. ஆனாலும் மெடுசாக்களின் நரம்புச் செல்திரள்கள் மிகச் சிறியன; சிறப்பாக வளர்ச்சி பெறுதவையே.

வளைப்புழுக்களில் : மண்புழு போன்ற வளைப்புழுக்களில் நரம்புச் செல் திரள்கள் ஒவ்வொரு கண்டத்திலும் காணப்படுகின்றன. இரண்டாம் கண்டத்தில் நரம்புச் செல் திரள்களும் நரம்புகளுமாக ஒரு வளையமாக மோதிர வடிவில் இருக்கும். இதுதான் நரம்பு வளையம் (Nerve Ring). நரம்பு வளையத்திலிருந்து பின்புறமாக இரண்டு நரம்புகள் ஆரம்பமாகின்றன. அவை ஒவ்வொரு கண்டத்திலும் இணைந்து நரம்புச் செல் திரள் உண்டாகின்றன. ஒவ்வொரு நரம்புச் செல் திரளிலிருந்தும் உணர்வு நரம்புகள் செயல் நரம்புகளுடன் தொடர்பு கொண்டிருக்கின்றன. இந்த நரம்புச் செல் திரள்களும் முள்தொலிகளில் காணப்படு

கின்ற ஆர நரம்பிழைகள் போன்றவையே. கண்டங்களில் உள்ள கண்ட நரம்புச் செல் திரள்கள் (Segmental Ganglia) தனித் தனியே அல்லது சேர்ந்தோ உணர்ச்சிகளுக்கு ஏற்றவாறு செயல் நரம்புகளுக்கு ஆணை பிறப்பிக்கின்றன. அவை நரம்பு வளையத்தின் கட்டளைகளுக்கு மாத்திரம்தான் உட்பட்டிருக்கின்றன என்று சொல்வதற்கில்லை. கண்டங்களிலே ஏற்படும் தூண்டுதல்களுக் கேற்ப அக்கண்டங்களே தனித்தோ, சேர்ந்தோ செயல்படு கின்றன. இதைச் சில பரிசோதனைகள் மூலம் செய்துகாட்டலாம்.

ஃபிரீட் லாண்டர் (Fried Lander) என்ற அறிவியலாளர் ஒரு மண்புழுவை எடுத்து இரண்டாகத் துண்டித்தார். பிறகு துண்டித்த இரு முனைகளையும் ஒரு மெல்லிய நூலினால் இணைத்தார். இந்தப் பரிசோதனையில் மண்புழுவின் முதல் பாதியில் ஏற்படு கின்ற தொடர் தசை அலையியக்கம் (Peristalsis) இரண்டாம் பாதியிலும் ஏற்பட்டது. ஆனால் முதல் பாதியின் துண்டித்த பகுதியில் ஒரு குண்டூசியால் குத்திய பிறகு தொடர் தசை அலை யியக்கம் இரண்டாம் பாதியில் தோன்றவில்லை. இதே பரிசோதனையை 1904 ல் பீடர்மான் (Biedermann) சிறிது மாற்றிச் செய்தார். மண்புழுவின் இரண்டு பாதிகளையும் முழுமையாகத் துண்டிக்காமல் உடலின் அடிப்பகுதியில் உள்ள நரம்புகளை மட்டும் இணைத்து வைத்திருந்தார் (படம் 37). சில கண்டங்களின்



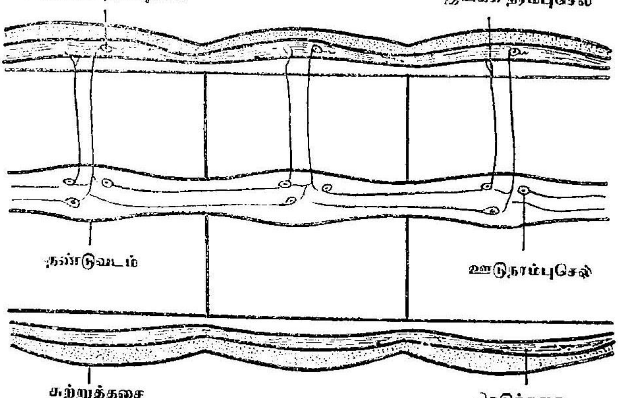
படம் 37

மண்புழுவின் அலையியக்கத்தை காட்டும் படங்கள்

முதல் படத்தில் ஒரு மண்புழு இரண்டாக வெட்டப்பட்டு ஒரு நூலினால் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதில் அலையியக்கம் முன்னாலிருந்து பின்னால் செல்கின்றது. இரண்டாவதில் முதல் பாதியில் ஒரு குண்டூசியைக் குத்திய தால் அலையியக்கம் பின்னால் தொடரவில்லை. மூன்றாவதில் சில கண்டங் கள் நீக்கப்பட்டாலும் நரம்புத் தொடர்ச்சி உள்ளது. இந்நிலையில் முதல் பாதியில் குண்டூசியைக் குத்தினாலும் பின்பாதியில் அலையியக்கம் தொடர்கின்றது.

தசைப் பகுதிகளை முழுமையாக நீக்கிவிட்டார். மேலும் முதல் பாதியின் வெட்டுப் பகுதியில் ஒரு குண்டூசியைக் குத்தினார். இப்

பரிசோதனையில் மண்புழுவின் மற்ற பாதியிலும் தசை அலையியக்கம் தோன்றியது. இதன் காரணம் என்ன? மண்புழுவின் மத்திய நரம்பு மண்டலத்தின் அமைப்பு மேற்சொன்ன தனித்த செயலுக்கு உறுதுணையாக இருக்கின்றது நரம்பு மண்டலத்தில் நீண்ட தடித்த நரம்புகளும் உள்ளன. இவை தவிர குட்டையான நரம்புகளும் உள்ளன. கண்ட நரம்புச் செல் திரள்களில் செயல் இயக்க நரம்புச் செல்களின் உடற்பகுதி நிறைந்திருக்கும் செல்களின் ஆக்ஸான்கள் அக்கண்டங்களில் தசைகளில் தொடர்பு கொண்டிருக்கும். உணர்வு நரம்புச் செல்களின் உடற்பகுதி உணர்ச்சி உறுப்புகளின் அருகில் தொடங்கி அதே கண்டத்தின் நரம்புச் செல் திரளில் முடிவுபெற்றிருக்கும் (படம் 38). இவை



படம் 38

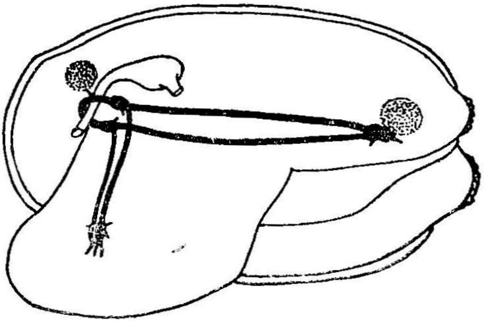
மண்புழுவில் நரம்பு நாணுடன் நரம்புசெல்களின் தொடர்பு

தவிர ஊடு நரம்பு செல்கள் மத்திய நரம்பு மண்டலத்தில் (கீழ்ப்பக்க நரம்புத் தொடர் Ventral Nerve Cord) நிறைய உள்ளன. அவை குட்டையானவை ஒரு செல்லின் ஆக்சான் அடுத்து வரும் செல்லின் உடற்பகுதியோடு தொடர்பு கொண்டிருக்கும். இவ்வாறு நரம்புச் செல்கள் மத்திய நரம்பு மண்டலத்துடனும், ஒவ்வொரு கண்டத்துடன் தனித் தனியேயும், இணைக்கப்பட்டுருக்கின்றன. அதனால் ஒவ்வொரு கண்டமும் வெட்டுப்பட்ட உடற்பின் பகுதியும் தனித்தனியே அல்லது தொடர்ந்து தொடர் தசை அலையியக்கத்தை உணர்த்துகின்றன.

கணுக்காலிகளில்: கணுக்காலிகளிலும் நரம்புச்செல் திரள்கள் தலையிலும் உடற்பகுதியிலும் உள்ளன. உடற்பகுதியின் பக்கங்

களில் நிறைய அசையும் உறுப்புகள் உள்ளன. இவ்வுறுப்புகள் தன்னிச்சையுடன் செயல் படுவதை பல கணுக்காலிகளில் காணலாம். கணுக்காலிகளின் நரம்புச்செல் திரள்கள் வளைப் புழுக்களைவிட அதிகமாக வேறுபடவில்லை. கணுக்காலிகளிலும் வட்டார அனிச்சைச் செயல்கள் (Local Reflex action) தடைபடும் பொழுது மத்திய நரம்புமண்டலம் துணைபுரிகின்றது.

மெல்லுடலிகளில்: மெல்லுடலிகளில் மட்டும் நரம்புச்செல் திரள்கள் மிகவும் வேறுபட்டுள்ளன. இந்த வேறுபாடுகளின் காரணம் அவற்றின் வேலைப்பாங்கினைப் பொருத்தே அமைந்துள்ளது. ஆம்ஃபிநியுரன் (Amphineuran) மெல்லுடலிகளில் உணவுக் குழலைச்சுற்றி நரம்புச்செல் திரள்கள்கொண்ட ஒரு நரம்பு வடம்உண்டு அதிலிருந்து பலநரம்புகள் முக்கிய உறுப்புகளுக்குச் செல்லுகின்றன. சிறிய நரம்புகள் எல்லாம் ஒன்றுடன் ஒன்று சேர்ந்து வலைபோல் பின்னிக் கொண்டிருக்கின்றன. ஆம்ஃபிநியுரன்களில் அதிக உணர்ச்சி உறுப்புகள் இல்லை. அவற்றின் இடப்பெயர்ச்சியும் மற்றசெயல் திறன்களும் குறைவு. உணவுக்காகத் தன்னுடைய வாழ்விடத்திலிருந்து புறப்பட்டுச் செல்லுகின்றன. உணவை முழுவதுமாகத் தேடியபின் தன்னிடத்திற்குத் திரும்பவும் வந்துவிடுகின்றன. சில உணவுப்பழக்கங்களை உணவுக்குழலைச் சுற்றியுள்ள நரம்பு வடம் செயல்படச் செய்கின்றது. ஆம்ஃபிநியுரன்களில் செயல்திறன் குறைவு. ஆதலால் நரம்புச்செல் திரள்களின் வளர்ச்சியும் குறைவாக இருக்கின்றது.



படம் 39

இரு வால்விகளில் நரம்புமண்டலம்

இரு வால்விகளில் (Pelecypods) சில நரம்புச்செல் திரள்கள் சிறப்பாக வளர்ச்சி பெற்றிருக்கின்றன (படம் 39). அவற்றில் இரு

மூளை, மார்பு நரம்புச்செல் திரள்கள் (Cerebro-pleural Ganglia) சேர்ந்திருக்கின்றன. இவை இரண்டும் மூளை குறுக்கு நரம்பினால் (Cerebral Commissure) இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. கால் நரம்புச்செல் திரள்களும் (Pedal Ganglia) உள்ளுறுப்பு நரம்புச் செல் திரள்களும் (Visceral Ganglia) தனித்தனியே ஜோடியாக உண்டு. நரம்புச்செல் திரள்கள் எல்லாம் நரம்புகளால் இணைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. இரண்டு ஓடுகளையும் இணைக்கும் தசைகளும், தசைக்காலின் தசைகளும் சிறப்பாக வளர்ச்சி பெற்று, அவை குறிப்பிட்ட நரம்புச்செல் திரள்களால் செயலாற்றப்படுகின்றன. மூளை மார்பு நரம்புச் செல் திரள்கள் உணவு ஊட்டத்தையும், உள்ளுறுப்பு நரம்புச்செல் திரள்கள் இரத்த ஓட்டம், செரித்தல் ஆகியவற்றையும் செயல்படுத்துகின்றன. கால் நரம்புச்செல் திரள்கள் தனித்தும் இயங்க வல்லன. அவை இடப்பெயர்ச்சியைக் கட்டுப் படுத்துகின்றன.

உடற்காலிகளிலும் (Gastropods) தலைக்காலிகளிலும் (Cephalopods) மூளை நரம்புச்செல் திரள் பெரிதாக வளர்ந்து மற்ற நரம்புச்செல் திரள்களை விட அதிக வேலைகளைக் கட்டுப்படுத்துகின்றது. மூளை நரம்புச்செல் திரள்களுடன், கண், உள்ளுறுப்பு, கால் போன்ற நரம்புச்செல் திரள்களும் சேர்ந்திருக்கின்றன. இவை போக வயிற்றுப் பகுதியில் 'ஸ்டெல்லேட்' (Stellate) நரம்புச்செல் திரள்களும் உண்டு. தலைக்காலிகளின் நரம்பு மண்டலம்தான் முதுகெலும்பல்லனவற்றுள் மிகச் சிறப்பாக வளர்ச்சி பெற்றது என்று சொல்லலாம்.

மூளையும் தலை சிறப்பெய்தலும்

விலங்குகளின் பரிணாம வளர்ச்சியில் தலைசிறப்பெய்தலும் (Cephalization) முக்கியப் பங்கு பெற்றிருக்கிறது. விலங்குகளின் தலை முன்னால் செல்லவும், பின் உறுப்புகள் தலையைப் பின் தொடர்தலும் இடப்பெயர்ச்சியின் பொழுது காணக்கூடியது. இதனால் தலை, மற்ற உறுப்புகளுக்கு முதலிடம்பெற ஆரம்பித்தது. உணர்ச்சி வாங்கி உறுப்புகள் (Receptor Organs) பெரும்பாலும் தலையிலேயே சேர்ந்திருக்கின்றன. இதனால் மூளை பெரிதும் வளர ஆரம்பித்தது. அதன் உருவத்திலும் பாகங்களிலும் விரிவாகி ஒரு முக்கிய மைய உறுப்பாகிவிட்டது. பெரும்பான்மையான உணர்ச்சிகளை வாங்கி, அவற்றைச் செயல்படுத்துவதற்கு ஆணைகளும் பிறப்பிக்கும் முதலிடமாகிவிட்டது. மூளையின் வளர்ச்சியிலும் மற்ற உணர்ச்சி வாங்கி உறுப்புகளின் இருப்பிடங்களிலும் தலை சிறப்பெய்தி விட்டது. இதனைப் பலசெல் உயிரிகளின் பரிணாம முதல் படியிலிருந்து கடைப்படியில் நிற்கும் மனிதன் வரை ஆராய்ந்தால்

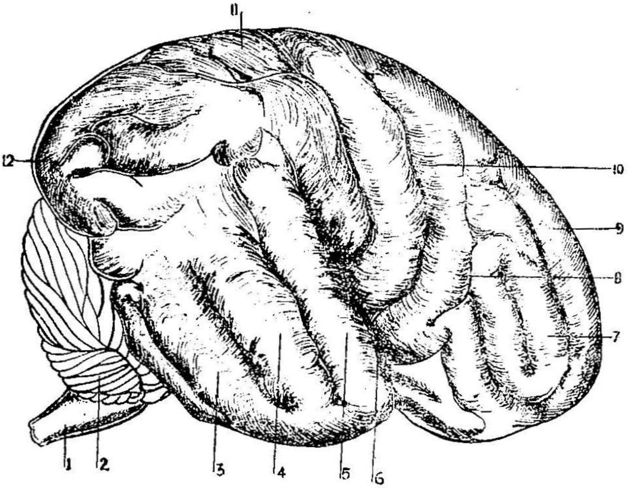
நாம் முழுவதுமாக உணரலாம். மூளையின் வளர்ச்சியையும் தலை சிறப்பெய்துதலையும், தெளிவாக விளக்க முயல வேண்டுமானல் முதுகெலும்பினங்களைத்தான் ஆராய வேண்டும். முதுகெலும் பினங்களின் மூளை பரிணும வளர்ச்சி அடைந்து மனிதனில் உச்ச நிலையை அடைந்திருக்கிறது என்பதை அறியலாம்.

முதுகெலும்பினங்களின் மூளை

முதுகெலும்பினங்களின் மூளைக்குழல் (Neural tube) பெரிதாவதிலேயே மூளை உண்டாகின்றது. மூளைக்குழலின் முன் பகுதி பெரிதாவதாலும் சிறப்பெய்துவதாலும் மூளை முழுவளர்ச்சி பெறுகின்றது. மூளைக்குழலின் பின்பகுதி தண்டுவடமாகிறது. முதுகெலும்புகளின் மூளைப்பகுதி படிப்படியாக முன்னேற்றமடைந்திருந்தாலும் ஒரு முதுகெலும்பினத்தின் மாதிரி மூளை இத்தகையது என்று விளக்க முயலலாம். முதுகெலும்பினத்தின் மூளையை மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை முறையே முன், நடு, கடை மூளைகளாகும். (Prosen, Mesen and Rhomben Cephalon). மேற்சொன்ன மூன்று பகுதிகளும் முதுகெலும்பினங்களின் வரலாற்றில் வளர்ச்சி அடைந்து கொண்டே வந்திருக்கின்றன. முதலில் முன் மூலையின் முன்பாகம் வால் மூளை (Telen Cephalon) யாகி அது இரண்டாகப் பிரிகிறது. முன்னது செவிப்பகுதியாகவும், பின்னது டயன்செஃபலான் என்ற பகுதியாகவும் வளர்ச்சி பெற்றிருக்கின்றது. டயன்செஃபலான் பகுதி பிட்யூட்டரி சுரப்பி, பீனியல் உறுப்பு, இன்ஃபண்டிபுலம், பார்வை நரம்புக் குறுக்கு (Pituitary body, Pineal Body, Infundibulum, Optic chiasma) போன்ற சில உறுப்புகளாகப் பிரிந்திருக்கின்றது. மேற்சொன்ன டயன் செஃபலான் உறுப்புகள் பின் தங்கிய முதுகெலும்பினங்களில்தான் சிறப்பெய்திருக்கின்றன. பின்வரும் முதுகெலும்பினங்களில் பெருமூளை பெரிதும் வளர்ந்திருக்கின்றது. இடை அல்லது நடுமூளைதான் பார்வை மடல் அல்லது பார்வைப் பகுதிகளாகும் (Optic Lobes). கடை மூளையின் முன்பகுதி சிறுமூளையாகவும் (Cerebellum) பின் பகுதி முகுளமாகவும், (Medulla-Oblongata) வளர்ச்சி பெற்றிருக்கின்றன. முகுளத்திற்குப் பின்னல் தண்டுவடம் நீண்டு பின் நோக்கிச் செல்கின்றது.

முதுகெலும்பினங்களின் வெவ்வேறு வகுப்பு விலங்குகளை ஒப்பிட்டு பார்க்கும் பொழுது அவற்றின் மூளையின் வெவ்வேறு பாகங்கள் எவ்வாறு மாற்றமடைந்து வந்திருக்கின்றன என்று அறியலாம். மேம்பட்ட விலங்குகளில் சிறுமூளையும் பெருமூளையுமே அளவில் பெரியதாகவும் செயல்திறனில் சிறப்பெய்தியும் வந்திருக்

கின்றன. பாலூட்டியின் மூளையும் அது எவ்வாறு செயல்படு கின்றது என்பதும் பற்றி சிறிது ஆராய்வோம் (படம் 40).



படம் 40
மனிதன் மூளையின் வெளித்தோற்றம், எல்லா மடிப்புகளையும் காட்டும் படம் 1. தண்டுவடம் 2. சிறுமூளை 3. பக்க பகுதியின் கீழ்மடிப்பு 4. பக்க பகுதியின் நடுமடிப்பு 5. பக்க பகுதியின் மேல்மடிப்பு 6. பெரு மூளையின் பக்க ஓடை 7. முன் நெற்றிப் பகுதியின் நடுமடிப்பு 8. முன் நெற்றிப் பகுதியின் பின் மடிப்பு 9. முன் நெற்றிப் பகுதியின் முன் மடிப்பு 10. செரிபிரல் கார்டெக்ஸ் 11. பின் நெற்றிப் பகுதி 12. ஆக்சிபிட்டல் பகுதி

முகுளமும் பான்சும்: மூளையின் முக்கிய பாகங்களைச் சிறிது விளக்கினேம். முகுளமும் பான்சும் மூளையின் கடைப் பகுதியாகும். முகுளத்திலிருந்துதான் அதிக கபால நரம்புகள் ஆரம்பிக்கின்றன. அதன் வழியாகத்தான் நரம்புகள் இயக்க, உணர்ச்சி உட்கருக்களை (நரம்புச் செல்களின் கூட்டுத் தொகுதி) அடைகின்றன. முகுளத்தில்தான் உடலுறுப்புகளைச் செயல்படுத்தும் செயலிடங்கள் அல்லது மையங்கள் உள்ளன. முகுளத்தில்தான் சுவாசத்தைச் செயல்படுத்தும் மையமும் உள்ளது என்று பல பரிசோதனைகள் மூலம் தெரியவந்துள்ளது. குருத்தெலும்பு மீன்களில் 7வது 10வது கபாலநரம்புகளில்தான் சுவாசத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் இடங்கள் உள்ளன. திருக்கை போன்றவற்றில் முகுளத்தின் இரண்டு பாதிகளும் தனித்தனியே சுவாசச் செயலைச் செயல்படச் செய்கின்றன. நீர்நில வாழ்வனவற்றிலும் நுரையீரலிலுள்ள இயங்கு தசை தானாக செயல்படக் கூடியது. ஆனாலும் அவற்றில் காற்றை

உள்ளிழுக்கும் போது உண்டான செயலை 10 வது கபாலநரம்பு தான் கட்டுப்படுத்துகின்றது. அவற்றின் மூளையின் முகுளம் காற்று உள்ளிழுத்தலையும் வெளியிடுதலையும் கட்டுப்படுத்துகின் றது. பாலூட்டிகளில் முகுளத்தின் சுவாசத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் பகுதி இரண்டு மையங்களாகப் பிரிந்து முன்மையம் காற்றுவெளி யிடுதலையும் பின்மையம் காற்று உள்ளிழுத்தலையும் தனித்தனியே கட்டுப் படுத்துகின்றன.

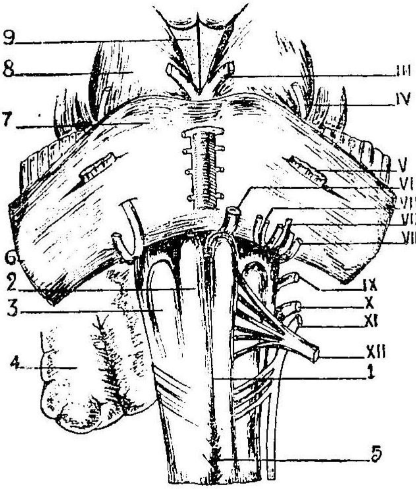
முகுளத்தின் முக்கிய செயல் சமப்படுத்தலாகும். சுறாவின் முகுளத்தின் ஒரு பாகத்தைக் காயப்படுத்தும் பொழுது அது நீந்துதலில் தடுமாற்றம் கொள்கிறது. காயப்படுத்திய பக்கமாக அது உருண்டு சாய்கின்றது. பான்களில் பொதுவாக நரம்பு இழைகளே அதிகமாக உள்ளன. கபாலநரம்புகளின் உட் கருக்களும் அதிகம் பான்சில்தான் உள்ளன. பான்சின் பக்கங் களில் உள்ள மத்திய சிறுமூளையின் பிடங்கிள்கள் பான்சைச் சிறுமூளையுடன் இணைக்கின்றன.

நடுமூளை: நடுமூளையில் (Mesencephalon) பார்வை மையமும் செவியுணர்வு மையமும் உண்டு. சிவப்பு உட்கரு என்ற தசைகளின் அசைவுக்குக் காரணமான மையமும் நடுமூளையில்தான் உண்டு. காதின் நத்தைச்சுருள் பகுதியைச் செயல்படுத்தும் மையமும் நடுமூளையில்தான் காணப்படுகின்றது. கார்பஸ் ஸ்ட்ரையேட்டம் (Corpus striatum) கீழ் நரம்புச்செல் திரள்களு டன் (Basal ganglia) சார்ந்தது. கார்பஸ்ட்ரையேட்டம் செயல்களை ஒழுங்குபடுத்தும் முக்கிய பாகமாகும். இதயத்துடிப்பு, சுவாசம், உணவுப் பாதை உறுப்புகளின் உணர்ச்சிகளைப் பெறுவது, அவற்றைச் செயல்படுத்துவது ஆகிய முக்கிய செயல்களையும் நடுமூளை தான் கட்டுப்படுத்துகின்றது. கார்போரா குவாட்ரி ஜெமினு (Corpora quadrigemina) நான்கு பாகமாக உள்ளது. இவற்றிலும் அனேக உட்கருக்கள் உள்ளன. மேலும் இவற்றிற்கு நரம்புகள் செவிநரம்புகளின், பார்வை நரம்புகளின் தடங்களுடன் தொடர்பு கொண்டிருக்கின்றன: நடுமூளையின் நரம்புகள் தண்டு வடத்தின் வழியாக உடல் தசைகளோடு தொடர்பு கொண்டிருக் கின்றன.

மேற்சொன்ன முகுளம், பான்கள், நடுமூளை ஆகிய மூளையின் பின் பாகங்கள் முழுவதுமாக இணைந்து மூளைத்தண்டு (Brain stem) என்று அழைக்கப்படுகின்றது (படம் 41).

சிறுமூளை : மீன்களில் சிறுமூளை பெரும்பாலும் சமநிலைப் படுத்தும் செயலையே செய்கின்றது. சிறுமூளை அகற்றப்பட்டால்

சமநிலைப்படுதல் பாதிக்கப்படுகின்றது. சிறுமூளை அகற்றப்பட்ட புறா முதலில் நடப்பதுமில்லை, பறப்பதுமில்லை. அதன்பிறகு சிறிது



படம் 41

மூளைத் தண்டின் முன் தோற்றம்

1. முகுளத்தின் மத்திய முன் ஓடை, 2. முகுளத்தின் பிரமிடு,3. ஆலிவ் 4. சிறுமூளை, 5. தண்டுவடத்தின் ஆரம்பம், 6. மத்திய சிறுமூளையின்பிடங்கிள், 7. பான்ஸ், 8. பெருமூளையின் பிடங்கிள், 9. இரண்டு பிடங்கிளிக்கும் இடையேயுள்ள துவாரம், IIIலிருந்து XII வரையுள்ள தண்டுவட நரம்புகளும் குறிக்கப்பட்டுள்ளது.

தூரம் நடக்கின்றது, பிறகு பறக்க முயலுகின்றது. இதிலிருந்து அகற்றப்பட்ட பாகம் செய்யவேண்டிய செயல் செய்யப்படா திருந்தால் மற்ற பாகங்கள் துணை வரும் என்று தெரிகின்றது. இது ஒருவேளை செரிபிரல் கார்டெக்சின் செயலாகத்தான் இருக்க வேண்டும் என்பது ஆராய்ச்சியாளர்களின் கருத்து.

பெருமூளை : முன்னேற்றமடைந்த விலங்குகளின் மூளையின் சிறப்புக்குக் காரணம் அவற்றில் சிறுமூளையும் பெருமூளையும் சிறப்பாக வளர்ச்சி பெற்றதாலேயே. மீன்களின் பெருமூளை நுகர்ச்சி செயலைத்தான் செய்து வருகின்றது. ஆனால் பறவை களிலும் பாலூட்டிகளிலும் பெருமூளையின் மேல்பகுதி எல்லாம் நரம்புச் செல்களாலும் நரம்புகளாலும் சிறப்பாக வளர்ச்சி பெற்று செரிபிரல் கார்ட்டெக்ஸ் (Cerebral Cortex) என்ற பகுதியா கின்றது. இப்பகுதி மூளையின் மற்ற பகுதிகளோடு அதிகத் தொடர்பு கொண்டது. மூளையின் அடிப்பாகத்திலிருந்து கார்டெக்சுக்கும், கார்டெக்சிலிருந்து மூளையின் அடிப்பாகத்

திற்கும் தொடர்புள்ள நரம்புகள் உண்டு. மேலும் மூளையின் இரு பாதிகளையும் இணைக்கும் இணைப்பு நரம்புகளும் (Commissural fibers) கார்டெக்சில்தான் காணப்படுகின்றன. செரிபெல்லார் கார்டெக்சும் (Cerebellar Cortex) செரிபிரல் கார்டெக்ஸ் போன்று பல அடுக்கு செல்களாலானதே. செரிபெல்லார் கார்டெக்ஸ் விருப்பம் சார்ந்த (Volitional) செயல்களைக் கட்டுப்படுத்தும் மையமாகவே உள்ளது.

பெருமூளையின் வேலைகள் : மீன்களில் பெருமூளை குறைந்த அளவில்தான் உண்டு. எலும்பு மீன்களில் பெருமூளையை அகற்றும்பொழுது அவற்றின் வேலைகள் அவ்வளவாகப் பாதிக்கப்படுவதில்லை. அவற்றின் உணவுப் பழக்கங்கள் பாதிக்கப்படுகின்றன. உணவுப் பொருட்களை நுகர்ந்து தேடமுடியாது. தானாக அருகில் வரும் உணவுப் பொருட்களையே பெறமுடிகின்றன. நீர் நில வாழ்வனவற்றிலும் சிறுமூளையை அகற்றுவதால் விசேஷமான மாற்றங்கள் தென்படுவதில்லை. ஆனால் அவற்றின் தானாகச் செயல்படும் (Spontaneity) சக்தி மட்டும் குறைந்துவிடுகின்றது. மேற்சொன்னவற்றிலிருந்து நீர் நில வாழ்வனவற்றிலும், அதற்கு முற்பட்டனவற்றிலும் பெருமூளையின் முக்கியத்துவம் குறைவாகத் தான் இருக்கிறது என்று தெரிந்துகொள்ளலாம். மேலும் மூளைத் தண்டே முக்கியமான செயல்களைச் செய்துவருகின்றது என்றும் அறியலாம்.

புறாவின் செரிபிரல் கார்டெக்சை அகற்றும்பொழுது பல செயல்கள் பாதிக்கப்படுகின்றன. செரிபிரல் கார்டெக்ஸ் அகற்றப் பட்ட புறாவினால் உணவுதானாக எடுத்துக் கொள்ள முடியவில்லை ; நீர் ஊட்டப்பட வேண்டியதிருக்கிறது. மற்ற பறவைகளிடமிருந்து அதைப் பாதுகாக்க வேண்டியதிருக்கிறது. பய உணர்ச்சி இப்பறவையில் காணமுடிவதில்லை. இதிலிருந்து பறவைகளில் செரிபிரல் கார்டெக்ஸ் சிறப்பாக வளர்ச்சி பெற்று முக்கியத்துவம் அடைந்திருக்கிறது என்று சொல்லலாம். மேலும் அது இல்லாத போது பறவைகளால் வாழ்க்கை நடத்த முடியாது என்றும் அறியலாம்.

ஒரு நாயின் பெருமூளையை அகற்றும்பொழுது அது பல தூண்டல்களுக்குச் செயல் பட்டாலும் செய்கைகள் தொடர்பற்று இருக்கின்றன. நாசியின் பக்கத்தில் கொண்டு வந்த பிறகுதான் உணவை நினைக்கிறது. தினந்தோறும் அருந்தும் உணவாயிருந் தாலும் உண்ணுவதற்குப்பல வகையிலும் தயங்குகிறது. பெருமூளை அகற்றப்பட்ட நாயால் தன்னுடைய எஜமானரைப் புரிந்து

கொள்ள முடியாது. பயமின்றியும் தெளிவின்றியும் அலைகின்றது. பால் உணர்ச்சி குறைந்து விடுகின்றது. நாயின் செரிபிரல் கார்டெக்சை மட்டும் நீக்கும் பொழுது பல செயல்கள் தடங்க லின்றி நடைபெறுகின்றன.

செரிபிரல் கார்டெக்சில் பல பகுதிகள் அல்லது மடல்கள் உண்டு. அப்பகுதிகளுக்குத் தனித்த செயல்கள் உண்டு. ஒரு பகுதியின் அல்லது மடலின் செயலை அறிய அப்பகுதியை மட்டும் நீக்கி விலங்கினை ஆராய வேண்டும். ஆனாலும் பல செயல்கள் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்பு கொண்டிருப்பதால் செரிபிரல் கார் டெக்சின் ஒரு பகுதியை நீக்கும் பொழுது அப்பகுதி சம்பந்தப் பட்ட மற்றபகுதிகளும் பாதிக்கப்படுகின்றன. செரிபிரல் கார் டெக்ஸ் மனிதனில் பல ஓடைகள் அல்லது மடிப்புகளைக் கொண்டது. செரிபிரல் கார்டெக்சின் முன் நெற்றி பகுதி (Frontal lobe) பற்றி நன்ருக அறிய முடியவில்லை. முன் நெற்றிப் பகுதி இயக்கப் பகுதியாகும். அதற்கு முன்னால் உள்ள சிறிய ஒட்டுதல் இடம் (Patch) முன் இயக்கப் பகுதியாகும். குழும்பினங்களில் இப்பகுதி மிகச் சிறியனவாக இருக்கும். மேற்சொன்ன பகுதிகள் தான் பாலூட்டிகளில் இடப்பெயர்ச்சியைச்செயல்படுத்துகின்றன. இந்தப் பகுதிகள் பாதிக்கப்படும் பொழுது முடக்கம் ஏற்படு கிறது. முன் நெற்றிப் பகுதியின் முன் பாகம் புத்தி கூர்மையைச் செயல் படுத்துவதாகும். இப்பகுதி அதிக பரப்புள்ளது. இப்பரப்பு முழுவதும் புத்தி கூர்மையைச்செயல் படுத்துமே தவிர, குறிப்பிட்ட மையங்கள் செயல் படுத்துவதில்லை.

செரிபிரல் கார்டெக்சின் பின் நெற்றிப் பகுதி அல்லது மடல் (Parietal lobe) தட்ப வெப்பநிலை, தொடு உணர்ச்சி தசைகளின் அசைவு ஆகியவற்றைக் கட்டுப்படுத்துகின்றது. பக்கப்பகுதிகள் (Temporal lobes) செவியுணர்வைக் கட்டுப்படுத்தவும், தொடு உணர்ச்சி, பார்வைபோன்ற செயல்களையும் செயல்படுத்து கின்றன. மேலும் ஞாபகசக்தியைத் தூண்டுவதும் பக்கப்பகுதிகள் தான். செரிபிரல் கார்டெக்ஸின் ஆக்ஸிபிட்டல் பகுதி (Oceipital-region) பார்வை உணர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்துகின்றது. அதை ஒட்டி மனத்துப்படுத்தும் திறனும், திரை நிகழ்ச்சிகளையும் கட்டுப் படுத்துவதும் இப்பகுதிதான்

மேற்சொன்னவற்றிலிருந்து பாலூட்டியின் மூளை மற்ற முதுகெலும்பினங்களை விடச் சிறப்பாக வளர்ச்சி பெற்றிருக்கிறது என்றும், குறிப்பாக செரிபிரல்கார்டெக்சில் வளர்ச்சிமேம்பட்டது என்றும் அறியலாம். பிற்பட்ட முதுகெலும்பினங்களின் செரிபிரல்

கார்டெக்ஸ் ஆர்கிபாலியம் (Archi pallium) என்பதால் செய்யப் பட்டது. இது பெரும்பாலும் நுகர்ச்சி உணர்வையே செயல் படுத்துகின்றது. ஆர்கி பாலியம் பைபாலூட்டிகளில் நன்ருக வளர்ச்சி பெற்றிருப்பதால் அவற்றில் நுகர்தல் உணர்வும் சிறப்பாக உள்ளது. நியோபாலியம் (Neo pallium) மற்ற விலங்குகளைவிட பாலூட்டிகளில், குறிப்பாக மனிதனிலும் நன்ருக வளர்ந்துள்ளது.

தண்டுவடம்: தண்டுவடம் முகுளத்தின் தொடர்ச்சியே யாகும். மண்டையோட்டின் ஆக்ஸிபிட்டல் பகுதியில் உள்ள பெரிய துவாரம் (Foramen Magnum) வழியாக மண்டையோட்டை விட்டு வெளியே வரும் தண்டுவடம் முதுகெலும்புத் தொடரின் ஓடை வழியாகப் பின் நோக்கிச் செல்லுகின்றது. தண்டுவடம் இரண்டாவது இடுப்பு முள்ளெலும்பில் முடிகின்றது. தண்டுவடம் முடியும் பகுதியில் அது கூம்பு போன்றிருக்கும். அப்பகுதி கோனஸ் மெடுல்லாரிஸ் (Conus Medullaris) என்று அழைக்கப் படுகிறது. தண்டுவடத்தின் மத்தியில் நீண்ட குழாய் போன்ற துளை ஒன்று செல்கிறது. மேற்புறத்திலும் அடியிலும் நடுமையமா கத் தண்டுவடத்தின் நீளத்திற்கு இரண்டு பள்ளங்கள் காணப் படுகின்றன. மேற்புறமுள்ளது மேல் ஓடை (Dorsal fissure) என் றும் அடியிலுள்ளது கீழ் ஓடை (Ventral fissure) என்றும் அழைக் கப்படுகின்றன.

தண்டுவடத்தின் ஒரு வெட்டுமுகத் தோற்றத்தைப் பார்த்தால் அது இரு இடங்களாகத் தோற்றமளிக்கும். தண்டுவடத்தின் உட்புறம் பழுப்பு நிறமாகவும் வெளிப்புறம் வெள்ளை நிறமாகவும் உள்ளது. இறக்கை விரித்துள்ள வண்ணத்துபூச்சி போன்று மேலே இரண்டு கொம்புகளும் கீழே இரண்டு கொம்புகளும் காணப்படுகிறன்ன. கீழ்கொம்புகள் இயக்க நரம்புச்செல்களால் ஆனவை. மேல்கொம்புகள் ஊடுநரம்புச் செல்களாலானவை. (Internunical nervecells). இச்செல்கள் செல்களுக்கிடையே நரம்புகளைக் கடத்தும் திறன் கொண்டவை. அதாவது உணர்ச்சி நரம்புச்செல்களிலிருந்து செயல் அல்லது இயக்க நரம்புச் செல் களுக்கு உணர்வலைகளைக் கடத்தும். உணர்ச்சி நரம்புச்செல்கள் தண்டுவடத்தில் காணப்படுவது இல்லை. அவை இரண்டு முள் ளெலும்புகளுக்கிடையே உள்ள உணர்ச்சி நரம்புகளில் தான் உண்டு. கீழ் கொம்புகளிலுள்ள நரம்புச்செல்களின் ஆக்சான்கள் நீண்டு தண்டுவடத்திற்கு வெளியே வந்து கீழ் வேர்களாக ஆகின்றன. கீழ் வேர்கள் இரு முள்ளெலும்புகளுக்கிடையே உள்ள துவாரங்கள் வழியாக வெளியே வருகின்றன. இதே

போன்று மேல் கொம்புகளிலுள்ள செல்களிலிருந்து உண்டான ஆக்சான்கள் இணைந்து மேல் வேர்களாக முள்ளெலும்புத் தொடருக்கு வெளியே மேல்புறமாக வருகின்றன. கீழ் வேர்கள் இயக்கப் பண்புடையன. மேல் வேர்கள் உணர்ச்சி நரம்புகளாலானவை. ஒவ்வொரு முள்ளெலும்பின் இருபக்கங்களிலும் கீழ் வேர்களும் மேல் வேர்களும் சந்தித்துத் தண்டுவட நரம்புகளாகின்றன. அதனால் ஒரு ஜோடி தண்டு வட நரம்புகள் அந்த முள்ளெலும்பின் கீழ் வேர்களாலும் மேல் வேர்களாலும் உண்டானவை. இவ்வாறு மொத்தம் 31 ஜோடி தண்டுவட நரம்புகள் உண்டாகின்றன. தண்டுவடத்தின் உள்ளே நெடுக்காகப் பல நரம்புகள் கட்டுக் கட்டாக மூளையைத் தொடர்பு கொண்டிருக்கும். இவை நரம்புத் தடங்கள் (Nervous pathways or tracts) என்று அழைக்கப் படுகின்றன. மூளையை நோக்கிச் செல்லும் தடங்கள் இயக்க நரம்புகளால் ஆனவை.

தண்டுவடத்தின் செயல்கள்

1. தண்டுவடத்தில் உள்ள நரம்புச் செல்களின் ஆக்சான்கள் உடலிலுள்ள எல்லா தசைகளுடனும் தொடர்பு கொண்டவை. அதனால் மூளையிலிருந்து புறப்படும் இயக்க நரம்புகளின் வழியாக தசைச் சுருக்கம் நடைபெறுகின்றது.

2. மலம், ஜலம் கழிக்க உண்டாகும் தூண்டல்கள் தண்டுவட நரம்புகள் வழியாகத்தான் மூளைக்கு எட்டுகின்றன.

3. தட்பவெப்ப உணர்வு, மற்ற உணர்ச்சிகள் யாவும் நரம்புகளின் வழியாக மூளைக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. இதே போன்று மூளையிலிருந்து ஆரம்பிக்கும் இயக்க நரம்புகள் யாவும் தண்டுவடம் வழியாகத்தான் கடந்து செயலுறுப்புகளை அடைகின்றன.

4. தண்டுவடத்தின் மிக முக்கிய செயல் அனிச்சைச் செயலாகும். தண்டுவடத்தின் வெவ்வேறு பகுதிகள் அனிச்சைச் செயல் மையங்களாகும். தண்டுவடத்தின் ஒவ்வொரு கணுவும் சில குறிப்பிட்ட தசைகளோடு தொடர்பு கொண்டிருக்கின்றன அல்லது உறுப்புகளை அடைகின்றன. தசைகளிலும் உறுப்புகளிலும் உண்டாகும் சிலதூண்டல்களுக்குத்தண்டுவடத்திலிருந்தே அனிச்சை உத்தரவுகள் எடுத்துச் செல்லபடுகின்றன.

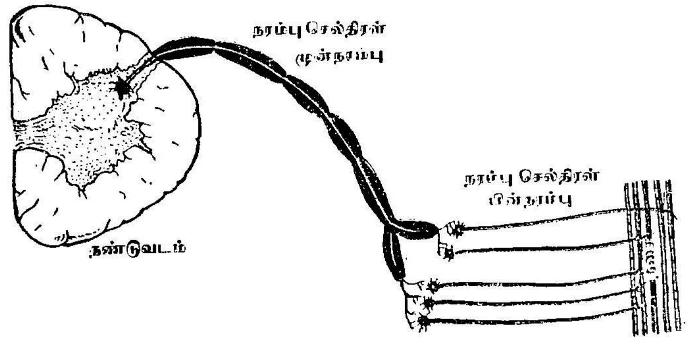
தானியங்கும் நரம்பு மண்டலம்
(Autonomous Nervous System)

தானியங்கும் நரம்பு மண்டலம், இயங்கு நரம்பு மண்டலம் (Involuntary Nervous system) என்றும் அழைக்கப்படும்.

தானியங்கும் நரம்பு மண்டலம் சில முக்கியமான செயல்களைச் செயல்படுத்துகின்றது. காஸ்கல், லான்ஜிலி (Gaskell and Langley) என்ற இரு அறிவியலாளர்களே தானியங்கும் நரம்பு மண்டலம் பற்றித் தெளிவாகச் சொன்னவர்கள். லான்ஜிலிதான் தானியங்கும் நரம்பு மண்டலத்திற்குப் பெயர் சூட்டியவர். தானியங்கும் நரம்பு மண்டலம் பொதுவாக முன்னேற்றமடைந்த விலங்குகளிலும் சிறப்பாகப் பாலூட்டிகளிலும் முழுமை வளர்ச்சி பெற்றிருக்கின்றது.

தானியங்கும் நரம்பு மண்டலம் மத்திய நரம்பு மண்டலத்தின் ஒரு பகுதியாகும். இம் மண்டலத்தின் நரம்புகள் மூளையின் சில பாகத்திலிருந்தும், தண்டுவடத்திலிருந்தும், கூட்டு நரம்புச் செல்களாக ஆரம்பிக்கின்றன. மேற்சொன்ன நரம்புச் செல்கள் ஒரு நரம்புச் செல் திரளை அடைகின்றன அல்லது ஒரு தசை அல்லது சுரப்பி போன்ற ஒரு இயக்க உறுப்பை அடைகின்றன. இவ்வாறு பல கூட்டு நரம்புச் செல்கள் மூளையிலிருந்தும் தண்டுவடத்திலிருந்தும் ஆரம்பித்து செயலுறுப்பை அடைகின்றன. மேற்சொன்ன கூட்டு நரம்புச் செல்கள் சில செயல்களை இயக்க உறுப்புகளுக்கு தன்னிச்சையாக எடுத்துச் செல்வதால் இதைத் தானியங்கும் நரம்பு மண்டலம் என்று சொல்கிறோம்.

தானியங்கும் நரம்பு மண்டலத்தில் செயல்படும் நரம்புகள் இரு வகைப்படும். முதல்வகை, மத்திய நரம்பு மண்டலத்திலிருந்து



படம் 42
நரம்புச்செல்திரள் முன்நரம்பு-நரம்புச்செல்திரள் பின் நரம்புகளுடன் தொடர்புகள்

நரம்புச் செல் திரளை இணைக்கும் நரம்பு. இந்நரம்பு நரம்புச்செல் திரள் முன் நரம்பாகும் (Pre Ganglionic Nerve). அடுத்தது,

நரம்புச்செல் திரளை இயக்க உறுப்போடு இணைப்பது. இது நரம்புச்செல் திரள் பின் நரம்பாகும் (Post Ganglionic Nerve). நரம்புச்செல் திரள் முன் நரம்புகள் பொதுவாக மைலின் உறை உள்ளதாகவும் நரம்புச்செல் திரள் பின் நரம்பு மைலின் உறை இல்லாமலும் இருக்கும் (படம் 42).

நரம்புச்செல்கள் ஆரம்பிக்கும் இடங்கள் : நரம்புச்செல் திரள் முன் நரம்புகள் மத்திய நரம்பு மண்டலத்தின் நான்கு இடங்களிலிருந்து புறப்படுகின்றன.

1. சில நரம்புச்செல் திரள் முன்நரம்புகள் மூன்றும் மூளை நரம்புகள் புறப்படும் இடத்திலிருந்து ஆரம்பிக்கின்றன.

2. முகுளத்தின் 7, 9, 10, 11 மூளை நரம்புகள் புறப்படும் இடங்களிலிருந்து சில நரம்புச்செல் திரள் முன் நரம்புகள் புறப் படுகின்றன.

3. மார்பு பக்கத்திலுள்ள தண்டு வடத்திலிருந்து மூன்றுவது பகுதி நரம்புகள் புறப்படுகின்றன.

4. தண்டு வடத்தின் இடுப்புப் பகுதியிலிருந்து புறப்பட்டுச் செல்லும் நரம்புகள் கடைசி வகையாகும்.

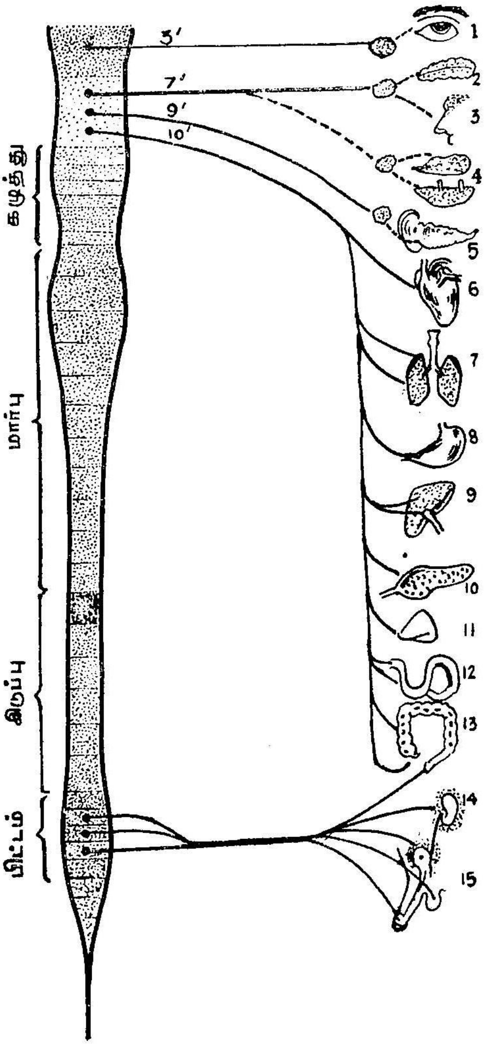
நரம்புச்செல் திரள் முன் நரம்புகள் ஆரம்பிக்கும் இடங்கள் கொண்டு தானியங்கும் நரம்பு மண்டலம் இரண்டு வகைப்படும். பக்க பரிவு(Para Sympathetic) நரம்பு மண்டலம் பரிவு நரம்பு (Sympathetic) மண்டலம் என்பன மேற் சொன்ன இரு வகை களாகும்.

பக்க பரிவு நரம்பு மண்டலம் : மூளையிலிருந்தும், தண்டு வடத்தின் பிட்ட பகுதியிலிருந்தும் புறப்படும் நரம்புச் செல் திரள் முன் நரம்புகளைக் கொண்டது பக்க பரிவு நரம்பு மண்டலம்.

நடு மூளையின் பான்கள் (Pons), முகுளம் போன்ற மூளையின் பாகங்களிலிருந்து புறப்படும் நரம்புச்செல்திரள் முன் நரம்புகள் பக்க பரிவு நரம்பு மண்டலத்தின் முதல் வகையாகும் (படம் 43).

நடு மூளையில் மூன்றுவது மூளை நரம்புகள் (Oculomotor) புறப்படும் இடத்திலுள்ள நரம்புச் செல் கூட்டத்திலிருந்து சில நரம்புச் செல் திரள் முன் நரம்புகள் ஆரம்பிக்கின்றன. இந் நரம்புகள் கண்ணின் சிலியா நரம்புச்செல் திரளுடன் (Ciliary Ganglion) இணைந்திருக்கின்றன. சிலியா நரம்புச்செல் திரளி லிருந்து நரம்புச்செல் திரள் பின் நரம்புகள் புறப்பட்டுக்கண்ணின்

விளித்திரை படலத்தில் (Iris) முடிகின்றன. மேற் சொன்ன நரம்புகள் உணர்வலைகளைக் கடத்தி கண்மணி (Pupil) சுருங்கு வதற்கும் விரிவதற்கும் உதவுகின்றன.



படம் 43

பக்க பரிவு நரம்பு மண்டலம்: 3¹ 7¹ 9¹ 10¹ ஆகியவை 3 ஆம், 7 ஆம், 9 ஆம், 10 ஆம் மூளை நரம்புகளைக் குறிக்கும் உறுப்புகள் 1. விளித்திரை (கண்) 2. தாடை உமிழ் நீர்ச் சுரப்பி 3. கோழைச் சுரப்பி 4. கீழ்நாக்கு உமிழ்நீர்ச் சுரப்பி 5. பரோட்டிட் உமிழ்நீர்ச் சுரப்பி 6. இதயம் 7. நுரையீரல் 8. இரைப்பை 9. கல்லீரல் 10 கணையம் 11. அட்ரீனல் சுரப்பி 12. சிறுகுடல் 13. பெருங்குடல் 14. சிறு நீரகம் 15 இனஉறுப்புகள்

பான்களின் உள்ள சில நரம்புச்செல்கள் 7-ம் மூளை நரம்புகளுடன் (Facial) தொடர்பு கொண்டிருக்கின்றன. மேற் சொன்ன நரம்புச் செல் திரள் முன் நரம்புகள் 7ம் மூளை நரம்புகளுடன் இணைந்து, தாடை உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகளின் பக்கத்தில் உள்ள நரம்புச் செல் திரளோடு தொடர்பு கொண்டிருக்கின்றன. நரம்புச் செல் திரளிலிருந்து சில நரம்புச்செல்கள் தாடை உமிழ் நீர்ச் சுரப்பிகளுடனும் (Sub Maxillary), நாவிற்குக் கீழேயுள்ள உமிழ் நீர்ச் சுரப்பிகளுடனும் (Sub Lingual) சேர்ந்திருக்கின்றன. நரம்புச் செல் திரள் பின் நரம்புகள் உணர்வலைகளைக் கடத்துவதால் சுரப்பிகள் சுரக்கின்றன. 9-வது மூளை நரம்பின் பிறப்பிடம் முகுளம். நரம்பு புறப்படும் இடத்திலிருந்து நரம்புச் செல் திரள் முன் நரம்புகள் பார்வை நரம்புச் செல்திரளுடன்(Optic Ganglion) இணைந்து அதிலிருந்து புறப்படும் பின் நரம்புகள் உமிழ் நீர்ச் சுரப்பிகளைச் சுரக்கச் செய்கின்றன (Parotid Salivary Glands). 10-வது மூளை நரம்பு முகுளத்தில் இருந்து புறப்பட்டுப் பல கிளைகளாகப் பிரிகின்றது. அவை இதயம் நுரையீரலின் முக்கிய பாகங்கள், இரைப்பை, கணையம், அட்ரீனல் சுரப்பி, சிறுகுடல், பெருங்குடல் போன்ற உறுப்புகளை அடைகின்றன. மேற்சொன்ன உறுப்புகள் எல்லாம் உடலில் உள்ளனவால் நரம்புச் செல் திரள் முன் நரம்புகள் எல்லாம் ஒன்று அல்லது இரண்டு அடி நீளம் உள்ளனவையாக இருக்கும். பின் நரம்புகள் குட்டையானவை. பின் நரம்புகள் எல்லாம் சேர்ந்து இரைப்பை, சிறுகுடல், சுவாசக் கிளை குழாய்கள், பித்தநீர் நாளம் போன்ற உறுப்புகளின் சுவற்றில் வலை போன்று பின்னி இருக்கின்றன.

தண்டுவடத்தின் பிட்ட பகுதியிலிருந்து (இரண்டாவது, மூன்றாவது, நான்காவது கண்டப் பகுதிகளிலிருந்து) புறப்படும் நரம்புச் செல் திரள் முன் நரம்புகள், தண்டுவடம் நரம்புகளின் முன் நரம்பு வேருடன் (Anterior Nerve Root) சேர்ந்து தண்டுவடத்தை விட்டு வெளி வந்து பின்பு விலகிவிடுகின்றன. விலகியபின் அவையெல்லாம் பிட்ட நரம்பாக (Pelvic Nerve) இணைகின்றன. பிட்ட நரம்பிலிருந்து பல கிளைகள் பிரிகின்றன. அவற்றில் ஒன்று பெருங்குடலுக்கும், மற்றொன்று சிறுநீர்ப்பைக்கும் செல்கின்றன. இவை இரண்டும் இயக்க நரம்புகள். மற்றவை இன உறுப்புகளின் வெவ்வேறு பாகங்களை அடைகின்றன. பின்நரம்புகளின், நரம்புச் செல் திரள்கள் அந்த உறுப்புகளின் அருகிலேயே உள்ளன.

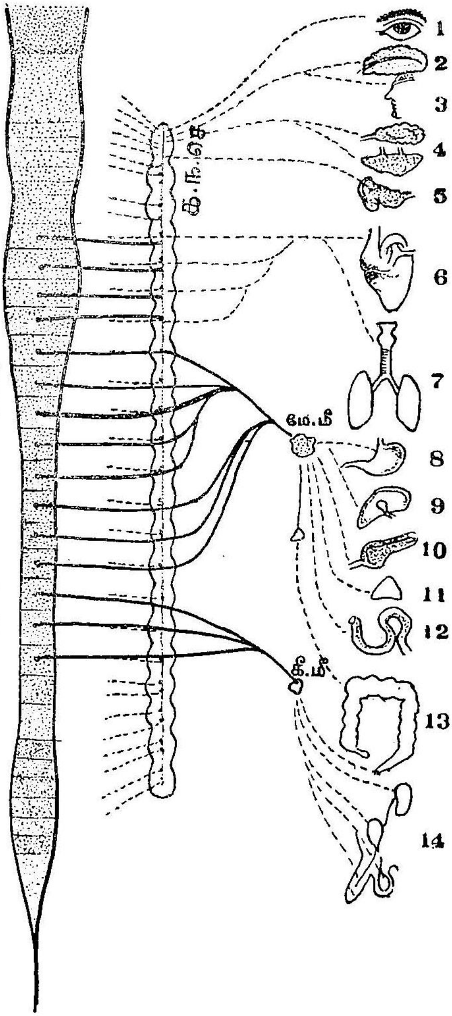
பரிவு நரம்பு மண்டலம்: பரிவு நரம்பு மண்டலம், தண்டுவடத்தின் மார்பு, இடுப்புப் பகுதிகளைச் சார்ந்தது. தண்டுவடத்தின் மார்புப் பகுதியின் முதல் கண்டத்திலிருந்து இடுப்புப்

பகுதியின் மூன்றும் கண்டம் வரை பரிவு நரம்பு மண்டலத்தின் நரம்புச் செல் திரள் முன் நரம்புகள் வியாபகம் செய்திருக் கின்றன. இந்நரம்புகள் ஒவ்வொரு தண்டுவட நரம்பின் முன் வேரிலிருந்து புறப்படுகின்றன. நரம்புச் செல் திரள்கள் முதுகெலும்புத் தொடரின் இரண்டு பக்கங்களிலும் முடிச்சு போன்ற அமைப்புகள் தொடர்ந்து இருக்கின்றன. முடிச்சுகள் ஒன்றோடொன்று இணைந்திருப்பதால் கயிற்றினால் கோர்க்கப்பட்ட மணிகள் போன்று தோற்றமளிக்கின்றன. முடிச்சுகளை இணைக்கும் நரம்புக்குப் பரிவு நரம்பு என்று பெயர். இத்தொடர் கழுத் திலிருந்து வால் முள்ளெலும்பு வரை உள்ளது. மேற்சொன்ன பரிவு நரம்புச் செல் திரள்கள் (Sympathetic ganglia) தண்டுவட நரம்புடன் இரண்டு சிறிய, மெல்லிய நரம்புகளால் இணைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. இவை ராமி இணைப்புகளாகும் (Rami Communicates). வெள்ளை ராமியும், சாம்பல் நிற ராமியும் (White and Gray Rami) ராமி இணைப்புகளாகும். வெள்ளை ராமியில் நரம்புச் செல் திரள் முன் நரம்புகளும், சாம்பல் நிற ராமியில் பின் நரம்புகளும் இணைந்திருக்கின்றன. பொதுவாக சாம்பல் நிற ராமிகள் (நரம்புச் செல் திரள் பின் நரம்புகள்) வெள்ளை ராமிகள் (நரம்புச் செல் திரள் முன் நரம்புகள்) புறப்படும் தண்டு வடம் நரம்புடன் இணைவதில்லை. அவை சில பிரிவுகளாக (மெல்லிய நரம்பிழைகளாக) அதே வெள்ளை ராமிகளுடன் இணைந் திருக்கும் அல்லது பல தண்டுவட நரம்புகளுடன் இணைந்திருக்க லாம் (படம் 44).

பரிவு நரம்புத் தொடரின் முன் பாகத்தில் தொடரிலுள்ள நரம்புச்செல் திரள்கள் சேர்ந்து மூன்று பெரிய கழுத்து நரம்புச் செல் திரள்கள் உண்டாகியிருக்கின்றன. இவை முறையே கழுத்து மேல் நரம்புச்செல் திரள் (Superior Cervical Ganglion), கழுத்து நடு நரம்புச்செல் திரள் (Middle Cervical Ganglion), கழுத்து கீழ் நரம்புச்செல் திரள் (Inferior Cervical Ganglion) எனப்பெயர் பெறும். கழுத்து மேல் நரம்புச்செல் திரளிலிருந்து புறப்படும் நரம்புச்செல் திரள் பின் நரம்புகள், கண் தசைகள், லாக்ரிமல் சுரப்பி(Lacrimal Gland),மூக்கின் கோழைச் சுரப்பிச்சவ்வு (Mucus Membrane) போன்ற உறுப்புகளை அடைகின்றன.

தண்டு வடத்தின் முதல் சில மார்பு கண்டங்களிலிருந்து சில முன் நரம்புகள் புறப்பட்டு மார்பு நரம்புச்செல் திரள்களை அடை கின்றன. அவற்றினின்றும் புறப்பட்ட பின் நரம்புகள் இதயம் மற்றும் நுரையீரலின் முக்கிய பாகங்களுடன் தொடர்பு கொள் கின்றன. மேற்சொன்ன நரம்புச்செல் திரள்கள் எல்லாம் பெரி

தானவை அவை. மகாதமனியோடு நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டவை. இவை போக தண்டு வடத்தின் பின் பகுதியில்



படம் 44.
பரிவு நரம்பு மண்டலம்: க ந. செ. —கழுத்து மேல், நடு, கீழ் நரம்புச் செல், திரள்கள் மே மீ.—மேல் மீசண்டரிக், கீ. மீ. கீழ் மீசண்டரிக்
உறுப்புகள் 1. லாக்ரிமல் சுரப்பி (கண்) 2. தாடை உமிழ்நீர்ச் சுரப்பி 3. கோழைச் சுரப்பி 4. கீழ் நாக்கு உமிழ்நீர்ச் சுரப்பி 5. பரோட்டிட் உமிழ் நீர்ச் சுரப்பி 6. இதயம் 7. நுரையீரல் 8. இரைப்பை 9. கல்லீரல் 10. கணையம் 11. அட்ரீனல் சுரப்பி 12. சிறுகுடல் 13. பெருங்குடல் 14. இன உறுப்புகள்.
தடித்த கோடுகள் நரம்புச் செல்திரள் முன் நரம்புகளைக் குறிக்கும். புள்ளியிட்ட கோடுகள் நரம்புச் செல்திரள் பின் நரம்புகளைக் குறிக்கும்.

சீலியக் மேல் மீசன்டரிக், கீழ் மீசன்டரிக் நரம்புச்செல் திரள்கள் உள்ளன. இவற்றிலின்றும் புறப்படும் பின் நரம்புகள் உணவுக்

குழல், இரைப்பை, சிறுகுடல், பெருங்குடலின் ஒரு பகுதி, கணையம், அட்ரீனல் சுரப்பி போன்ற உறுப்புகளை இணைக்கின்றன. பெருங்குடலின் மீதி பகுதிகள், கழிவு நீக்க உறுப்புகள், இன உறுப்புகள் ஆகிய உறுப்புகளுக்குக்கீழ் மீசன்டரிக் நரம்புச் செல் திரளிலிருந்து நரம்புச்செல் திரள் பின் நரம்புகள் அனுப்பப் படுகின்றன.

தானியங்கும் நரம்பு மண்டலத்தின் வேலைகள்

தானியங்கும் நரம்பு மண்டலத்தின் பரிவு நரம்பு மண்டலம் தூண்டப்படும் பொழுது கீழே குறிப்பிட்ட செயல்கள் நடைபெறுகின்றன.

1. கண் மணி சுருங்குகின்றது.

2. சுவாசக்கிளைக் குழல் சுருங்குகின்றது.

3. இரத்தக் குழாய்களின் சுவர் விரிகின்றது.

4. உணவுப் பாதையின் உறுப்புகளின் சுவர்கள் சுருங்குகின்றன.

5. சிறு நீர்ப்பையின் தசைகள் சுருங்குகின்றன.

தானியங்கும் நரம்பு மண்டலத்தின் பரிவு நரம்பு மண்டலப் பிரிவு உடலின் பல உறுப்புகளுக்கும் வியாபகம் செய்திருக்கின்றது. அதனுல் பல உறுப்புகளையும் இயங்கச் செய்கின்றது. ஆனுல் பக்க பிரிவு நரம்புமண்டலத்தின் தூண்டுதலால் ஏற்படும் செயல்களுக்குப் பரிவுநரம்பு மண்டலத்தின் தூண்டுதலால் ஏற்படும் செயல்கள் முரண்பாடு கொண்டவை. கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளவை பரிவு நரம்பு மண்டலம் தூண்டப்படுவதால் நடைபெறும் செயல்களாகும்.

1. கண் மணியை விரிவாக்குதல்,

2. மூச்சுகிளைக் குழல்களை விரிவடையச் செய்தல்,

3. இதயத் துடிப்பை அதிகமாக்குதல்,

4. உணவுப் பாதையின் தொடர்தசை அலையியக்கத்தை வரையற்ற தசைகளின் தூண்டுதலினுல் சிறிது நேரம் நிறுத்தி வைத்தல்,

5. சிறுநீர்ப்பை விரிதல்,

6. தோல், இரத்தக்குழாய்கள் சுருங்குதல்,

7. மயிர் சிலிர்த்தல்,

8. இரத்தத்தில் குளுக்கோஸை திடீரென்று அதிகரித்தல்,

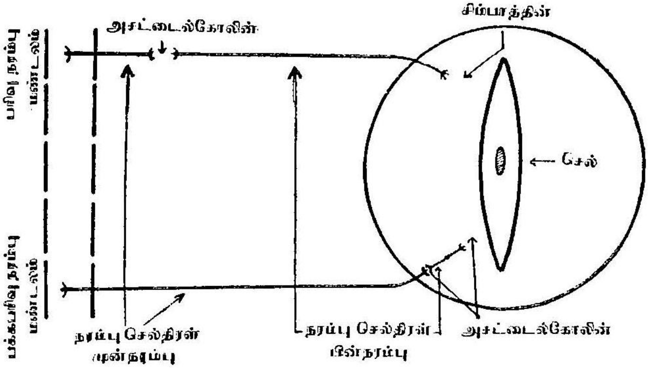
9. இரத்த அழுத்தத்தை அதிகமாக்குதல்,

10. இரத்த சிவப்பு அணுக்களின் எண்ணிக்கையை அதிகரித்தல்,

11. இரத்தம் உறைவதைத் துரிதப்படுத்துதல்.

இதயம், விழித்திரைப்படலம், சிறுகுடல், சிறுநீர்ப்பை, உமிழ் நீர்ச்சுரப்பி போன்றவை பக்கபரிவு நரம்புமண்டலத்தாலும் பரிவு நரம்புமண்டலத்தாலும் தொடர்பு பெற்றிருக்கின்றன. இரண்டு நரம்புமண்டலத்தின் தூண்டுதல்களாலும், தூண்டப்பட்டாலும் உறுப்புகள் ஒரு செயலைத்தான் செயல்படுத்த முடியும். உறுப்பு செயல்படுத்துவது இரண்டு தூண்டல்களில் எது சக்தி உடையது என்பதைப் பொருத்து உள்ளது. எடுத்துக் காட்டாக இதயம் இரண்டு வகை நரம்பு மண்டலங்களாலும் செயல்படுத்தப் படுகின்றது. பரிவு நரம்பு மண்டலம் இதயத்தின் செயலைத் தூண்டுகிறது. ஆனால் பக்க பரிவு நரம்பு மண்டலம் இதயத்தின் செயலைத் தடுக்கின்றது. இவ்வாறு இரண்டு தூண்டல்களும் ஏற்படும்பொழுது நரம்பு முடிவில் எந்தமாற்றம் ஏற்படுகின்றதோ அதைப் பொருத்துத்தான் செயல் நடைபெறுகின்றது. பொதுவாக எல்லா நரம்புச் செல்திரள் முன்நரம்புகளின் (இரு நரம்பு செல் மண்டலங்களிலும், முடிவில் அசைட்டைல்கோலின் (Aceytyl choline) என்ற வேதியப் பொருள் உண்டாகும். அதே போன்று பக்க பரிவு நரம்பு மண்டலத்தின் நரம்புச்செல் திரள் பின் நரம்புகளின் முடிவிலும் அசைட்டைல்கோலின் உண்டாகும். மேற் சொன்ன நரம்புகளை எல்லாம் கோலினர்ஜிக் நரம்புகள் (Cholinergic nerves) என்று குறிப்பிடுவதுண்டு. பரிவு நரம்பு மண்டலத்தின் நரம்புச்செல் திரள் பின் நரம்புகளின் முடிவில் சிம்பாத்தின் (Sympathin) என்ற வேதியப் பொருள் உண்டாகின்றது. அதனால் இந்த நரம்புகள் அட்ரினெர்ஜிக் நரம்புகள் (Adrenergic nerves) என்று அழைக்கப்படுகின்றன (படம் 45). இதயத்தைச் செயல்படத் தூண்டுவது பரிவு நரம்பு மண்டலத்தின் நரம்புச் செல் திரள் பின் நரம்புகள். இந் நரம்புகளின் முடிவில்

சிம்பாத்தின் உண்டாகின்றது. சிம்பாத்தின் செயலைத் தூண்டுகின்றது. பக்க நரம்பு மண்டலம் இதயத்தின் செயலைக் கட்டுப்



படம் 45

செல்களுக்கிடையே தொடர்புகள்.

படுத்துகின்றது. இதன் நரம்புச் செல் திரள் பின் நரம்புகளின் முடிவில் அசைட்டைல்கோலின் உண்டாகின்றது. அசைட்டைல் கோலின் இதயம் செயல்படுவதைக் குறைக்கின்றது.

10. உணர்ச்சி உறுப்புகள்

உணர்ச்சி உறுப்புகள் உணர்ச்சிகளை வாங்கி அவற்றை மத்திய நரம்பு மண்டலத்திற்கு அனுப்புகின்றன. நரம்பு மண்டலம் செய்திகளை இயக்க உறுப்புகளுக்கு அனுப்புகின்றது. வெவ்வேறு உணர்ச்சி உறுப்புகள் வெவ்வேறு தூண்டல்களை வாங்கிக் கொள்ளும் சக்தியுடையன. எடுத்துக்காட்டாக ஒலியைக் கிரகித் கொள்ளும் உணர்ச்சி செல்கள் மற்ற தூண்டல்களை உணர முடியாது. காதில் உள்ள உணர்ச்சி செல்கள் கேட்டல் உணர்ச்சியை மட்டிலும் தான் உணரமுடியும். இவ்வாறு உணர்ச்சி உறுப்புகள் தூண்டலைக் கிரகித்துக் கொள்வதில் தனித்தன்மை வாய்ந்தவை.

உணர்ச்சி வாங்கிகளை வகைப்படுத்துதல்

1. உணர்ச்சி உறுப்புகளை இரண்டு வகையாக வகைப் படுத்தலாம். முதலில் உணர்ச்சி உறுப்புகள் எங்கிருந்து தூண்டல்களைப் பெறுகின்றன என்று அறிந்து வகைப்படுத்த லாம். இவ்வாறு வகைப்படுத்தலால் உணர்ச்சி உறுப்புகள் மூன்று வகைப்படும். அவை (1) புற உணர்ச்சி வாங்கிகள் (Exteroceptors), (2) உள் உணர்ச்சி வாங்கிகள் (Interoceptors), (3) அக உணர்ச்சி வாங்கிகள் (Proprioceptors) என்ற மூன்று வகையாகும்.

புற உணர்ச்சி வாங்கிகள் : இவ்வுணர்ச்சி வாங்கிகள் தோலின் மேற்புறத்திலும் அடியிலும் காணப்படும். இவை நேரடியாக உணர்ச்சிகளால் தூண்டப்படுகின்றன. கீழே கொடுக்கப் பட்டுள்ளவை வெவ்வேறு வகை புற உணர்ச்சி வாங்கிகள்.

அ. தோலின் மேலும், இன உறுப்புகளின் மேலும் உள்ள அழுத்த உணர்ச்சி வாங்கிகள்.

ஆ. தோலில் வலியை உணரும் இடங்கள்.

இ. தட்ப, வெப்பத்தை உணரும் தோலின் தட்ப வெப்ப உணர்ச்சி வாங்கிகள்.

ஈ. கண், கண் புள்ளிகள் போன்ற பார்வை உணர்ச்சி வாங்கிகள்.

உ. செவி உறுப்புகள்.

ஊ. நாசி போன்ற நுகரும் உணர்ச்சிகளை உடைய உணர்ச்சி வாங்கிகள்.

உள் உணர்ச்சி வாங்கிகள் : உள் உணர்ச்சி வாங்கிகள் உணவுப் பாதைகளில் உள்ளன. அவை உணவுப் பாதை உறுப்பு களின் தூண்டல்களுக்கு ஏற்ப உணர்ச்சிகளை வாங்கிக் கொள் கின்றன.

அ. சுவை உணர்ச்சி வாங்கிகள் நாவில் உள்ளன. சில விலங்குகளில் தோலில் காணப்படுகின்றன.

ஆ. பசி என்ற தூண்டல் இரைப்பை சுருங்கி விரிதலால் ஏற்படும்.

இ. தாகத்தை உணர்த்தும் தூண்டல்கள் தொண்டையிலும் வாயிலும் ஏற்படுகின்றன.

அக உணர்ச்சி வாங்கிகள் : அக உணர்ச்சி வாங்கிகள் உடலின் உள்ளே காணப்படுகின்றன. அதனால் வெளிச் சூழ் நிலையின் தூண்டல்களை மறைமுக மாகத்தான் பெறுகின்றன. சில தூண்டல்கள் உடலினுள்ளேயும் ஏற்படும்.

அ. தசைகள், தசைநார்கள், மூட்டுகள், இரத்தக் குழாய்கள் போன்றவற்றிலிருந்தும் புறப்படும் அழுத்தத் தூண்டல்களும் உண்டு. அதனால் மேற்சொன்ன உறுப்புகளெல்லாம் அழுத்த உணர்ச்சி வாங்கிகளாகும் (Pressure Receptors).

ஆ. உட்காதும் அழுத்த உணர்ச்சி வாங்கிதான்.

2. தூண்டல்களின் தன்மைகள், பண்புகளைப் பொருத்தும் உணர்ச்சி வாங்கிகள் பல வகைப்படும். இவ்வாறு உணர்ச்சி வாங்கிகளை மூன்று முக்கிய வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. வேதிய உணர்ச்சி வாங்கிகள் (Chemo Receptors)
2. இயக்க உணர்ச்சி வாங்கிகள் (Mechanico Receptors,
3. ரேடியோ உணர்ச்சி வாங்கிகள் (Radio Receptors)

ஆகியவை மூன்று வகை உணர்ச்சி வாங்கிகளாகும்.

வேதிய உணர்ச்சி வாங்கிகள்: வேதிய உணர்ச்சி வாங்கிகள் குறிப்பிட்ட அளவு தூண்டல்களைக் கிரகித்துக்கொள்ளுகின்றன.

அ. நுகர்தல் உணர்ச்சி வாங்கி.

ஆ. சுவை அரும்புகள்.

இ. மற்ற வேதிய உணர்ச்சி வாங்கிகள்.

இயக்க உணர்ச்சி வாங்கிகள்: இவ்வுணர்ச்சி வாங்கிகள் அழுத்தம் அல்லது இயக்கத்தால் தூண்டல்களைப் பெறுகின்றன.

அ. தோலில் ஏற்படும் அழுத்தம், இன உறுப்புகளில் உண்டாகும் உணர்வுகள்.

ஆ. வெளிக்காது, உட்காது.

இ. இரைப்பையில் உண்டாகும் பசித் தூண்டல்.

ரேடியோ உணர்ச்சி வாங்கிகள்: கீழ்க்கண்டவை ரேடியோ உணர்ச்சி வாங்கிகளாகும்.

அ. பார்வை உணர்ச்சி வாங்கிகள்.

ஆ. வெப்ப உணர்ச்சி வாங்கிகள்.

இ. குளிர் உணர்ச்சி வாங்கிகள்.

மேற்சொன்ன உணர்ச்சி வாங்கிகளைச் சிறிது விளக்கமாக ஆராய்வோம்.

வேதிய உணர்ச்சி வாங்கிகள்
(ChemoReceptors)

வேதிய உணர்ச்சி வாங்கிகள், நுகர்தலையும் சுவை அறிதலையும், அறியும் உறுப்புகளாகும். நுகர்தலும் சுவை அறிதலும் வெவ்வேறு உறுப்புகளால் விலங்குகளில் உணரப்பட்டு வருகின்றன. மேற்சொன்ன இரண்டு உணர்ச்சிகளும் வெவ்வேறு வழியிலானவை. (நுகர்தல் காற்றின் மூலமும் சுவை அறிதல் திட அல்லது திரவப்பொருட்களின் மூலமும் அறியப்படுகின்றன). என்றாலும் இரண்டையும் சேர்த்து வேதிய உணர்ச்சி வாங்கிகள் என்ற தலைப்பில்தான் படிக்க முயலுகிறோம். நுகர்தல் தூரப் புலன் (Distance Perception) உணர்தலாகும். சுவை அறிதல், சுவை அரும்புகளால் கிட்ட உணர்தல் புலனாகும். முதுகெலும்புகளில் நுகர்தல், நுகர்தல் உறுப்புகளால் செயல்படுகின்றது. இதற்கு மத்திய நரம்பு மண்டலத்தின் துணையும் வேண்டியதிருக்கிறது. ஆனால் சுவை அறிதல் மேல்படையின் சிறப்பெய்திய பகுதியால் நேரடியாக அறியப்படுவது.

வேதிய உணர்ச்சி வாங்கிகளால் புலனாகும் உணர்வுகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

1. இரையின் இருப்பிடத்தை விலங்குகள் தெரிந்து கொள்கின்றன.

2. இரையின் தன்மையை அல்லது சுவையைத் தெரிந்து கொள்கின்றன.

3 விஷ வாயுக்களிலிருந்தும் துர்நாற்றத்திலிருந்தும் தப்பித்துக் கொள்ள முடிகின்றது.

4. தன்னுடைய தகை சார்ந்தவர்களையும் துணை சேர்பவர்களையும் தெரிந்து கொள்ளுகின்றன.

5. முட்டையிடும் அல்லது அடைகாக்கும் வசதியான இடங்களை தேடிக் கொள்ளுதல்.

பூச்சிகளில் நுகர்தல்

முன்னேற்றமடையாத முதுகெலும்பல்லனவற்றுள் நுகர்தல் உணர்ச்சி வாங்கி தோன்றியிருக்கவில்லை. சில பூச்சி இனங்களில் நுகர்தல் உறுப்புகள் காணப்படுகின்றன. பூச்சிகளின் சில உறுப்புகள் நுகர்தலை அறிய முடிகின்றன. அதனால் இவ்வுறுப்புகள் தூர உணர்ச்சி வாங்கிகளாகும் (Distant Receptors). பூச்சிகளின் உணர் கொம்பு, கீழுதடு (Antenna and labial Palps) போன்றவை நுகர்தல் வாங்கிகள். ஏடஸ் (Aedes) என்ற கொசுக்களின் உணர்கொம்பின் முதல் கண்டம் கரியமிலவாயுவை உணரக் கூடியது. மேலும் அதன் உணர்கொம்பு ஈரபதம், வெம்மை போன்றவற்றையும் உணர்ந்து கொள்கிறது.

பொதுக் குழும வாழ்க்கை வாழும் பூச்சிகள் எல்லாம் எல்லா விதமான நுகர்ச்சிகளையும் உணர்ந்து கொள்ளுகின்றன. இரை, மெழுகு, கூடு போன்றவற்றின் வாசனையையும், இன உணர்ச்சியினையும் எறும்பு, தேனீக்கள் போன்றவை அறிந்து கொள்கின்றன.

முதுகெலும்பினங்களில் நுகர்தல்

நுகர்தல் உணர்ச்சி உறுப்புகள் நாசியும் அதைச் சார்ந்த சவ்வுமாகும். நுகர்தல் உணர்ச்சி உறுப்புகள் முதல் மூளை நரம்பினால் மத்திய மண்டலத்தோடு தொடர்பு கொண்டிருக்கின்றன.

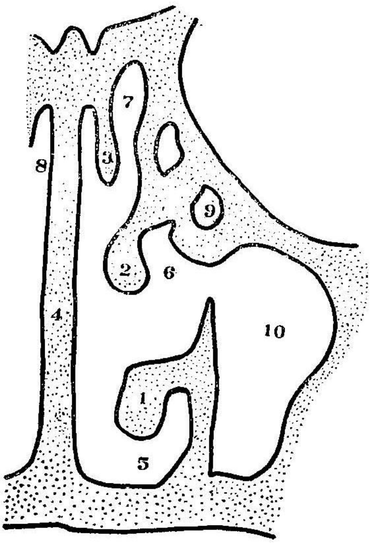
நுகர்தல் உணர்ச்சி உறுப்புகள் மேல் பரப்பு செல்களால் (Epithelial Cells) ஆனவை. செல்களுக்கு ஊடே மயிரிழை போன்ற நரம்புச் செல்கள் நீண்டு கொண்டிருக்கும். நரம்புச் செல்களிலிருந்து புறப்படும் ஆக்சான்கள் நுகர்ச்சிக்குமிழுடன் (Olfactory Bulb) சேருகின்றன. நுகர்ச்சிக் குமிழில் பலவகை செல்கள் உண்டு. நுகர்ச்சிக் குமிழிலிருந்து புறப்படும் நரம்புகள் மூளையின் நெற்றிப் பாகத்தில் (Frontal Lobe) முடிகின்றன.

மீன்களில் நுகர்ச்சிப் பைகள் (Olfactory Sacs) சிறப்பாக வளர்ச்சி பெற்றிருக்கின்றன. குருத்தெலும்பு மீன்களில் மூஞ்சின் அடிப்பக்கத்தில் நுகர்ச்சிக் குழிகள் உண்டு. அவை வாய்க்குள்ளும் திறந்திருக்கும். இக் குழிகளில் மீன்கள் நீந்தும் பொழுது நீர் சென்று வரும். மீன்கள் கூட்டமாக நீந்துவதற்கு நுகர்வு உணர்ச்சி உறுப்புகள் உதவுகின்றன. தனித்தனியே அலைந்து சூரையாடும் மீன்களிலும் (Predatory Fishes) நுகர்வு உணர்ச்சி உறுப்புகள் வளர்ச்சி பெற்றிருக்கின்றன. சால்மன் போன்ற வலசை போகும் (Migratory) மீன்கள் தங்கள் இருப்பிடத்தை நுகர்ந்து தான் கண்டுபிடிக்கின்றன. நுகர்வு உணர்ச்சி உறுப்பை அகற்றிவிட்டு மீன்களை நீரில் விடும்பொழுது அவை புறப்பட்ட இடங்களுக்குத் திரும்பவும் வரமுடியாமல் திணறுகின்றன.

நீர் நில வாழ்வன, ஊர்வன, பறப்பன போன்ற வகுப்புகளில் நுகர்வுணர்ச்சி உறுப்புகள் சிறப்பாக வளர்ச்சி பெருமலிருக்கின்றன. பாலூட்டிகளில்தான் நுகர்வு உணர்ச்சி தெளிவாக வெளிப்படுத்தப்படுகிறது. நுகர்வுணர்ச்சியினல் அவை உணவைத் தேடவும், சூரையாடுவனவற்றை அறிந்து கொள்ளவும் முடிகின்றது. எலிகள் நுகர்ந்து பார்த்துத்தான் மறைத்து வைத்துள்ள உணவுப்பொருள்களைத் தேடிக் கண்டுபிடிக்கின்றன. மாமிச உண்ணிகளில் சிலவகை உணர்ச்சிகளைச் சிறப்பாக அறிய முடிகின்றது. நாய்கள் நுகர்ந்து பார்த்துப் பொருட்களை வித்தியாசப் படுத்துகின்றன. இதனுல் அவற்றைக் குற்றவாளிகளைக் கண்டுபிடிக்கக் கூட பயன்படுத்துகிருர்கள்.

மனிதனில் நுகர்வு உணர்ச்சி சில உணர்ச்சி வாங்கிகளால் செயல்படுகின்றது. நாசியின் உட்புறத்தில் மேல்பரப்பு செல்கள் (Mucus Epithelial Cells) உள்ளன. இவை நுகர்வுத் தூண்டலைக் கிரகிக்கும் தன்மையுடையன. நுகர்ச்சி மேல்பரப்பு செல்கள் குறுகிய இடத்தில்தான் காணப்படுகின்றன. இவ்விடத்திலிருந்து நுகர்ச்சி நரம்புகள் ஆரம்பிக்கின்றன. மேல்பரப்பு செல்கள் உள்ள இடம் நுகர்ச்சி பிளவாகும் (Olfactory cleft).

நுகர்ச்சி பிளவு மூக்கின் அடிப்பாகத்தின் இரண்டு பக்கங்களிலும் இருக்கும். மேல்பரப்புச் செல்களில் சிறிய மயிரிழைகள் நீண்டு கொண்டிருக்கும். இம்மயிரிழைகள் பக்கத்து செல்களிலிருந்து சுரக்கும் கோழையால் எப்பொழுதும் ஈரமாகவும் திரவத்தில் மிதந்தும் உள்ளன, ஒரு பொருளின் வாசனை தெரிய வேண்டு மானல் அப்பொருள் முதலில் மேற்சொன்ன திரவத்தில் கலந்து, பிறகு மயிரிழைகளைத் தூண்ட வேண்டும். ஆவியாகும் தன்மை யுடைய பொருட்கள் திரவத்தில் கலப்பதாலும் எண்ணெய்க் கனிவுடன் சேர்வதாலும் மயிரிழைகள் தூண்டப்படுகின்றன. வாசனையற்ற பொருட்களை அதற்குரிய கரைப்பானில் (Solution) கரைத்து நுகர்ச்சிப் பிளவில் செலுத்தினல் நுகர்ச்சிப் பிளவில் உள்ள நுகர்ச்சி மேல்பரப்பு செல்கள் பாதிக்கப்படுகின்றன (படம் 46). நுகர்ச்சிப் பிளவில் உள்ள சுவர்கள் மெல்லியவை.



படம் 46

நாசியின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்:
1. 2, 3, நாசி குறுக்குச் சவ்வு 4. இடது, வலது நாசித் துவாரங்களிடையே உள்ள சவ்வு 5, 6, 7, 8, 9, 10, நாசி இடைவெளிகள்.

அறைகள் சிறியவை. அதனல் வாசனையற்ற பொருட்களை நுகர்ச்சிப் பிளவில் செலுத்தும்போது அது பாதிக்கப்படுகின்றது.

முதுகெலும்பல்லனவற்றுள் சுவை அறிதல்

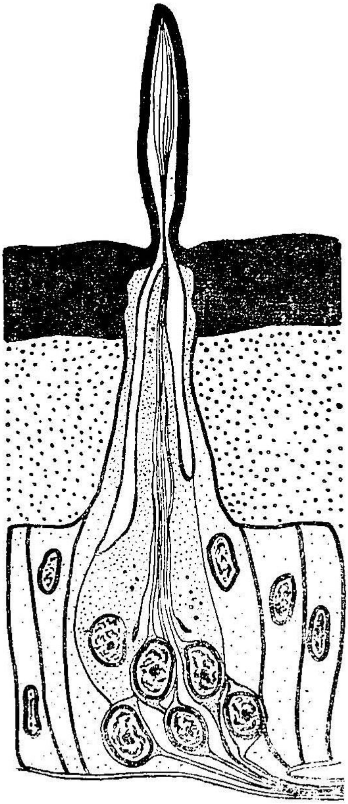
சுவை அறிதல் (Gustatory) உணர்ச்சி வாங்கிகளால் அருகில் அறியப்படுவது. இவ்வுணர்ச்சி வாங்கி மிகச்சிறிய விலங்குகளிலிருந்து மனிதன்வரை அறியக்கிடக்கின்றது. ஒருசெல் உயிரிகள் நீர்த்த அமிலத்தையறிந்து கொள்ளுகின்றன. அமீபா, பொய்க் காலிகளின் உதவியால் விலகி, அமிலத்தினின்றும் தப்பித்துக் கொள்ள முயற்சி செய்கின்றது. அதே போன்று யூக்கிளுவும், பரமேசியமும் தங்களின் இடப்பெயர்ச்சி உறுப்புகளை வேகமாக அடித்துக் கொள்கின்றன. பிளனேரியா (Planaria) போன்ற தட்டைப் புழுக்களுக்கு வேதிய உணர்ச்சி வாங்கிகள், தலையின் இரு பக்கங்களிலும் உள்ளன. தலையின் மத்தியப் பகுதியிலுள்ள உணர்ச்சி உறுப்பு சுவை அறிந்து கொள்வதால் இதைச் சுவை உணர்ச்சி உறுப்பு என்று கொள்ளலாம்.

கிரஷ்டேசியன்களில் (Crustaceans) வாய்ப் பகுதிகளின் முனையில் சுவை அறியும் உணர்ச்சி உறுப்புகள் உள்ளன. அரச நண்டில் (Limulus) வாய்ப் பகுதியில் சுவையை அறியக்கூடிய செல்கள் உள்ளனவென்றும், ஊட்டத்தின்போது அவை உணவுப் பொருட்களின் வெவ்வேறு சுவையை அறிந்துகொள்கின்றன என்றும் பரிசோதனைகள்மூலம் அறிந்துள்ளனர் (பார்பர்-1951). வெவ்வேறு மெல்லுடலிகள் நீரில் கரைந்துள்ள பொருட்களின் தன்மைகளை அறியும் சக்தி பெற்றிருக்கின்றன. இரு வால்விகளில் போர்வைக்குழிக்குள் (Mantle Cavity) செல்லும் நீரின் தன்மை அறிந்து கொள்ளப்படுகிறது. பெக்டன் (Pecten) நீரில் கரைந்திருக்கும் வேதியப் பொருட்களை உணரும் சக்தி பெற்றுள்ளன.

பூச்சிகளில்: பூச்சிகளில் உணர்கொம்புகளின் முனையிலும் வாய்ப் பகுதியிலும் சுவையை உணரக்கூடிய உணர்ச்சி உறுப்புகள் உள்ளன. சில பூச்சிகளில் உணர்ச்சி உறுப்புகள் மெல்லிய மயிரிழையாலானது. வெட்டுக்கிளிகளில் முளை போன்ற சிறிய உறுப்புகள் உள்ளன. இவை சுவையை அறியும் திறன் பெற்றிருக்கின்றன. ஒவ்வொரு முளையிலும் ஐந்து உணர்ச்சி நரம்பு செல்கள் உள்ளன (படம் 47). இவற்றிலிருந்து நீட்சிகள் முளையினுள் செல்கின்றன. முளையின் அடிப்பாகத்தில் கியுட்டிக்கிள் உறை உண்டு. முளையினுள் செல்லும் நீட்சிகள் சுவைத் தூண்டல்களைக் கிரகித்துக்கொள்கின்றன.

பூச்சிகள் உணவுப் பொருட்களைத் தேடிக்கொள்வது பொதுவாக சுவை உணர்ச்சியால்தான். சில பூச்சிகள் ஒரே சிறப்பினத்

தாவரங்களை உண்ணுவதும் மற்றும் சில ஒரே இனத்திற்குட்பட்ட சிறப்பினத் தாவரங்களை உண்ணுவதும் சுவை அறிதலினாலேயே.



படம் 47
வெட்டுக்கிளியின் உணர்முளை
உணர்முளைக்குக் கீழே 5 உணர்ச்சிச் செல்கள் உள்ளன. இவற்றிலிருந்து நரம்புச் செல்கள் மூளையை நோக்கிச் செல்லுகின்றன.

முதுகெலும்பினங்களின் சுவை அறிதல் உணர்ச்சி

முதுகெலும்பினங்களில் சுவையறிதல் பொதுவாக சுவை அரும்புகளால் (Taste Buds) உணரப்படுகின்றது. சுவையரும்புகள் வாயில் உள்ளன. ஆனால் மீன்களில் சுவை உணர்ச்சி உறுப்புகள் செவுள்கள், தோல், தசை நீட்சிகள் ஆகியவையாகும். கெழுத்தி மீன்களில் நுகர்வு உணர்ச்சி உறுப்புகளை நீக்கினாலும் அவை

உணவுப் பொருட்களை உடனே அறிந்து கொள்கின்றன. இதன் காரணம் மீன்களின் தசை நீட்சிகளில் சுவை அரும்புகள் இருப்பதால்தான். நீர் நில வாழ்வனவற்றுள் சுவை அரும்புகள் நாவில் உள்ளன. அவற்றினின்றும் கிரகித்துக் கொள்ளப்படுகின்ற தூண்டல்கள் 9 வது மூளை நரம்பினால் (Glossopharyngeal) மூளைக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன.

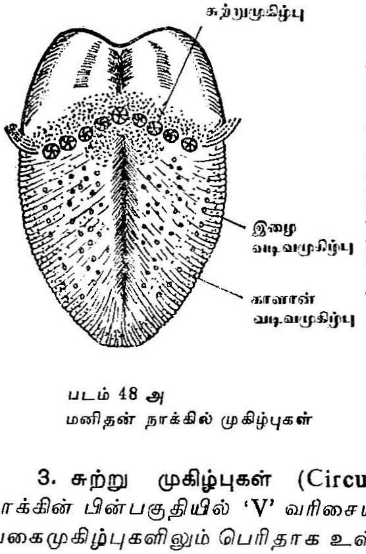
பாலூட்டிகளில் சுவை அரும்புகள் நாவில் தான் காணப்படுகின்றன. வாயின் மற்ற பாகங்களிலும் அவை ஆங்காங்கே சிதறிக் கிடக்கின்றன. மனிதனின் நாவால் நான்கு வகைச் சுவைகளை உணர முடிகின்றது. அவை இனிப்பு (Sweet). புளிப்பு (Sour), உப்புத் தன்மை (Salty), கசப்பு (Bitter) ஆகியவை தான். இவை நான்கு தான் பிரதானமானவை என்றாலும் மற்றும் பல வகைகளும் உள்ளன. சில பொருட்கள் சுவை, மணம் ஆகிய இரண்டு பண்பினையும் பெற்று இருக்கின்றன. இவ்வகைப் பொருட்களின் தன்மையை அறிய இரண்டு வகை உணர்ச்சி வாங்கிகளும் சேர்ந்து செயல்பட வேண்டும்.

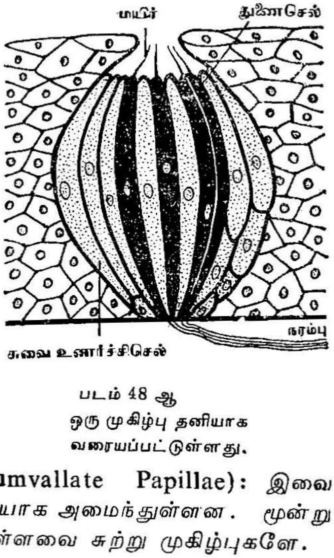
பிரதான சுவைகள் நான்கு என்று பார்த்தோம். இவற்றை வெவ்வேறு வகையான சுவை அரும்புகள் மூலம் அறிய முடிகின்றது. அதனால் சுவை அரும்புகளும் நான்கு வகைப்படுகின்றன. அவை நாவின் எல்லாப் பாகத்திலும் பரவலாகக் காணப்படவில்லை. குறிப்பிட்ட சுவையை அறியும் சுவை அரும்புகள் குறிப்பிட்ட இடத்தில் தான் உண்டு. இனிப்புத் தூண்டலை உணரக்கூடிய அரும்புகள் நாவின் எல்லாப் பாகங்களிலும் காணப்படுகின்றன. ஆனாலும் அவை நாவின் முனையில் தான் நிறைய உள்ளன. அதனால் இப்பகுதிமட்டும் இனிப்புச் சுவையை நன்றாக உணர முடிகிறது. அதே போன்று கசப்பு, நாவின் பின்பகுதியிலும், புளிப்பு, உப்புத்தன்மை, நாக்கின் இரு மருங்குகளிலும் உணரப்படுகின்றன. மேற்சொன்ன அரும்புகள் எல்லாம் முகிழ்புகளின் (Papillae) சுவர்களில் வரிசையாக அமையப் பெற்றிருக்கின்றன. நாம் அரும்புகளின் தன்மைகளை அறிய வேண்டுமானால் முகிழ்புகளைத் தனித்தனியே சோதித்துப் பார்க்க வேண்டும். பொதுவாக அவை தனித்தனி சுவைகளின் தூண்டலை வெளிப்படுத்துகின்றன. ஆனால் சில அரும்புகள் எல்லாச் சுவைகளின் தூண்டல்களையும் உணர்த்துகின்றன. (படம் 48 அ). சுவை அரும்புகள் தனித்தனிச் சுவைகளின் தூண்டல்களைக் கிரகித்துக் கொண்டாலும் அவற்றின் அமைப்பு ஒன்று போலவே இருக்கின்றது.

மனிதன் நாவில் மூன்று வகையான முகிழ்புகள் உள்ளன

1. இழை வடிவ முகிழ்புகள் (Fili Form Papillae): இவை தான் மற்ற இருவகை முகிழ்புகளைவிட அதிகம் உள்ளன. மேலும் நாவின் மேற்பகுதியின் எல்லா இடங்களிலும் காணப்படுகின்றன.

2. காளான் வடிவ முகிழ்புகள் (Fungi Form Papillae): இவை காளான் வடிவில் உள்ளன. காளான் வடிவ முகிழ்புகள் இழை வடிவ முகிழ்புகளின் ஊடே காணப்படும் (படம் 48.அ).





படம் 48 அ
மனிதன் நாக்கில் முகிழ்புகள்

படம் 48 ஆ
ஒரு முகிழ்பு தனியாக வரையப்பட்டுள்ளது.

3. சுற்று முகிழ்புகள் (Circumvallate Papillae): இவை நாக்கின் பின்பகுதியில் 'V' வரிசையாக அமைந்துள்ளன. மூன்று வகைமுகிழ்புகளிலும் பெரிதாக உள்ளவை சுற்று முகிழ்புகளே.

மேற்சொன்ன முகிழ்புகளில் சுவை அரும்புகள் கூட்டம் கூட்டமாகக் காணப்படும். ஒவ்வொரு அரும்பிலும் இரண்டு வகைச் செல்கள் உண்டு. அவை கதிர்வடிவ சுவை உணர்ச்சிச் செல்களும் (Gustatory cells) தடித்த துணை செல்களும் (Supporting cells) ஆகும். அரும்புகள் சிறிய துவாரத்தின் மூலம் நாவின் மேல் பாகத்தில் திறக்கின்றன (படம் 48. ஆ.). முகிழ்புகள் 9ஆம் மூளை நரம்பின் கிளைகளால் தொடர்பு கொண்டிருக்கின்றன. இந்நரம்பு, தூண்டல்களை மூளைக்கு எடுத்துச் செல்கின்றது.

உறுத்தல் வாங்கிகள் (Irrito receptors)

வேதியல் உணர்ச்சி வாங்கிகளில் உறுத்தல் வாங்கிகளும் ஒருவகை. எல்லா விலங்குகளின் தோலிலும் உறுத்தல்

வாங்கிகள் உண்டென மிட்சல் (Mitchell) கூறியிருக்கிறார். சில வேதியல் பொருட்களுக்குத் தோலில் உறுத்தல் உண்டாகும். கண்ணில் நீர் கசிவது சில வாயுக்களின் உறுத்தலினால் ஏற்படுவதே. நீர்நில வாழ்வனவற்றுள் மீன்களின் தோலிலும் உறுத்தல் வாங்கிகள் உண்டு. உறுத்தல் வாங்கிகளின் செயல்முறை இன்றும் நன்றாக அறியப்படாதிருக்கின்றது.

சாதாரண வேதிய உணர்ச்சி வாங்கிகள்

மேற்சொன்ன நுகர்வு, சுவை தவிர சாதாரண வேதிய உணர்ச்சி வாங்கிகளும் உள்ளன. தண்டுவட தவளையின் (Reflex frog) தோல் அமிலத் தூண்டுதலை அனிச்சைச் செயல் மூலம் வெளிப்படுத்துவது வேதிய உணர்ச்சி வாங்கிகள்தான். மூக்குத் துவாரத்தில் உள்ள கோழைச் சவ்வு சில தூண்டல்களை (அமில, காரப்பொருட்களினாலும் நச்சாவிகளினாலும்) பெறுவதன் காரணம் சவ்வில் பல நரம்புகள் படர்ந்திருப்பதால்தான். மேற்சொன்ன சாதாரண தூண்டல்களும் வேதிய உணர்ச்சி வாங்கிகளால்தான் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன.

இயக்க உணர்ச்சி வாங்கிகள் (Mechanical receptors)

இயக்க உணர்ச்சி வாங்கிகளில் முக்கியமானவை தோல், இன உறுப்புகள், காது, பசியை உணரும் உறுப்புகள் முதலியன. தோல் தொடு உணர்ச்சியையும், இன உறுப்புகள் பால் உணர்ச்சியையும் வாங்கிக் கொள்கின்றன. பசியைத் தூண்டும் உறுப்புகளால் பசியை உணருகிறோம். மேற்சொன்ன இயக்க உணர்ச்சி வாங்கிகளைச் சிறிது விளக்கமாக ஆராய்வோம்.

தொடு உணர்ச்சி, தட்பவெப்பநிலை அறிதல், வலி உணர்வு, முதுகெலும்பல்லனவற்றுள்

பொதுவாக எல்லா விலங்குகளிலும் தொடு உணர்ச்சி வாங்கிகள் (Tango Receptors) உள்ளன. ஆனால் சில உணர்ச்சியைச் சில விலங்குகள் அதிகமாக வெளிப்படுத்துகின்றன. எடுத்துக் காட்டாக வலியை மனிதன் அதிகமாக உணருகிறான். தொடு உணர்ச்சியைப் புழுக்கள் அதிகமாக வெளிப்படுத்துகின்றன. இலையில் வாழும் புழுக்கள் இலையுடனும் மரக் கிளையுடனும் எப்பொழுதும் உராய்ந்து கொண்டிருந்தாலும் மனிதனின் கை போன்ற விரும்பத்தகாத சில பொருட்களின் தொடு உணர்ச்சியை அதிகமாக வெளிப்படுத்துகின்றன. மனிதனின் கை படும்பொழுது அப்புழுக்கள் தாமாகச் சுருண்டு கொள்கின்றன.

மண்புழுக்களின் உடலில் வெவ்வேறு பாகம் வெவ்வேறு விதமான உணர்வுத் தன்மையைக் காட்டுகின்றன. சாதாரணமாக மண் புழுவின் இடப்பெயர்ச்சியை மத்திய நரம்புமண்டலம்தான் கட்டுப் படுத்துகின்றது. ஒரு மண்புழுவை ஆல்கஹாலில் போடும் பொழுது அதனுடைய அசைவு வேறுபடுகிறது. ஆல்கஹால் தொடு உணர்ச்சியால் ஏற்படும் தூண்டலைப் பெரிய நரம்புகள் (Giant Fibres) வாங்கிக் கொள்கின்றன. இது வலியால் ஏற்படும் தூண்டலாகும். அதனால் மண்புழுவின் சாதாரண அசைவினால் ஏற்படும் தூண்டலும் ஆல்கஹாலினால் ஏற்படும் தூண்டலும் வேறுபடுகின்றன என்று கொள்ளலாம். மேலும் மேற்சொன்ன இரண்டுவகைத் தூண்டல்களும் இரண்டு வெவ்வேறு வகையான உணர்ச்சி வாங்கிகளால் கிரகித்துக் கொள்ளப்படுகின்றன என்றும் அறியப்படுகின்றது.

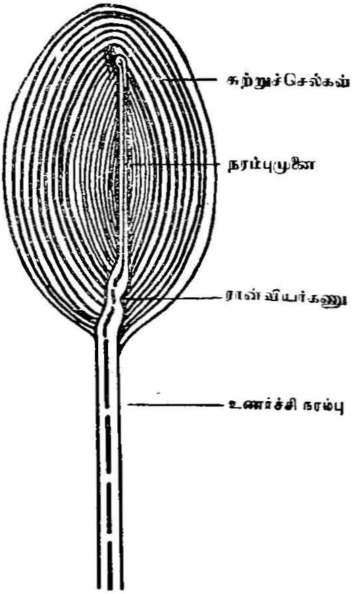
பூச்சிகளில் கைட்டின் மேல்தோலில் மயிரிழை போன்ற வெளி வளர்ச்சிகள் (Out growths) தொடு உணர்ச்சியை வெளிப்படுத்து கின்றன. இவற்றில் சில வேதிய உணர்ச்சி வாங்கிகளாகவும் செயல்படுகின்றன.

முதுகெலும்பல்லனவற்றுள் பல விலங்குகள் தட்ப வெப்ப நிலைக்கேற்பச் செயல்படுகின்றன. அமீபா, பரமேசியம் போன்ற ஒரு செல் உயிரிகள் கூட நீரின் வெப்பத் தன்மையை அதிகரிக்கும் பொழுது, அவை இடப்பெயர்ச்சி செய்து அதிக வெப்பத் தினின்றும் விலகிக் கொள்ள முயற்சிக்கின்றன. ரோட்னியஸ் (Rhodnius), இக்சோடெஸ் (Ixodes) என்ற இருபுற ஒட்டுண்ணிகள் (Ecto parasites) மனிதனைப் போன்றே தட்பவெப்ப நிலைகளுக்கு உணர்ச்சிகளை வெளிப்படுத்துகின்றன. பூச்சிகளின் உணர் கொம்புகள் தட்ப வெப்ப நிலையால் ஏற்படும் தூண்டுதல்களை எடுத்துக் கொள்ளும் தன்மையுடையன.

தொடு உணர்ச்சி, தட்பவெப்ப நிலை அறிதல், வலி உணர்வு, முதுகெலும்பினங்களில்

தோலில், நரம்பு முனைகள் (Nerve Endings) ஆங்காங்கே காணப்படுகின்றன. நரம்பு முனைகளே தொடு உணர்ச்சித் தூண் டல்களை எடுத்துக் கொண்டு மத்திய நரம்பு மண்டலத்திற்கு அனுப்புகின்றன. நரம்பு முனைகள் மூன்று வகைப்படும். முதல் வகை மிகச் சிறியன. 1μm. அளவு விட்டம் உடைய இவை மெல்லிய இழைபோன்ற ஆக்சான்களாலானவை. இந்நரம்புமுனை கள் மேல் தோலிலும் அடித்தோலிலும் காணப்படும். இரண்டா வது வகை முடி அடர்ந்த தோலில் காணப்படும். இவையும் இழை

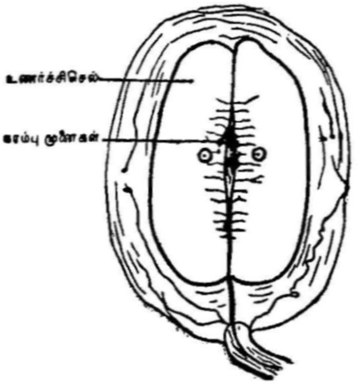
போன்ற ஆக்சான்களுடையவைதான். ஆனால் மயிர்க்கால்களைச் சுற்றி (Hair Follicles) காணப்படும். மூன்றாவது வகையான நரம்பு முனைகள் மயிரற்ற (Glabrous) தோலிலும் கோழைச் சவ்வுகளிலும் (Mucus membranes) உள்ளன. இவை மரம் போன்று கிளைகள் விட்டுக் காணப்படும். இந் நரம்புச் செல்கள் சிறிய உறை போன்று (Capsule like) இருக்கும். இவ்வாறு உறை போன்றுள்ள நரம்பு முனைகள் தைராய்டு சுரப்பி, கணையம், சிறுநீர்ப்பை போன்ற உறுப்புகளிலும் காணப்படும். இவற்றை பாசினியன் (Pacinian) செல்கள் என்றும் சொல்வதுண்டு. பாசினியன் செல்களில் பல வகை உண்டு. பாலூட்டிகளில் காணப்படும் பாசினியன் செல் மையின் உறையற்ற ஒரு ஆக்சானும் அதன் முனையில் ஒரு முட்டை வடிவ உறையும் உள்ளது (படம் 49). உறையினுள் ஒரு திரவம்



படம் 49
பாசினியன் செல்

உண்டு. திரவத்தின் ஊடே நீண்ட பல செல்கள் ஒழுங்காகச் சுற்றிச் சுற்றி அமைந்திருக்கும். உறை சுமார் 1mm. அகலமுள்ளதாகும்.

பாசினியன் செல்கள் போன்று பறவைகளின் அலகுகளிலும் ஒரு வகை செல்கள் உள்ளன. இவை கிராண்ரி செல்கள் (Grandry's Corpuscles) என அழைக்கப்படும். இவை தூண்டல்களைப் பெற்றுப் பக்கத்திலுள்ள நரம்பு முனைகளுக்குக் கடத்துக்கின்றன (படம் 50).



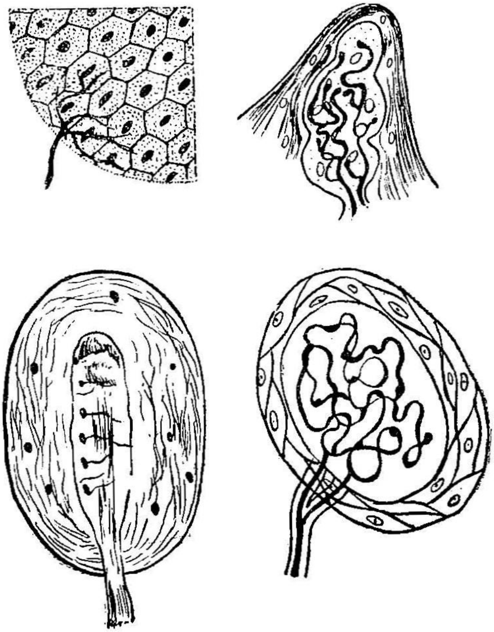
படம் 50
கிராண்ரி செல்

மேலும் சில தொடு உணர்ச்சி வாங்கிகளும் விலங்குகளில் காணப்படுகின்றன. அவை (1) மெர்க்கெல்ஸ் செல்கள் (Merkel's Corpuscles) (2) மீஸ்னெர்ஸ் செல்கள் (Meissner's Corpuscles) (3) ஹெர்ப்ஸ்ட் செல்கள் (Herbst Corpuscles) (4) கிராசின் கடைக் குண்டுகள் (End bulb of Krause) முதலியன.

மெர்க்கெல்ஸ் செல்கள்: இவை தவளையின் தோல் துன்னெலியின் (Mole) மூக்கு, பன்றியின் மூஞ்சி ஆகியவற்றில் காணப்படும் தொடு உணர்ச்சிச் செல்களாகும். மெர்க்கல்ஸ் செல்லில் நரம்பு நீட்சிகள் (Dendrites) சேர்ந்து ஒரு கிண்ணம் போன்ற அமைப்புடையதாகி அதனுள் ஒரு உள்ளடைச் செல்லும் பொருந்தியிருக்கும். உள்ளடைச் செல் தொடு உணர்ச்சியைப் பெறும்பொழுது கிண்ணம் போன்ற நரம்பு நீட்சிகள் உணர்ச்சியை வாங்கி மூளைக்குக் கொண்டு செல்கின்றது (படம் 51).

மீஸ்னெர்ஸ் செல்கள்: இவை உராய்வு (friction) உள்ள பகுதிகளில்தான் காணப்படும். இவற்றை உராய்வு பிரைமேட்டுகளில் (Primates) மட்டுமே கண்டுபிடித்துள்ளார்கள். மீஸ்னெர்ஸ் தொடு உணர்ச்சி வாங்கிகளில் நரம்புகள் தொடர்பற்ற செல்கள்

சேர்ந்து பிரமிடு போன்ற அமைப்பு பெற்றிருக்கும். இவற்றுடன் மெல்லிய கிளைகளை உடைய உணர்ச்சி நரம்புச் செல் இணைந்திருக்கும். ஒரு உறை செல்களையும் உணர்ச்சி நரம்புகிளைகளையும் நன்ருகச் சுற்றியிருக்கும். மீஸ்னெர்ஸ் செல்கள் அழுத்தப்படும் பொழுது அவை உணர்வு பெற்று உணர்ச்சிகள் நரம்புச் செல் மூலமாக மூளைக்கு அனுப்பப்படும் (படம் 51).



படம் 51

சில தொடு உணர்ச்சி வாங்கி உறுப்புகள்
(பெயர்கள் வரிசையாக) மெர்க்கல்ஸ் செல், மீஸ்னெர்ஸ் செல்,
ஹெர்ப்ஸ்ட் செல், கிராசின் கடைக்குண்டு.

ஹெர்ப்ஸ்ட் செல்கள் : இவை பாசினியன் செல்கள் போன்றவையே. ஆனல் அளவில் குறைந்தவை. இவை பறவைகளின் தோலில் காணப்படும். வாத்து போன்ற சேற்றில் வாழும் பறவைகளின் அலகிலும் இவ்வகைத் தொடு உணர்ச்சிச் செல்கள் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் உதவியால்தான் சேற்றில் புதைந்திருக்கும் உணவினைத் தேடிக்கொள்கின்றன. அலகில் காணப்படும் செல்கள் மூன்ருவது கபால நரம்பின் நுகர்வு நரம்பின் கிளைகளால் தொடர்பு கொண்டிருக்கின்றன (படம் 51).

கிராசின் கடைக்குண்டுகள் : பாலூட்டிகளின் உதடுகளிலும் நாக்கிலும் உள்ள கோழைச் சவ்வுகளில் கிராசின் கடைக் குண்டுகள் காணப்படுகின்றன. பால் சுரப்பிகள், கண்ணின் இமையிணைப்புப் பகுதிகள், விரல்களின் முனை, புல்மேயும் ஆடு மாடுகளின் மூஞ்சிகள் போன்றவற்றிலும் இவ்வகைக் கடைக் குண்டுகள் காணப்படுகின்றன. உணர்ச்சி நரம்புகள் சுருண்டு சுருண்டு சேர்ந்து ஒரு குண்டு போன்றிருக்கும். இதைச் சுற்றி இணைப்புத் திசுவாலான ஒரு உறை உண்டு (படம் 51).

தொடு உணர்ச்சி வாங்கிகள் (Tango Receptors) மற்ற உணர்ச்சி வாங்கிகளோடு மிகவும் தொடர்பு கொண்டிருக்கின்றன. தொடு உணர்ச்சி அல்லாதபோது சில மற்ற உணர்ச்சி வாங்கிகள் செயல்படுவது இல்லை. தொடு உணர்ச்சியை அதிகப் படுத்தும்பொழுது அது அழுத்தமாகின்றது.

வலியை உணரும் தன்மையுடைய உணர்ச்சி வாங்கிகள் இயக்க உணர்ச்சி வாங்கிகளின் ஒரு வகை. நரம்பு முனைகள் தோலிலும் உறுப்புகளிலும் உள்ளன. நரம்பு முனைகளில் சில, வலியால் ஏற்படும் தூண்டல்களை உணருகின்றன. வலி உணர்ச்சி வாங்கிகள் மற்ற சிறப்பு வாய்ந்த செல்களோடு இணைந்திருக்கலாம். பாலூட்டிகளின் குடலில் உள்ள குடல் உறிஞ்சிகளிலும் விழி வெண்படலம் (Cornea), செவிப்பறை போன்ற உறுப்புகளுடன் வலி உணர்ச்சி வாங்கிகள் தொடர்புகொண்டிருக்கின்றன.

செவி உணர்ச்சி வாங்கி

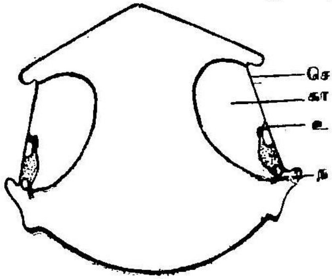
செவி உணர்ச்சி வாங்கி (Phono Receptor) கேட்டல் அறிதலாகும். மெல்லிய ஒலிஅலைகள் காற்றில் மிதந்து வருவதைக் கேட்டு தெளிவாக்குதல் செவி உணர்ச்சி வாங்கிகளின் வேலையாகும். ஒலி அலைகளின் வீச்சு (Pitch) அகலத்தைப்(Amplitude)பொருத்து ஒலியின் அளவு வித்தியாசப்படும். காதுக்குக் கேட்காதவாறு மெல்லிய குரலும் உண்டு. இடியோசை அல்லது வேட்டு போன்ற கனத்த ஓசையும் உண்டு. ஒலிகளைக் காதுகள் வழியாகக் கேட்கிறோம். காதுதான் செவி உணர்ச்சி வாங்கிகளில் சிறப்புத் தன்மை அடைந்தது.

முதுகெலும்பல்லனவற்றுள் கேட்டல்

முதுகெலும்பல்லனவற்றுள் பூச்சிகளில் தான் செவி உறுப்புகள் சிறப்பாக வளர்ச்சி பெற்றிருக்கின்றன. வெட்டுக் கிளியிலும் தத்துக்கிளியிலும் முன்னங்காலின் ஒரு கணுவில்

(Tibia) செவி உறுப்பு உண்டு. இவ்வுறுப்பில் உணர்ச்சிச் செல்கள் வரிசையாக உள்ளன. அவற்றைச் சுற்றி ஒரு மெல்லிய உறை இருக்கும். வெட்டுக்கிளிகள் பொதுவாக 430-லிருந்து 90,000 Hz அளவு வரையுள்ள ஒலியை நன்ருகக் கேட்கின்றன. பெண் தத்துக் கிளிகள் ஆண் தத்துக்கிளியைக் கண்டுபிடித்து அதன் பின்ளு லேயே செல்வதன் முக்கிய காரணம் ஆண் தத்துப்பூச்சி வெளிப் படுத்தும் கிளர்ச்சியூட்டும் (Chirp) சப்தத்தால் தான். பெண் பூச்சியின் காதை அகற்றி விட்டாலும் அது ஆண் பூச்சியின் சப்தத்தைக் கேட்டு அதன் பின் தொடரமுடிகின்றது. இதன் காரணம், ஒவ்வொரு உறுப்பும் குறித்த இடம்நோக்கிப் பறப் பதற்குத் தூண்டும் தன்மையுடையதாக அமைக்கப்பட்டிருப்பது தான்.

கோரிக்சா (Corixa), சிக்காடஸ் (Cicadas) போன்ற ஹெமிப் டிராக்ளின் (Hemiptera) வயிற்றுப்பகுதியில் செவி உணர்ச்சி வாங்கிகள் உள்ளன. அந்திப் பூச்சிகளில் (Moth) வயிற்றுப்பகுதி, மார்புப் பகுதி, வாய் உறுப்புகளிலும் காணப்படுகின்றது. இப்பூச்சிகளில் செவியுறுப்புகள் 50,000 Hz வரையுள்ள ஒலியைக் கேட்கின்றன. வண்டுகள், பாச்சான்கள், வண்ணத்துப் பூச்சிகள், ஆகியவை கால்களின் வழியாக நிலத்தில் ஏற்படும் ஒலியைக் கேட்கின்றன. வெட்டுக்கிளிகளில் செவி உறுப்பில் கினோசிலியம் (Kinocilium) என்ற அமைப்பு உண்டு. இதில் 9+2 இழைகள் உண்டு. இவை ஒலித் தூண்டல்களை உணருகின்றன.

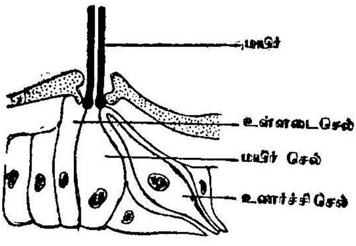


படம் 52
தத்துக்கிளியின் முதல் வயிற்றுக்கண்டத்தின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம். படத்தில் செவியுறுப்புக் காட்டப்பட்டுள்ளது. செ. செவிப்பறை கா. காற்றிடம், உ. உணர்ச்சிச் செல்களின் கூட்டம் ந.செவி நரம்பு

பூச்சிகளில் செவி உறுப்புகளில் மூன்று பகுதிகள் உண்டு செவி உறுப்பின் வெளிப்பாகம் வெளிச்சட்டத்தின் (Exo skeleton)

ஒரு மெல்லிய சவ்வால் ஆனது. சவ்வுக்கு உட்புறமாக ஒரு காற்றுப்பை உண்டு. காற்றுப்பையை ஒட்டி கோர்டோட்டோனல் (Chordotonal) என்ற உறுப்பும் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கிறது. கோர்டோட்டோனல் உறுப்பில் பல உணர்ச்சிச் செல்கள் சேர்ந்திருக்கின்றன (படம் 52).

சென்சில்லாமயிர்கள் (Hair sensillae) என்ற செவி உணர்ச்சி வாங்கிகளும் பூச்சிகளில் காணப்படுகின்றன. இவற்றில் நீண்ட மயிர்கள் உண்டு. அவை அசையக்கூடியன. காற்றில் உண்டான ஒலி அலைகளுக்கு ஏற்ப அசைந்து ஒலியைக் கிரகிக்கும் தன்மை பெற்றிருக்கின்றன. சென்சில்லாமயிர்கள் 3000 c/s வரை அலைவுள்ள ஒலி அலைகளை உணர முடியும். சென்சில்லாமயிர்கள் பூச்சிகளின் புழு பருவத்தில் உள்ளன. இம்மயிர்கள் மூலம் புழுக்கள் ஒலியைக் கேட்கின்றன. சில பூச்சிகளில் உள்ள மலப்புழை மயிர்களும் (Anal cerci) ஒலியைக் கேட்கக் கூடியன (படம் 53).



படம் 53
பூச்சியின் சென்சில்லா மயிர்.

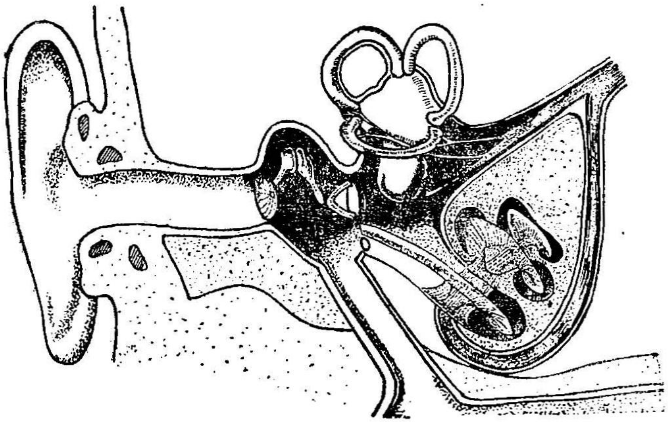
யாழ் அமைப்பு உறுப்புகள் (Lyriform organs): இவை எட்டுக்கால் பூச்சிகளிலும் சிலந்திகளிலும் மட்டுமே காணப்படுகின்றன. யாழில் உள்ள நரம்புகள் போன்று இவ்வுறுப்புகளிலும் பல இணையான மெல்லிய கிளைகள் உண்டு. அவை வெவ்வேறு நீளமுடையன. அவற்றைச் சுற்றி ஒரு மெல்லிய வெளித்தோல் (Cuticle) உண்டு. வெளித்தோல் உணர்ச்சி நரம்பின் கிளைகளோடு தொடர்பு கொண்டிருக்கும் யாழ் அமைப்பு உறுப்புகளை இயக்க உணர்ச்சி வாங்கிகள் என்று சொல்வாரும் உண்டு.

முதுகெலும்பினங்களில் கேட்டல்:

முதுகெலும்பினங்களில் பாலூட்டிகளில் தான் செவி உறுப்புகள் சிறப்பாக வளர்ச்சி பெற்றிருக்கின்றன. பாலூட்டிகளின்

செவி உறுப்புகளில் பல பாகங்கள் உண்டு. ஆனால் மற்றவகுப்பு விலங்குகளில் செவி உறுப்புகள் சாதாரண நிலையில்தான் உண்டாகியிருக்கின்றன. பாலூட்டிகளில் காதும், கண்ணும் சிறப்புற்றிருப்பதால்தான் அவை சூழ்நிலையின் பல காரணிகளுடனும் எதிர்த்துப் போராடுகின்றன. அவை உணவைத் தேடிக் கொள்கின்றன; இருப்பிடத்தை அமைக்கின்றன; பகைவர்களை விலக்குகின்றன. மேற்சொன்ன செயல்களில் பாலூட்டிகள் மேன்மை பெற்று விளங்குவதன் காரணம் முக்கிய உணர்ச்சி உறுப்புகளான காதும் கண்ணும் நன்றாக வளர்ச்சிபெற்றிருப்பதால்தான்.

காதின் அமைப்பு : மனிதனின் காது எல்லாப் பொதுப் பண்புகளையும் கொண்டது. காது மூன்று பிரிவுகளை உடையது. வெளிக்காது, நடுக்காது. உட்காது என்பவையே அவை (படம் 54). காது மடலும் செவிக்குழலும் வெளிக்காதாகும். மடல் விரிந்திருக்கும். செவிக்குழல் குழல் போன்றிருக்கும். அது

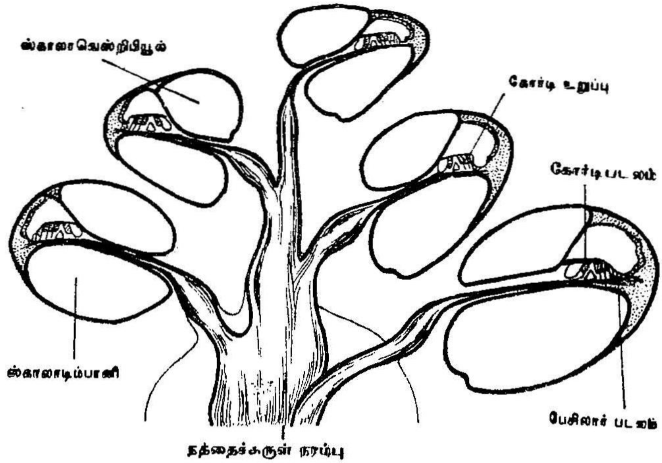


படம் 54
மனிதனின் காது அமைப்பு

செவிப்பறையில் முடிகின்றது. செவிப்பறை மெல்லிய சவ்வு போன்றது. இது நன்றாக இழுத்துக் கட்டப்பட்டுள்ளது. செவிக்குழலில் வருகின்ற ஒலி அலைகள் செவிப்பறையை மோதி அதனை அதிரச் செய்கின்றன. நடுக்காது தொடர்ந்திருக்கும் மூன்று சிறிய எலும்புத் துண்டுகளாலானது. முதல் எலும்பு சுத்தி என்பதாகும் (Malleus). சுத்தி எலும்பு செவிப்பறையோடு ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும். இரண்டாவது எலும்பு பட்டடை (Incus).

அதைத் தொடர்ந்து அங்கவடி (Stapes) காணப்படுகின்றது. இந்த மூன்று எலும்புகளின் உருவத்தைக் கொண்டே அவற்றிற்கு சுத்தி, பட்டடை, அங்கவடி என்ற பெயர்கள் சூட்டப்பட்டிருக்கின்றன. செவிப்பறை அதிரும் பொழுது அதை ஒட்டியுள்ள எல்லா எலும்புகளும் அதிர்வுக்கு ஏற்றவாறு அசைந்து கொடுக்கின்றன.

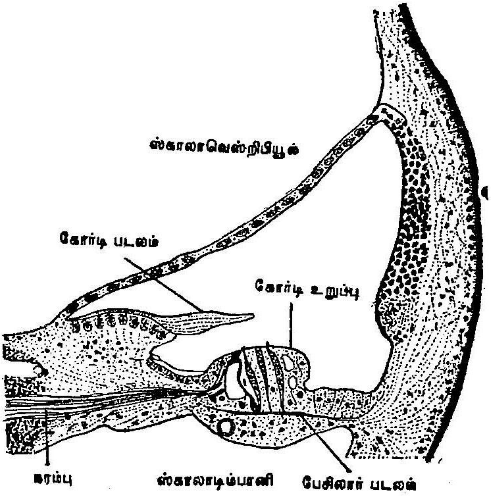
நடுக்காதிலிருந்து ஒரு குழாய் தொண்டையில் திறக்கின்றது. இதற்கு யூஸ்டேஷியன் குழாய் (Eustachian Tube) என்று பெயர். இக்குழாய் நடுச் செவியிலுள்ள காற்றின் கூடுதலான அழுத்தத்தையும் செவிக் குழலிலுள்ள காற்றின் அழுத்தத்தையும் சமமாக்க உதவுகின்றது.



படம் 55
நத்தைச் சுருள் குழாயின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

அங்கவடி ஒரு துளையை மூடிக்கொண்டிருக்கின்ற ஒரு சவ்வின் மீது ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும். சவ்வின் உட்புறத்தில் உட்காது பல பாகங்களைக் கொண்டதாகும். உட்காதுடன் யூட்ரிகுலஸ் (Utriculus), சாக்குலஸ் (Sacculus), அரை வட்டக் குழல்கள் அல்லது குல்லியங்கள் (Semi Circular Canals), நத்தைச் சுருள் குழாய் (Cochlea) ஆகிய பாகங்களை யுடையது. நத்தைச் சுருள் குழாய் நத்தை போன்று சுருள் சுருளாக இருக்கும். அங்கவடியில் உண்டாகும் ஒலி அதிர்வுகள் (Vibrations) நத்தைச் சுருள் குழாயின் அடிப்பக்கத்தைச் சென்று அடையும். அதனுள் அக நிண நீர் (Endolymph) என்ற திரவம் உள்ளது. நத்தைச் சுருள் குழாயின் சுருள் பகுதி இரண்

டாக இரண்டு குழாய்போன்று பிரிந்திருக்கும். (படம் 55). இவை ஸ்காலா வெஸ்டிபியூல் (Seala Vestibule), ஸ்காலா டிம்பானி (Scala Tympany) என்பனவாகும். இவை முறையே ஃபெனஸ்ட்ரா ஓவலிஸ் (Fenestra Ovalis), ஃபெனஸ்ட்ரா ரொட்டுண்டா (Fenestra Rotunda) என்ற சவ்வுகளோடு ஒட்டிக் கொண்டிருக்கின்றன. (படம் 56). இவ்விரண்டு குழாய்களுக்குமிடையே

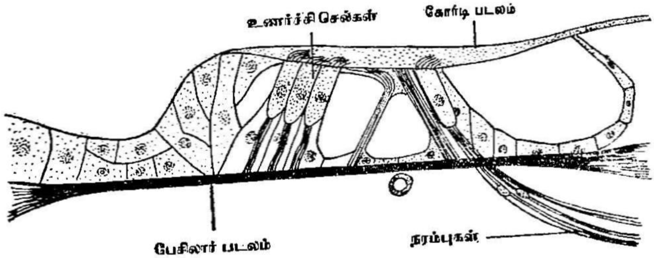


படம் 56
நத்தைச்சுருள் குழாயின் ஒரு பாகத்தின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்.

நத்தைச்சுருள் குழாய்ப் படலம் (Membranous Cochlea) அமைந்திருக்கின்றது. இது ஒரு முக்கிய பாகம். நத்தைச் சுருள் குழாய் படலத்தின் அடிப்பாகம் பேசிலார் படலம் அல்லது அடிச்சவ்வால் (Basilar Membrane) ஆனது. இப்படலம் கோர்டி உறுப்பைத் (Organ of Corti) தாங்கிக் கொண்டு இருக்கின்றது. கோர்டி உறுப்பில் உணர்ச்சிச் செல்களும் உள்ளன (படம் 57). இவை செவி நரம்பின் நரம்புச் செல்களோடு இணைந்திருக்கும்.

கோர்டி உறுப்பினுள் கோல் வடிவச் செல்களும் உண்டு. இவை கோர்டி கோல்கள் (Rods of Corti) எனப்படும். கோர்டி உறுப்புக்கு மேலே கோர்டி படலம் (Membrane of Corti or Tectorial Membrane) உண்டு. கோர்டி படலம் மயிர் போன்ற செல்களின் (Hair Cells) சிலியா இழைகளுடன் (சிறு கிளைகள்) இணைந்திருக்கின்றன. மயிர் செல்களில் இருவகை உண்டு.

கோர்டி உறுப்புக்கு மேலே நத்தைச் சுருள் குழல் வழி (Cochlear Canal) ஒன்று உண்டு. ஸ்காலா வெஸ்டிபுயுலிலிருந்தும் ரீஸ்நெர்



படம் 57
கோர்டி உறுப்பு

படலம் என ஒரு மெல்லிய படலம் நத்தைச் சுருள் குழல் வழியைப் பிரிக்கின்றது.

அரை வட்டக்குழல்கள் மூன்று உண்டு. அவற்றின் கீழ்ப்பகுதி ஒன்றாக இணைந்திருக்கின்றன. மூன்று குழல்களில் ஒன்று தட்டையாகவும் மற்ற இரண்டும் செங்குத்தாகவும் அமைந்திருக்கின்றன. அரை வட்டக் குழல்களின் ஒரு முனை உருண்டு பந்து போன்றிருக்கும். குழல்களினுள் திரவமும் ஓட்டோலித் (Otolith) என்ற உறுப்பும் உண்டு. இவை சமப்படுத்தல் செயல்களைச் செய்கின்றன.

அங்கவடியிலிருந்தும் ஒலி அலைகள் ஃபெனஸ்ட்ரா ஓவாலிஸ் வழியாக உட்காதுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றது. பிறகு பேசிலார் (Basilar) படலத்துக்குக் கீழே உள்ள நிணநீர் (Perilymph) வழியாக நத்தைச் சுருள் குழலின் முனைக்குச் சென்று திரும்பி எதிர்ப்புறத்தில் ரீஸ்நெர் சவ்வை ஒட்டி வருகின்றன. சவ்வை ஒட்டி ஒலி அதிர்வுகள் வரும்பொழுது அக நிணநீர் அலைவுக்குள்ளாகின்றது. இவ்வலைவுகள் கோர்டி உறுப்புகளில் உள்ள உணர்ச்சிச் செல்களால் கிரகிக்கப்படுகின்றன. செல்களிலிருந்து ஒலி அலைகள் உணர்வலைகளாக மாற்றப்பட்டு செவி நரம்புகளால் மூளைக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. மனிதனின் செவி இயல்பாக விநாடிக்கு 2000 சுழல்கள் கொண்ட ஒலியைத்தான் கேட்கும் ஆற்றலுடையது.

மற்ற முதுகெலும்பினங்களில் காது பாலூட்டிகளைப் போன்று சிறப்பாக வளர்ச்சி பெற்றிருக்கவில்லை. அவற்றில் வெளிக் காது,

நடுக்காது, உட்காது என்ற மூன்று பிரிவுகள் இல்லை. வெளிக்காது (காது மடல்) மற்ற முதுகெலும்பினங்களில் இல்லை. நடுக்காது, உட்காது என்று தனித்தனியே இராது. அவை சேர்ந்தே இருக்கின்றன. மீன்களில் நத்தைச் சுருள் குழல் கிடையாது. எலும்புகளும் கிடையாது. ஆனால் லேபிரின்த்தின் (Labyrinth) மற்ற பாகங்கள் உள்ளன. அவை ஒலியை அறிதற்கு உதவி செய்கின்றன. நீர் நில வாழ்வனவற்றுள் செவிப்பறை உண்டு. செவிப்பறையை ஒட்டிக் கொண்டு கொலமெல்லா ஆரிஸ் (Columella Auris) என்ற சிறிய எலும்பு உண்டு. இதுதான் ஒலி அதிர்வுகளை உட்காதுக்கு எடுத்துச் செல்கின்றது.

ஊர்வனவற்றில் சாக்குலசிலிருந்து ஒரு வெளி வளர்ச்சி பாகம் உள்ளது. ஆமைகள் மிகமெல்லிய ஒலியைக் கேட்கமுடியாது. பாம்புகளுக்கு செவிப்பறை கிடையாது. அதனால் காற்றின் வழியாக வரும் ஒலி அலைகளைக் கேட்க முடியாது. ஆனால் தலை தரையோடு உராய்வதால் அதன்மூலமாக ஒலியைக்கேட்கின்றது.

பறவைகளில் நத்தைச்சுருள் குழல் உண்டு. பாலூட்டிகளில் செயல்படுவது போன்றே செயல்படுகின்றது. சில பறவைகள் பாலூட்டிகள் போன்று ஒலிகளை நன்றாகக் கேட்கக் கூடியவை. மற்றவை மெல்லிய ஒலிகளைக் கேட்க முடியாதவை. ஆனால் பொதுவாக பறவைகள் ஒலிஅலைகளின் வீச்சுகளையும் அகலத்தையும் தெளிவாக வேறுபடுத்தும் திறன் கொண்டவை.

பொந்துகளிலும், வளைகளிலும் வாழும் பாலூட்டிகளுக்கு. வெளிக்காது குறைந்து இருக்கும். அல்லது இல்லாதிருக்கும். இது வளைவாழ் விலங்குகளின் தகவமைப்பாகும். காதுமடல் வளைவாழ்க்கைக்குத்தடையாக இருப்பதே இதன் காரணம்.

வலியுணர்வு வாங்கிகள் (Algesi receptors)

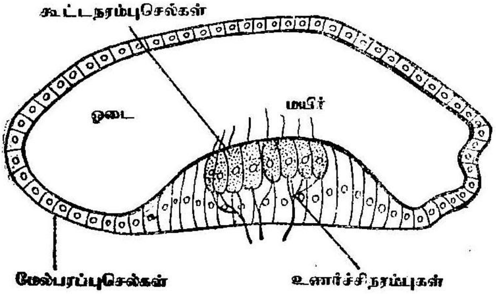
வலியுணர்வு வாங்கிகள் வலியை உணர்ந்து மூளைக்கு அனுப்பும் தன்மை உள்ளன. வலியுணர்வு வாங்கிகளே உணர்ச்சி வாங்கிகளின் எண்ணிக்கையில் அதிகம் உள்ளவை. அவை மனிதனில் சுமார் 40,00,000 எண்ணிக்கையுடையன. வலியுணர்வு வாங்கிகள் தோலின் நரம்புகளின் முனையில் காணப்படும். வலியுணர்வு வாங்கிகளுக்கும் தொடுஉணர்ச்சி வாங்கிகளுக்கும் அதிக வேறுபாடு இல்லை என்பது பெரும்பாலான ஆராய்ச்சியாளர்களின் கருத்து.

ரியோ உணர்ச்சி வாங்கிகள் (Rheo receptors)

ரியோ உணர்ச்சி வாங்கிகள் இயக்க உணர்ச்சி வாங்கிளின் ஒருவகையாகும். பொதுவாக நீரில்வாழும் விலங்குகள்

நீரின் ஓட்டத்திற்குத் தக்கவாறு நிலைபெற்று வாழ்வதற்கான தக வமைப்புகளைச் செயலாக்கும் உணர்ச்சி உறுப்புகள்தான் ரியோ உணர்ச்சி வாங்கிகளாகும். இவ்வகையில் மீன்களின் பக்கக் கோட்டு உணர்ச்சி உறுப்புகளும் (Lateral Line Sense Organs) சமநிலை சீர்உறுப்புகளும் (Statocysts) முக்கியமானவையாகும். மேலும் குழிஉறுப்புகள் (Pit organs) லாரன்சினியின் ஆம் புலாக்கள் (Ampulleae of Lorenzini) ஆகிய உறுப்புகளும் ரியோ உணர்ச்சி வாங்கிகள்தான்.

பக்கக்கோட்டு உணர்ச்சி உறுப்புகள் : எலும்பு மீன்கள் குருத்தெலும்பு மீன்கள், சில நீர்வாழ்வன ஆகியவற்றில் இந்த உணர்ச்சி உறுப்புகள் காணப்படுகின்றன. இவ்வுறுப்பு தலையிலும் காணப்படும். இவ்வுறுப்பு நீளமாக ஒரு ஓடைபோன்றிருக்கும். இதன் மேற்புறம் பொதுவாக மூடப்பட்டிருக்கும். ஓடையின் சுவற்றில் மேல்பரப்பு செல்கள், மயிர்செல்கள் (Hair cells) ஆகியவை உண்டு. செல்கள் எல்லாம் கூட்டம் கூட்டமாக (Neuro masts) இருக்கும். செல்களின் கூட்டத்தில் உள்ள மயிர் செல்களின் மயிர்கள் ஓடையினுள் நீண்டுகொண்டிருக்கும். (படம் 58),



படம் 58
பக்கக்கோட்டு உணர்ச்சி உறுப்பின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம்

பக்கக் கோட்டு உறுப்புகள் மீன்களில் செவி உணர்ச்சி வாங்கியாகவும் செயல்படுகின்றன. மேலும் நீரோட்டத்தின் வேகத்தையும், திசையையும் மீன்கள் இவ்வுறுப்புகள் மூலம் அறிந்து கொள்கின்றன. பக்கங்களில் உள்ள மற்ற மீன்களின் அல்லது உயிரற்ற பொருட்களின் அடர்த்தி, தன்மை ஆகிய வற்றையும் பக்கக் கோட்டு உறுப்புகள் தெளிவு படுத்துகின்றன.

சமநிலை சீர் உறுப்புகள் (Statocysts): சமநிலை சீர் உறுப்புகள் விலங்குகளைச் சமநிலைப்படுத்த உதவுகின்றன. குழியுடலிகளிலும், மெல்லுடலிகளிலும், சமநிலை சீர் உறுப்புகள் உள்ளன. ஒரு சமநிலை சீர் உறுப்பு வட்ட வடிவமானது. அதனுள் திரவம் நிறைந்திருக்கும். சுற்றியுள்ள சுவர் உணர்ச்சிச் செல்களாலானது. உணர்ச்சிச் செல்களிலிருந்தும் நுண்ணிய மயிர்கள் உறுப்பின் உள்பகுதிக்கு நீண்டுகொண்டிருக்கும். உறுப்பினுள் ஒரு திடப்பொருள் உண்டு. அதன் பெயர் ஓட்டோலித் (Otolith). ஓட்டோலித் நுண்ணிய மயிர்களைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் நிலை அவ்விலங்கின் சமநிலையாகும். இந்நிலையில் அவ்விலங்கு ஏற்றத் தாழ்வு இன்றிச் சமமாக நீந்திக்கொண்டிருக்கும். விலங்கின் சமநிலை பாதிக்கப்படும்பொழுது அதாவது விலங்கு ஒரு பக்கமாகச் சாயும் பொழுது ஓட்டோலித்தின் மயிர்கள்மேல் உள்ள அழுத்தம் மாற்றப்படுகிறது. இதனால் உணர்ச்சிச்செல்களிலிருந்து உணர் வலைகள் புறப்பட்டு உடலைச் சமப்படுத்தச் செய்கின்றன.

மெடுசாக்களில் பொதுவாக 8 சமநிலை சீர் உறுப்புகள் உண்டு. நண்டுகளில் ஓட்டோலித்துகள் மணல், கல் அல்லது இரும்புத்துகள்கள் போன்றவையாக இருக்கும். நண்டுகள் தோலுரிக்கும் பொழுது சமநிலை உறுப்புகளில் என்ன பொருட்கள் ஊடுருவிச் செல்லுகின்றதோ அது ஓட்டோலித்தாகச் செயல்படும்.

முதுகெலும்பினங்களில் சமநிலை உட்காதின் மூன்று அரை வட்டக்குழல்களால்தான் செயல்படுகின்றது. அரை வட்டக் குழல்களின் ஒரு முனையில் பந்து போன்ற உருண்டை வடிவம் உள்ளது. இது சமநிலை சீர் உறுப்புகள் போன்று வேலை செய்கின்றது. இதை ஆம்புலா (Ampulla) என்று அழைப்பதுண்டு. ஆம்புலாவின் உட் பக்கத்தில் கீழிலிருந்து தூண் போன்ற அமைப்பு காணப்படுகின்றது. இந்த அமைப்பில் துணை செல்கள் (Supporting Cells) சேர்ந்து உள்ளன. கிரிஸ்டா (Crista) என்ற இந்த அமைப்பின் முனையில் உணர்ச்சிச் செல்கள் உண்டு. உணர்ச்சிச் செல்களிலிருந்தும் முடிகள் நீண்டு கொண்டிருக்கின்றன. உணர்ச்சிச் செல்களைச்சுற்றி ஒரு மெல்லிய உறை விரல் முனை (Cupula) போன்று காணப்படுகின்றது. நிலையான தன்மையில் விரல் முனை போன்ற உறை அசைவற்று இருக்கும். இதனால் உணர்ச்சிச்செல்களிலிருந்து வெளிப்படும் நரம்பலைகள் ஒரே சீராக இருக்கும். சமநிலை பாதிக்கப்படும்பொழுது ஆம்புலாவில் உள்ள திரவம் வலது பக்கமோ இடது பக்கமோ அசைகின்றது. அதற்கேற்றவாறு விரல்முனை உறையும் சாயும். விரல்முனை உறை சாயும்பொழுது உணர்ச்சிச் செல்களின் முடிகள் குறிப்பிட்ட பக்கம் நோக்கி

இழுக்கப்படுகின்றன. இதனல் ஒழுங்கான நரம்பலைகள் பாதிக்கப் படுகின்றன. நரம்பில் நரம்பலைகள் மூளையை நோக்கிக் கடத்தப் படுகின்றன.

மூன்று அரை வட்டச் குழல்களும் வெவ்வேறு நிலைகளில் உள்ள தால் உடலின் எந்த ஒரு சமநிலை மாற்றமும் ஏதாவது ஒரு ஆம்புலாவால் சமப்படுத்தப்படுகின்றது.

குழி உறுப்புகள் : குழி உறுப்புகள் தோலில் உள்ள குழி களில் உள்ள உறுப்புகளாகும். குழிகளில் உணர்ச்சி வாங்கி செல்கள் கூட்டமாக இருக்கும். இவை நரம்புகளோடு இணைக்கப் பட்டு மூளையுடன் தொடர்பு கொண்டிருக்கின்றன. குழிஉறுப்புகள் தலையில் வரிசையாகக் காணப்படும். உடலில் ஆங்காங்கே குறை வாகத்தான் காணப்படுகின்றன. திருக்கை மீன்களில்தான் குழி உறுப்புகள் அதிகமாக உள்ளன.

லாரன்சினியின் ஆம்புலாக்கள் : லாரன்சினியின் ஆம்புலாக் களும் ஒரு வகைக்குழி உறுப்புகளே. இவை குருத்தெலும்பு மீன்களில் மட்டுமே காணப்படும். குருத்தெலும்பு மீன்களின் தலையிலும் அடிப்புறத்திலும் லாரன்சினியின் ஆம்புலாக்கள் அதிகம் உள்ளன. இவை தோலில் ஆழமான குழிகளில் நீளமான குழாய் உடையதாக இருக்கும். குழாயின் கடைசி பாகத்திற்கு ஆம்புலா என்று பெயர். ஆம்புலா சிறிது விரிந்திருக்கும். ஆம்புலாவின் முடிவில் எட்டு அறைகள் ஆரவடிவில் அமைந்திருக் கின்றன. இவ்வறைகள் நரம்புகளுடன் இணைந்து மூளையுடன் தொடர்பு கொண்டிருக்கின்றன.

மேற்சென்ன குழி உறுப்புகளும் லாரன்சினியன் ஆம்புலாக் களும் மீன்களில் தட்பவெப்ப நிலையை அறிவதற்குப் பயன் படுகின்றன.

ரேடியோ உணர்ச்சி வாங்கிகள்

ரேடியோ உணர்ச்சி வாங்கிகள் மூன்று வகையில் செயல் படுகின்றன. பார்வை உணர்ச்சி வாங்கிகள் பொருள்களைப் பார்ப்பதற்குப் பயன்படுகின்றன. இதன் மூலம் பொருட்களின் அளவு, அமைப்பு, தூரம் முதலியன அறியலாம். உணர்ச்சி வாங்கிகளில் மேம்பட்டது பார்வை உணர்ச்சி வாங்கிகள் எனலாம். வெப்ப உணர்ச்சி வாங்கிகளும் குளிர் உணர்ச்சி வாங்கிகளும் ஒரே தன்மையுடையன.

பார்வை உணர்ச்சி வாங்கிகள்

பார்வை உணர்ச்சி கண் புள்ளிகள் (Eye spots), தனிக் கண்கள் (Ocellus), கூட்டுக் கண்கள் (Compound Eyes), கண்கள் (Eyes) ஆகியவற்றால் உணரப்படுகின்றது.

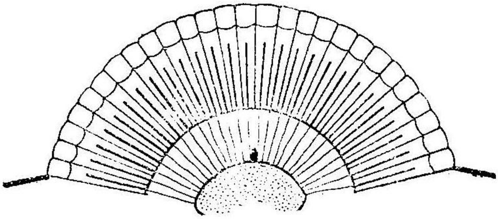
முதுகெலும்பல்லனவற்றுள் பார்வை: சில விலங்குகளில் பார்வை உணர்ச்சி வாங்கிகள் இல்லை. ஆனால் இவற்றிலும் பார்வை செல்கள் உண்டு. அவை பார்வை உணர்ச்சிகளைக் கிரகிக்கின்றன. மையா (Mya) என்ற இரு வால்வி, சைஃபன்களை நீருக்குள் நீட்டிக் கொண்டு சுவாசம் செய்து கொண்டிருப்பதைப் பார்க்கலாம். ஒளியைத்திடீரென்று அதன்மேல் படும்படி செய்தால் சைஃபன்களை உள்ளே சுருக்கிக்கொள்கிறது. மேலும் உடல் முழுவதிலும் அசைவும் ஏற்படுகின்றது. இதன் காரணம் பார்வை செல்கள் உடல் முழுவதும் பரவிக் கிடக்கின்றன என்பதுதான். மண்புழுக்களில் கண் இல்லை என்றாலும் அவற்றின் முன் பக்க மேல் பகுதி ஒளித்தூண்டல்களைக் கிரகிக்க முடிகின்றது. மேற் சொன்ன விலங்குகள் யாவும் வளைக்குள் அல்லது சேற்று நிலத்தில் வாழ்பவை.

தன்னிச்சையாக வாழும் விலங்குகளில் பார்வை உறுப்புகள் வெவ்வேறு நிலைகளில் வளர்ச்சி பெற்றிருக்கின்றன. குழியுடலிகளில் நிற அணுக்கள் (Pigments) உடைய செல்கள் ஒரு குழி வடிவில் அல்லது தட்டு வடிவில் ஒழுங்காக அமைந்திருக்கும். நிற அணுசெல்களுக்கு ஊடே உணர்ச்சிச்செல்களும் ஒழுங்காக அமைந்திருக்கின்றன. இதுதான் ஆதி அமைப்பாகும். இக்கண்களால் ஒளியின் சக்தியையும் அது எத்திசையிலிருந்து வருகின்றது என்பதையும் அறிந்து கொள்ள முடிகின்றது. வளைப்புழுக்களில் அட்டைகள், நீரிஸ் புழுக்கள் ஆகியவற்றில் கண்கள் உண்டு. நீரிஸ் புழுக்களில் கண் சிறிய உருண்டை வடிவில் உள்ளது. கண் குழி உடலினுள்ளும் அது வெளியே ஒரு சிறிய துளை மூலமும் திறந்திருக்கும். துளையை கியூட்டிகிள் (Cuticle) ஒரு மெல்லிய படலமாக மூடிக் கொண்டிருக்கும். கண் குழியைச் சுற்றிய சுவற்றில் நிற அணுக்களும் விழித்திரை (Retinal) செல்களும் உண்டு. இக்கண் காமிரா கண் (Camera eye) போன்றிருந்தாலும் இதன் செயல் முறையைப் பற்றித் தெளிவாகத் தெரியவில்லை.

கணுக்காலிகளின் கூட்டுக் கண்

ஒரு கூட்டுக்கண் பல சிறிய கண்களை அல்லது தனிக் கண்களைக் கொண்டது. சிறிய கண்களை ஆமட்டீடியம் (Ommati-

duim) என்று சொல்வதுண்டு (படம் 59). ஆமட்டீடியாக்கள் விசிறி போன்று வரிசையாகச் சேர்ந்திருக்கும். அவை ஒன்றுடன்

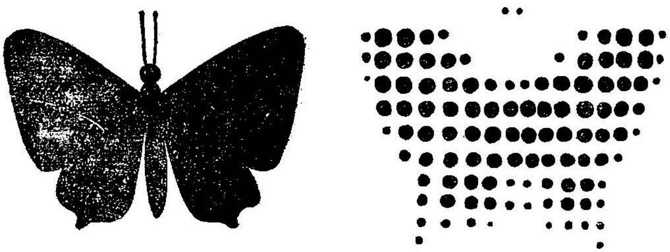


படம் 59
கூட்டுக் கண்ணின் வெட்டுத்தோற்றம்

ஒன்று தனித்தும், அவற்றின் கீழ்ப்பகுதி நரம்புகளால் பிணைக்கப் பட்டுமிருக்கும். ஒரு ஆமட்டீடியாவின் அமைப்பைப் பார்ப்போம். கூட்டுக்கண்ணின் மேல் பகுதியிலேயே ஒவ்வொரு ஆமட்டீடியாவும் வரைகளால் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். ஆமட்டீடியாவின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றத்தை ஆராய்வோமானால் அதன் விழி வெண்படலமும் (Cornea) மேற்புறத்தில் வளைந்திருக்கக் காணலாம். இதற்குப்பின் கிரிஸ்டலைன் (Crystalline) கூம்பு உண்டு. விழி வெண்படலமும் கிரஸ்டலைன் கூம்பும் சேர்ந்து லென்சாக வேலை செய்கின்றது. கிரிஸ்டலைன் கூம்பிற்கு அடுத்து நீண்ட ராஃப்டோம் (Rhabdom) என்ற அமைப்பு உண்டு. இது ஒளிக் கதிர்களை விலக்கக் கூடிய சக்தி கொண்டது. ராஃப் டோமைச் சுற்றி 7 அல்லது 8 விழித்திரை செல்கள் உள்ளன (Retinal Cells). ராப்ஃடோம் அதைச் சுற்றியுள்ள விழித்திரை செல்களால் சுரக்கப்பட்டாகும். விழித்திரை செல்களின் கடைசிப் பகுதி நரம்புகளாக வெளிவந்து பார்வை நரம்புச் செல் திரளுடன் (Optic Ganglia) சேர்ந்திருக்கின்றன. ஆமட்டீடியத்தைச் சுற்றி நிற அணுச்செல்கள் உள்ளன. அவை இரண்டு வரிசையாக அமைந்திருக்கின்றன. முன்வரிசை கிரிஸ்டாலின் கூம்பைச் சுற்றியிருக்கின்றது. பின் வரிசை விழித்திரைச் செல்களைச் சுற்றிஅமைந்திருக்கின்றது (Proximal Pigment Cells and Distal Pigment Cells).

சாதாரண கூட்டுக் கண்கள் உடைய ஒரு கணுக்காலி சூழ்நிலையின் வெளிச்ச, இருட்டுப் பகுதிகளைத்தான் உணரமுடிகின்றதே தவிர அவை ஒவ்வொரு பொருளின் அளவு, அமைப்பு, தூரம் எல்லாவற்றையும் உணருகின்றன என்று சொல்ல முடியாது. தட்டான் பூச்சிகளில் கூட்டுக் கண்கள் நன்ருக

வளர்ச்சி பெற்றிருக்கின்றன. தட்டான் பூச்சியின் ஒவ்வொரு கூட்டுக் கண்ணிலும் சுமார் 28,000 ஆமட்டீடியாக்கள் உள்ளன. இக்கூட்டுக் கண் ஒரு பொருளின் உருவத்தை உணரமுடிகின்றது. ஒவ்வொரு ஆமட்டீடியாவும் ஒவ்வொரு புள்ளியாக அறிவதாகக் கொண்டால் எல்லா ஆமட்டீடியாக்களும் சேர்ந்து பொருளின் முழு உருவத்தைத் தெரிந்துகொள்கின்றன (படம் 60).



படம் 60.

கூட்டுக் கண்ணில் உருவம் புலனுவது. முதல்படம் ஒரு வண்ணத்து பூச்சியின் முழுஉருவம். இரண்டாவது படம் வண்ணத்துப் பூச்சியைக் கூட்டுக்கண்களினுல் பார்க்கும் ஒரு கணுக்காலிக்குக் கிடைக்கும் தோற்றம். கணுக்காலி வண்ணத்துப்பூச்சியை 10 அங்குல தூரத்தி லிருந்து பார்க்கிறது.

தலைக்காலிகள் தவிர, மற்ற தொகுதிகளில் கண்கள் எளிதாகவே இருக்கின்றன. முதுகெலும்பற்றனவற்றுள் தலைக் காலிகளின் கண்களே சிறந்தவை. தலைக்காலிகளின் கண் முதுகெலும்பு விலங்குகளின் கண் போன்றது. இருவகைக் கண் களிலும் விழித்திரை, விழி வெண்படலம், கிருஷ்ணபடலம், லென்ஸ், போன்றவை எல்லாம் ஒன்று போலவே காணப்படுகின்றன. இரு கண்களின் லென்சுகளும் பொருட்களின் பார்வையை மையப் படுத்துவதற்கு அவை விரிந்து, சுருங்கி தகவமைப்பதும் உண்டு. ஆனல் இரண்டு கண்களும் சில பண்புகளில் வேறுபடுகின்றன. முதலில் தலைக்காலிகளின் லென்சு உண்டாவது, இரண்டு பாதி லென்சுகள் பொருந்துவதால் ஆகும். முதுகெலும்பின் கண் லென்சு புற அடுக்கு (Ectodermal) செல்களிலிருந்து சில செல்கள் பிரிவதனல் உண்டாகின்றது. இரண்டாவதாக முதுகெலும்பு இனங்களின் விழித்திரை தலைகீழாக இருக்கின்றது ஆனல், தலைக்காலிகளின் விழித்திரை நேராக உள்ளது. முதுகெலும்பினங் களின் கண் மூளையின் வெளி வளர்ச்சியாக (கரு வளரும்பொழுது)

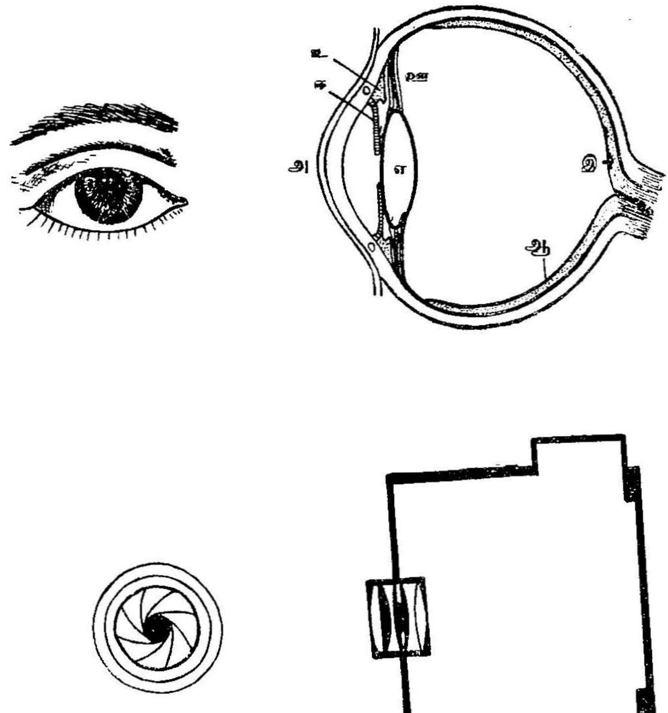
உண்டாகி ஒரு உருண்டை வடிவமாகின்றது (கண்குழி). இதனால் கண் குழியின் (Optic Vesicle) உட்பாகம் விழித்திரை யாகின்றது. விழித்திரையிலிருந்து பார்வை நரம்புகள் மூளையை நோக்கிப் புறப்படுகின்றன. லென்சு வழியாக உட்செல்லும் ஒளி முதலில் பார்வை நரம்பில் விழுந்து அதன் வழியாக விழித்திரையில் உள்ள செல்களை அடைகின்றது. இதனால்தான் இக்கண்ணில் விழித்திரை தலைகீழாக அமைந்திருக்கின்றது என்று சொல்கிறோம். தலைக்காலிகளில் கண்குழி புற அடுக்கு செல்களிலிருந்து உள் வாங்கி உண்டாகின்றது. மேலும் பார்வை நரம்பு கண் குழிக்கு வெளியே பின்புறத்திலிருந்து ஆரம்பிக்கின்றன. அதனால் கண் லென்சு வழியாக ஊடுருவி வரும் ஒளிக்கற்றைகள் முதலில் விழித்திரையில் பட்டு பிறகு பார்வை நரம்பால் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன.

முதுகெலும்பினங்களில் பார்வை

முதுகெலும்பினங்களின் கண்ணை ஒரு காமிராவுடன் ஒப்பிடலாம் (படம் 61). அதனால் அதை காமிராக் கண் என்றழைப்பதுண்டு. விழிவெளிப் படலம் (Scelerotic coat) காமிரா பெட்டிப் போன்று கண்ணைப் பாதுகாக்கிறது. ஒளியைக் கண்குழிக்கு வெளியே செல்லாமலும் தடுத்து நிறுத்துகின்றது. விழி வெளிப் படலத்தை ஒட்டி உள்ளே விழிஉட்படலம் (Choroid coat) உள்ளது. இப்படலத்தில்தான் நிறஅணுக்கள், இரத்தநாளங்கள் காணப்படுகின்றன. விழி உட் படலம் காமிரா பெட்டியின் கருப்புவண்ணப் பூச்சு போன்றது. விழிஉட்படலத்திற்கும் உள்ளே ஒளிக் கற்றைகளைக் கிரகிக்கும் விழித்திரை உண்டு. விழித்திரையைக் காமிராவின் படச் சுருளுக்கு ஒப்பிடலாம். கண்ணின் முன்பாகத்தில் விழிவெண் படலம் உள்ளது. கண்ணின் லென்சு காமிராவின் கண்ணாடி வில்லை போன்றது. அதுவிழிவெண் படலத்திற்கும் உள்ளே காணப்படுகின்றது. லென்சைச் சுற்றி கிருஷ்ண படலமும், கிருஷ்ண படலத்தின் மத்தியில் கண்மணி (பாவை-Pupil) உள்ளது. குவிமையம் (Focusing Point) லென்சின் அளவு மாறுவதால் உண்டாகின்றது. லென்சின் அளவு மாறுவதற்கு கிருஷ்ண படலத்தை ஒட்டியுள்ள சிலியாத் தசைகள் உதவி செய்கின்றன.

லென்சு கண்குழியை இரண்டு அறைகளாக்குகின்றது. இரண்டுஅறைகளில் பின் அறையே பெரிது. இவ்விரண்டு அறைகளிலும் திரவங்கள் உண்டு. முன் அறையில் உள்ள திரவம் முன் கண் ரசம் (Aqueous Humor) என்றும் பின் அறையிலுள்ள

திரவம் பின் கண்ரசம் (Aqueous Vitreous) என்றும்அழைக்கப் படுகின்றன.



படம் 61

முதுகெலும்பின் கண்ணும் காமிராகண்ணும் ஒப்பிடப்பட்டுள்ளது. அ. கண் வெளிப்படலம் ஆ.விழித்திரை இ. பிம்பம் விழும்இடம் ஈ. கிருஷ்ண படலம் உ.சிலியாத்தசை ஊ. சிலியாத்தசை இழைகள் எ. பார்வை நரம்புகள்

கண்தகஅமைத்தல் (Accommodation)

திருத்தமான பார்வை கிடைக்கவேண்டுமானல் விழித்திரையில் பார்வை பொருட்களின் பிம்பம் ஒழுங்காக விழவேண்டும். ஒழுங்கான பிம்பம் கிடைப்பதற்கு கண்ணின் உறுப்புகள் ஒன்றுடன் ஒன்று சேர்ந்து செயல்படுகின்றன. இதைத்தான் கண் தக அமைப்பு என்று சொல்கிரும்.

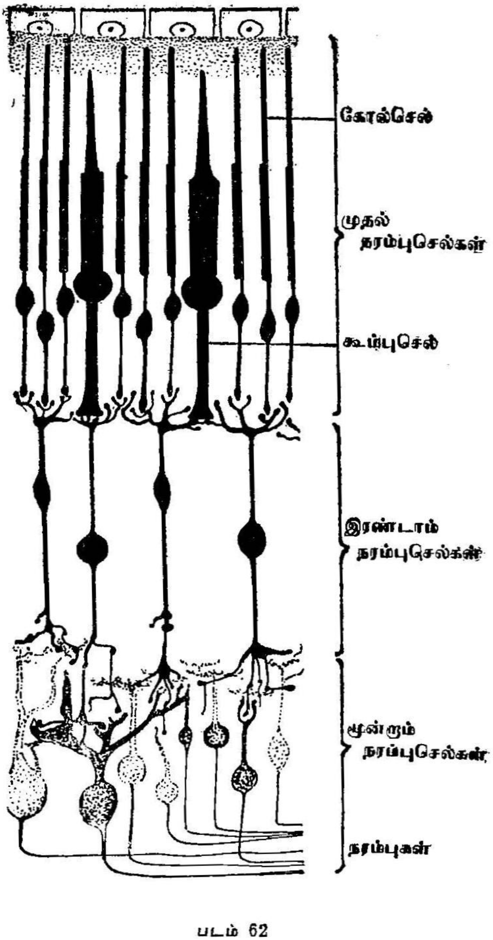
மீன்கள், நீர்நில வாழ்வன, பாம்புகள் ஆகியவற்றில் பொருட்களைத் தெளிவாகப் பார்ப்பதற்குக் கண்ணின் லென்சு முன்னும் பின்னும் செல்கின்றது. பாம்புகள் தவிர மற்ற ஊர்வனவற்றிலும், பறவைகள், பாலூட்டிகள் ஆகியவற்றிலும் லென்சு இடத்தை மாற்றிக்கொள்ளாது. அதனுடைய வடிவத்தை மாற்றிக் கொள்கிறது. லென்சைச் சுற்றியுள்ள சிலியாத் தசைகள் லென்சின் உருவத்தை மாற்றுவதற்கு உதவி செய்கின்றன. தூரப் பொருட்களையும் கிட்டப் பொருட்களையும் பார்ப்பதற்கு ஏற்றவாறு லென்சு உருண்டும் சிறுத்தும் மாற்றம் அடைகின்றது. அதனால் பொருட்களின் பிம்பம் தெளிவாக விழித்திரையில் விழுகின்றது. பக்கத்திலுள்ள பொருட்களைப் பார்க்கும் பொழுது லென்சின் முன்பாகம் அதிகமாக வளைகின்றது.

விழித்திரையின் அமைப்பு

விழித்திரையில் இரண்டு வகை செல்கள் உண்டு. அவை கோல் செல்களும் (Rods) கூம்பு செல்களுமாகும் (Cones) படம் (62). இவை ஒளிக்கற்றைகளைக் கிரகித்து அவற்றை நரம்புகளின் வழியாக மூளைக்கு அனுப்புகின்றன. விழித்திரையைப் பார்த்தவுடன் அது தலைகீழாக அமைந்திருக்கின்றதோ என்ற எண்ணம் வருகின்றது. ஏனென்றால் பார்வை செல்களான கோல்களும் கூம்புகளும்தான் முதலில் இருக்க வேண்டும். இவ்வாறு இருந்தால்தான் ஒளிக்கற்றைகளை உடன் கிரகிக்க முடியும். இதற்கு மாறாக முதலில் நரம்புச் செல்கள் இருக்கின்றன. ஆனால் இந்த நரம்புச் செல் வரிசை மெல்லியதாகத் தான் இருக்கின்றது. அதனால் ஒளிக்கற்றைகள் உட்புகுவதில் அதிகத்தடை ஏற்படுவதில்லை. மேலும் உட்புகும் ஒளிக்கற்றையின் வேகம் அதிகமாக இருந்தால் குறைக்கப்படுகின்றது.

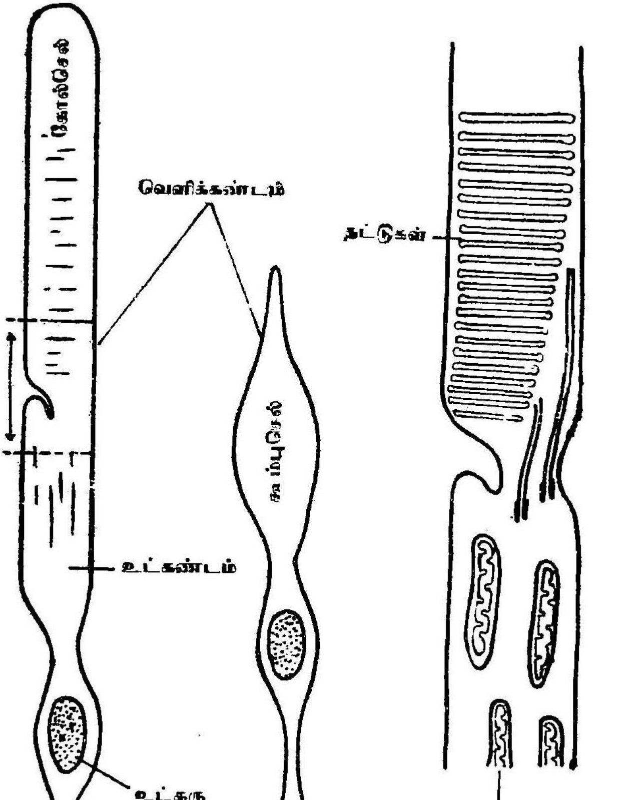
முதலில் நிற அணுக்களான ஒரு செல் அடுக்கு இருக்கின்றது. இந்த செல் அடுக்குகளுக்கு நேராக கோல், கூம்பு செல்களின் முனை நீண்டு கொண்டிருக்கின்றன. பிம்பம் உண்டாவதற்கான ஒளிக்கற்றைகள் முதலில் நரம்புச் செல் திரள் அடுக்கில் விழுகின்றன. அதன் பிறகு இருதுருவ நரம்புச் செல்கள் வழியாக (Bipolar Nerve Cells) கோல், கூம்பு செல்களில் படிகின்றன. ஒளிக்கற்றையில் 10% தான் கோல், கூம்பு செல்களால் கிரகிக்கப் படுகின்றன. மீதியுள்ளவற்றை நிற அணுக்கள் அடுக்கு கிரகித்துக் கொள்கின்றன. சில கோல், கூம்பு செல்கள் சேர்ந்து ஒரு இருமுனை செல்லில் குவிகின்றன. மேற்சொன்ன இரு முனை செல்களில் சில ஒரு நரம்புச் செல் திரளில் குவிகின்றன. நரம்புச் செல் திரள் ஒவ்வொன்றும் ஒரு நரம்பை மூளைக்கு அனுப்புகின்றது.

கோல், கூம்பு செல்கள் நரம்புச் செல்களின் கிளைகள் போன்றவை. அவற்றின் பரவல் ஒன்று போலிருப்பதில்லை.



படம் 62
விழித்திரையின் அமைப்பு

கண்ணிலிருந்து நரம்புச் செல் ஆரம்பிக்கும் இடத்தில் இவ்வகைச் செல்கள் காணப்படுவதில்லை. அதனால் இந்த இடம் ஒளிக் கற்றைகளைக் கிரகிக்க முடியாது. இவ்விடம் குருட்டு இடம் (**Blind Spot**) என்று அழைக்கப்படுகின்றது. கண் லென்சுக்கு நேராக உள்ள பிம்பம் விழும் இடத்தில் கூம்பு செல்கள்தான்



படம் 63

கோல், கூம்பு செல்களின் அமைப்பு. மூன்றாவது படம் கோல் செல்லின் அமைப்பை (கோடிட்டு காட்டப்பட்டுள்ளது) மின் உருப்பெருக்கியின் மூலம் பார்க்கும்பொழுது.

உண்டு. இவ்விடத்திலிருந்து ஓரத்திற்குச் செல்லச் செல்ல கூம்பு செல்களின் எண்ணிக்கை குறைந்து கொண்டே வரும். கோல் செல்களின் எண்ணிக்கை அதிகரித்துக்கொண்டு செல்லும் கோல் செல்கள் மங்கலான வெளிச்சத்தையும், கூம்பு செல்கள் அதிக வெளிச்சத்தையும் கிரகிக்க உதவுகின்றன. ஆதலால் கோல் செல்கள் மங்கலான வெளிச்சத்திலும், கூம்பு செல்கள் அதிக வெளிச்சத்திலும் வேலை செய்கின்றன என்று கொள்ளலாம்.

கோல் கூம்பு செல்களை மின் உருப் பெருக்கியின் உதவியால் ஆராய்ந்ததில் அவற்றில் பல நுண்ணிய பாகங்கள் உள்ளன என்று அறியப்பட்டது (படம் 63). ஒவ்வொரு செல்லும் வெளிக் கண்டம் (Outer Segment). உள் கண்டம்(Inner Segment) என்ற இரு கண்டங்களால் ஆனது. இரு கண்டங்களும் ஒரு சிறிய இழையால் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. மின் உருப் பெருக்கியில் இந்த இணைப்பு இழையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தைப் பார்த்ததில் அது ஒரு சிலியாவின் அமைப்புப் போன்று தோற்ற மளித்தது. ஒவ்வொரு செல்லிலும் ஒரு உட்கருவும் செல் முடியும் முனை இணைப்புக்கு ஏற்றவாறும் உள்ளது. கூம்புச் செல்களின் வெளிக் கண்டம் தடித்தும் கூம்பு போன்றும் காணப்படுகின்றது. கோல் செல்களின் வெளிக் கண்டம் கழி போன்றுள்ளது. இரண்டு வகை செல்களின் வெளிக் கண்டத்திலும் மெல்லிய தட்டு போன்ற அமைப்புகள் ஒன்றுக்கு மேல் ஒன்ருகக் காணப்படுகின்றன. மேலும் இக்கண்டத்தில் ஒரு நிற அணு உண்டு. இவ்வணு ஒளி படுவதால் வேதிய மாற்றங்கள் அடையக்கூடியது. உட்கண்டத்தில் பல நீளமான மைட்டோ கோண்ரியாக்கள் (Mitochondria) காணப்படுகின்றன. வெளிக் கண்டம் ஒளியைக் கிரகிக்கக்கூடிய தாகவும், உட்கண்டம் அதற்குச் சக்தியைக் கொடுக்கிறதாகவும் கருதப்படுகின்றது.

பார்வை நிறமிகள் அல்லது அணுக்கள் (Visual Pigments)

கோல் செல்களில் ரொடாப்சின் (Rhodopsin) என்ற வேதியப் பொருள் உண்டு. ரொடாப்சினுடன் ஒரு நிற அணுவும் சேர்ந்திருக்கும். நிற அணுவின் பெயர் ரெற்றினேன்(Retinene). நிற அணுவுடன் ஆப்சின் (Opsin) என்ற புரதமும் கலந்திருக்கும். ரொடாப்சினில் ஒளி தாக்கும்பொழுது அது மஞ்சள் நிற கலவை யாகின்றது. இக்கலவையில் ரெற்றினேனும் ஆப்சினும் கலந் திருக்கும். ஒளியின் கிரகித்தல் நீடிக்கும்பொழுது ரொடாப்சின் கரோற்றினொய்டு என்ற வைட்டமின் 'ஏ' (Carotinoid)யாக மாற்ற மடைகின்றது. ஒளி ஊடுருவல் நின்று இருட்டாகும்பொழுது

கரோற்றினுய்டு திரும்பவும் ரொடாப்சினுகின்றது. ஒளி புகுவதால் ஏற்படும் வேதியல் மாற்றங்களைக் கீழே காணலாம்.

ஒளி
ரொடாப்சின்→லூமிரொடாப்சின் (Lumi Rhodopsin)
→மெட்டா ரொடாப்சின் (Meta Rhodopsin)
↓
ரொடாப்சின்←ரெற்றினைன் +ஆப்சின்→வைட்டமின் ⇌'ஏ'

வண்ணப் பார்வை (Colour Vision)

வண்ணப் பார்வை எப்படிக்கிட்டுகின்றது என்று தெளிவாக விளக்க முடியவில்லை. இது பற்றி வெவ்வேறு கருத்துகள் நிலவி வந்தாலும் இப்படித்தான் வண்ணப் பார்வை ஏற்படுகின்றது என்று உறுதியாகச் சொல்ல முடியவில்லை. கூம்பு செல்கள்தான் வண்ணங்களை அறிகின்றன என்றும் அவை மூன்று வகைப்படும் என்றும் ஒரு கருத்து உண்டு. இவை மூன்றிலும் வெவ்வேறு வேதியப் பொருட்கள் உண்டு. இம்மூன்று பொருட்களும் மூன்று வண்ணக் கதிர்களால் தாக்கப்படுகின்றன. யாங், ஹெல்ம் ஹால்டஸ் (Young, Helmholtz) என்ற அறிவியலாளர்களின் கருத்துப்படி ஃபோவியா (Fovea - இவ்விடத்தில்தான் பொருட்களின் பிம்பம் படுகின்றன) என்ற இடத்தில் பல கூம்புச் செல்கள் உள்ளன என்றும் ஒவ்வொரு செல்லும் தனித்தனி நரம்பினுல் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன என்றும் அவை உடலின் ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தை அடைகின்றன என்றும் சொல்லப்படுகிறது. இந் நரம்புகள் டாமிநேட்டர் (Dominator) என்று அழைக்கப்படுகிறன. கிரானிட்டும் (Granit) அவரைச் சார்ந்தவர்களும் இந் நரம்புகளைத் தனியாகப் பிரித்தெடுத்து அவை வெவ்வேறு வண்ணங்களின் நரம்பலைகளைக் கடத்துகின்றன என்று அறிந்துள்ளனர். இவர்களின் பரிசோதனை யாங், ஹெல்ம்ஹால்ட்ஸ் கருத்துக்கு ஆதரவாக உள்ளது. மற்றும் ஒரு வகை நரம்புகளும் உண்டு. இவை மோடுலேட்டர் நரம்புகளாகும். மோடுலேட்டர் நரம்புகள் நீலம், பச்சை, சிவப்பு ஆகிய வண்ணக்கதிர்களைக் கிரகிக்கின்றன என்றும் கருதப்படுகிறது.

தட்ப வெப்ப உணர்ச்சி வாங்கிகள் (Thermo Receptors)

பொதுவாக எல்லா விலங்குகளும் குளிர்ச்சியையும் வெப்பத்தையும் அறிந்து கொள்கின்றன. ஆனுல் தட்பவெப்ப உணர்ச்சிகளை அறிந்து கொள்ளும் உணர்ச்சி வாங்கிகள் எங்கிருக்கின்றன, எப்படிப்பட்டவை என்ற பல கேள்விகளுக்குப் பதில் இன்னும் மறைமுகமாகவே இருக்கின்றது. பரமேசியங்கள் சூழ்நிலையின்

குறிப்பிட்ட தட்பவெப்ப நிலையில் வாழ்கின்றன. வெப்பநிலையை அதிகப்படுத்தும் பொழுது அவை விலகிச் செல்கின்றன. கடலில் வாழ்வனவற்றிற்கு தட்ப வெப்பநிலைகளை அறிவதற்காக உணர்ச்சி வாங்கிகள் சிறப்பாக வளர்ச்சி பெறவில்லை. இதன் காரணம் கடலில் மிக அதிக வெப்பமுடைய சூழ்நிலை இல்லாதிருத்தலேயாகும்.

பூச்சிகளில் தட்பவெப்ப நிலையை அறியும் உணர்ச்சி வாங்கிகள் சிறப்படைந்திருக்கின்றன. குறிப்பிட்ட தட்பவெப்ப நிலையில்தான் எறும்புகள் முட்டையிடுகின்றன. சூழ்நிலையின் தட்ப வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் பொழுது எறும்புகள் தங்களின் முட்டைகள், கூட்டுப்புழுக்களை வளைகளின் ஆழப்பகுதிகளுக்கு எடுத்துச் சென்று விடுகின்றன. தேனிக்கள் தங்கள் கூடுகளில் தட்ப வெப்ப நிலை குறைந்தால் தங்கள் சிறகுகளினால் விசிறி தட்ப வெப்ப நிலையை அதிகரிக்கின்றன. மூட்டைப்பூச்சிகளும் கொசுக்களும் மனித இரத்தத்தை உறிஞ்சும் பொழுது தட்ப, வெப்பநிலை வேறுபடுவதை அறிந்து கொள்ளுகின்றன. தேள் அதிக வெப்ப நிலையில் சுருண்டு விழுகின்றது. தேளின் கொடுக்கு, கால்கள் எல்லாம் தட்பவெப்ப உணர்ச்சி வாங்கிகளாகும்.

குருத்தெலும்பு மீன்கள் தட்ப, வெப்ப மாற்றங்களை உடனே அறிந்து கொள்கின்றன. இம்மீன்களின் தலையில் உணர்ச்சி பல்புகள் உள்ளன இவை தட்ப வெப்ப உணர்ச்சி வாங்கிகளாகச் செயல்படுகின்றன. எலும்பு மீன்கள் குருத்தெலும்பு மீன்கள் போன்று தட்ப வெப்ப உணர்ச்சிகளைத் தெளிவாக உணர முடியவில்லை. ஊர்வனவற்றில் தட்ப வெப்ப உணர்ச்சி வாங்கிகள் அவற்றின் தகவமைப்புகளோடு சேர்ந்து செயல்படுகின்றன.

மனிதனின் தட்பநிலையையும், வெப்ப நிலையையும் அறிவதற்குத் தனித்தனி உணர்ச்சி வாங்கிகள் தோலில் உள்ளன. இவை குளிர் உணர்ச்சி வாங்கிகள் (Frigido receptors), வெப்ப உணர்ச்சிவாங்கிகள் என்று இரு வகைப்படும். இதைச் சூடாக்கிய ஒரு ஊசி முனையைத் தோலில் வெவ்வேறு இடங்களில் வைத்து தட்ப வெப்ப உணர்ச்சி வாங்கிகளைத் தனித்தனியே அறியலாம்.

11. இயக்க உறுப்புகள்

இயக்க உறுப்புகள் அல்லது செயல் உறுப்புகள் ஒரு செல்லினுலோ அல்லது ஒரு செல்லின் குறிப்பிட்ட பாகத்தினுலோ அல்லது செல்களின் கூட்டம் சேர்ந்த உறுப்புகளினுலோ செயல் படுகின்றன. மற்ற உறுப்புகள் போன்று பாக அளவில் மிகுதி யாக இருக்காது. இயக்க உறுப்புகள் அல்லது உணர்ச்சி வாங்கிகள் உணர்ச்சிகளுக்கு ஏற்றவாறு செயல்படுகின்றன.

உணர்ச்சி உறுப்புகளிலிருந்து உணர்வலைகள் நேரடியாக இயக்க உறுப்புகளை அடைகின்றன. அல்லது உணர்வலைகள் மூளையின் வழியாக இயக்க உறுப்புகளை அடைந்து அவற்றைச் செயல்படுத்துகின்றன. சில உணர்வலைகள் ஹார்மோன்களி னுலும் தூண்டப்படுகின்றன.

கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளவை முக்கியமான இயக்க உறுப்புகளாகும்.

1. சிலியாக்கள் அல்லது குறுகிழைகளும் சாட்டைகளும் (Cilia and Flagella)
2. பொய்க்கால்கள் (Pseudopodia)
3. கொட்டும் செல்கள் (Memotocysts)
4. நிறமிகள் (Chromatophores)
5. மின் உறுப்புகள் (Electric Organs)
6. உயிர் ஒளி உறுப்புகள் (Bioluminescent Organs)
7. சுரப்பிகள் (Glands)
8. தசைகள் (Muscles)

மேற்சொன்ன இயக்க அல்லது செயல் உறுப்புகளெல்லாம் எல்லா விலங்குகளும் பெற்றிருக்கவேண்டும் என்பதில்லை. சில உறுப்புகள் முதுகெலும்பல்லன வற்றுள் மட்டும் காணப்படு கின்றன. மற்றும் சில முதுகெலும்பினங்களில் உள்ளன. மேற்சொன்ன செயலுறுப்புகளில் சிலியா போன்ற சாதாரண

உணர்ச்சி வாங்கிகளும் உள்ளன. மின் உறுப்புகள் போன்ற சிக்கலான உறுப்புகளும் விலங்குகளில் காணப்படுகின்றன. எட்டாம் அத்தியாயத்தில் தசைகளின் அமைப்பையும் செயல் முறையினையும் படித்தோம். சுரப்பிகள் பற்றி ஊட்டம் அத்தியா யத்தில் சிறிது அறிந்தோம். நாளமில்லாச் சுரப்பிகளைப் பற்றிய செயல்முறைகள் பின்வரும் அத்தியாயத்தில் விளக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த அத்தியாயத்தில் மற்ற உணர்ச்சி வாங்கிகளின் செயல் முறைகளைச் சிறிது ஆராய்வோம்.

சிலியாக்களும் சாட்டைகளும்

சிலியாக்களும் சாட்டைகளும் செயல் வாங்கிகளில் மிகச் சிறியன. கண்ணுக்குத் தெரியாதவை. உருப்பெருக்கியின் மூலமாகத்தான் பார்க்க முடியும். சிலியாக்கள் பொதுவாக வரிசையாகவோ கூட்டமாகவோ அமையப் பெற்றிருக்கும். சாட்டைகள் தனித்து இருக்கும். இவை இரண்டும் ஒருசெல் விலங்குகளில் இடப்பெயர்ச்சி உறுப்புகளாகச் செயல்படுகின்றன. சிலியாக்கள் ஒருசெல் உயிரிகளிலும் குழியுடலிகளின் உடலைச் சுற்றியும் காணப்படுகின்றன. மேலும், உருண்டைப் புழுக்கள் கணுக்காலிகள் தவிர மற்ற எல்லா விலங்குகளிலும் சிலியாக்கள் உடலின் உள்ளேயோ அல்லது வெளியிலோ காணப்படுகின்றன. சாட்டைகள் ஒருசெல் உயிரிகளிலும், பஞ்சுகளிலும் குழியுடலி களின் அகத்தோல் (Endoderm) செல்வரிசைகளிலும் உண்டு. ரோட்டிஃபெர் (Rotifer), சுடர்செல்கள் (Flame Cells) வளைப் புழுக்களின் சோலினோசைட்டுகள் (Solenocytes) எல்லா விலங்குகளின் விந்து செல்கள் ஆகியவற்றில் சாட்டைகள் உள்ளன.

சிலியாக்கள் இடப்பெயர்ச்சிக்கு உதவி செய்கின்றன. சிலியாக்கள் சிறியனவாதலால் அவை அசையும் பொழுது அல்லது இயங்கும் பொழுது சிறிய விலங்குகள் வேகமாகச் செல்லுகின்றன. பெரிய விலங்குகள் குறைவாகத்தான் செல்லு கின்றன. ரோட்டிஃபெர்களிலும் சில நத்தைகளிலும் சிலியாக்கள் இடப்பெயர்ச்சி உறுப்புகளாகச் செயல்படுகின்றன. மற்றும் சில செயல்களும் சிலியாக்கள் செய்கின்றன. ஊட்டம் இரத்த ஓட்டம், சுத்தப்படுத்தல், சுவாசம் ஆகிய செயல்களையும் சிலியாக்கள் செய்கின்றன. மேலும் நாளங்களில் பொருட்களின் இடப் பெயர்ச்சியைத் தூண்டுவதற்கும் பயன்படுகின்றன. ஒருசெல் உயிரிகளிலும் மெல்லுடலிகளிலும் நீரோட்டத்தை உண்டாக்கி, அதன்மூலம் ஊட்டத்திற்கு உதவி செய்கின்றன. கடற்சாமந்தி களின் (Sea Anemone) பற்றிழைகளிலும் (Tentacles) வாய்ப்

பகுதிகளிலும் உள்ள சிலியாக்கள் அப்பகுதிகளைச் சுத்தம் செய்யப் பயன்படுகின்றன. உணவுக்குப் பயன்படாத பொருட்கள் வாய்ப் பகுதியில் இருந்தால் அவற்றை அகற்றுகின்றன. ஆருலியாக் களின் (Aurelia) கால்வாய் மண்டலங்களில் (Canal System) சிலியாக்கள் உள்ளன. அவை நீரோட்டத்தை ஒழுங்குபடுத்து கின்றன. முள் தோலிகளிலும் மெல்லுடலிகளிலும் செரித்த உணவை உடலின் பல பாகங்களுக்கும் எடுத்துச் செல்ல சிலியாக்கள் உதவுகின்றன. நீரில் வசிக்கும் விலங்குகளின் மேற் பகுதியில் சிலியாக்கள் இருந்தால் அவை நீரோட்டத்தை உண்டாக்குகின்றன. இதனால் தோலில் நடக்கும் சுவாசத்திற்கு புதிய நீர் கிடைக்கச் சிலியாக்கள் உதவி செய்கின்றன என்று சொல்லலாம். முதுகெலும்பினங்களின் மூச்சுக்கிளைக்குழல்களிலும் காற்று நுண் அறைகளிலும் சிலியாக்கள் உள்ளன.

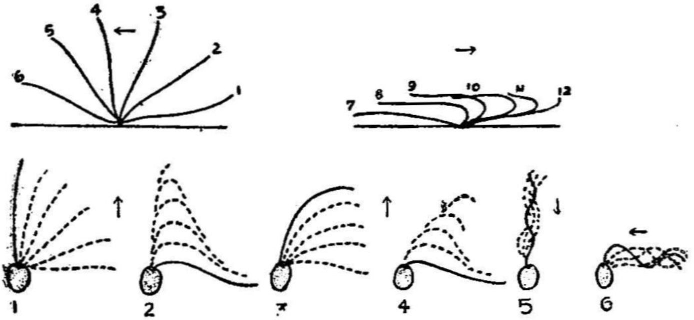
பல சிலியாக்கள் ஒரே இடத்தில் கூடி அமைந்திருக்கும். சிலியாக்களின் கூட்டத்தைச் சிரி (Ciri) என்று சொல்வதுண்டு. சிரி வட்டமாகவோ அல்லது முட்டை வடிவிலோ உயிரிகளுக்கு மேல் பாகத்தில் காணப்படும். அலையியக்கச்சவ்வும் (Undulating Membrane) வரிசையாக உள்ள சிலியாக்களால் உண்டானது தான். பரமேசியத்தின் வாய்க்குழியில் (Buecal Cavity) உள்ள உறுப்புக்கள்யாவும் பெரிய சிலியாக்களின் வரிசையால் உண்டா னவை. அவை உணவைத் தொண்டைக்குள் வழிப்படுத்துகின்றன.

சிலியாவின் பாகங்கள்

சிலியா கண்ணுக்குப் புலப்படாதது. உருப்பெருக்கியின் உதவியாலும் அதன் அமைப்பை அறிய முடியவில்லை. மின் உருப் பெருக்கியைக் கொண்டு சிலியாவின் அமைப்பை அறிவியலா ளர்கள் அறிந்துள்ளார்கள். சிலியா மயிரிழை போன்று குட்டை யானதொன்றாகும். சிலியா பொதுவாக ஒரு அடித் துகளிலிருந்து (Basal Granule) ஆரம்பிக்கின்றது. ஒரு குறுக்குவெட்டுத் தோற்றத்தை ஆராயும்பொழுது ஒவ்வொரு சிலியாவும் பல நுண்ணிய இழைகளால் உண்டாகின்றன என்று தெரியும். குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் அது வட்ட வடிவமாகக் காட்சியளிக் கின்றது. மேற்சொன்ன நுண்ணிய இழைகள் மத்தியிலும் ஓரத்திலுமாக இரண்டு வட்டமாகக் காணப்படுகின்றன. மத்தியில் இரண்டு நுண் இழைகள் அச்சு போன்றும் ஓரத்தில் ஒன்பது இழைகள் வட்டமாகவும் அமைந்திருக்கின்றன. வெளி நுண் இழை களுக்கு வெளியே மெல்லிய சவ்வு ஒன்று சுற்றிக்கொண்டிருக்கிறது.

சிலியா அசைவின் வகைகள்

சிலியாக்களின் அசைவினை ஆராய்ந்ததில் அவை நான்கு வகைகளில் அசைகின்றன என்று அறியப்பட்டுள்ளது. அவை: (*1*) ஊசல் அசைவு (Pendular Movement), (*2*) நெளிவு அசைவு (Flexural Movement), (*3*) அலையியக்க அசைவு (Undulating Movement), (*4*) புனல் வடிவ அசைவு(Funnel Movement). ஊசல் அசைவுதான் மிக எளிதானது. ஊசல் அசைவின்போது சிலியாவின் அடிப்பாகம் பின் நோக்கி வளையும். தவளையின் தொண்டையில் உள்ள சிலியாக்கள் இத்தகைய அசைவை மேற்கொள்கின்றன. நெளிவுஅசைவின்போது முதலில் சிலியாவின் முனைப்பகுதியும் பிறகு நெளிவு அடிப்பகுதியை நோக்கியும் செல்லுகின்றது. பழைய நிலையை அடையும்பொழுது அடிப்பகுதியிலிருந்து வளைதல் முனையை நோக்கிச் செல்லுகின்றது. மூன்றாவதான அலையியக்க அசைவின்போது அடியிலிருந்து முனையை நோக்கி அசைவு செல்லுகின்றது. அலையியக்க அசைவு சாட்டைகளில் தான் காணப்படுகிறது. புனல் வடிவ அசைவில் ஊசல் அசைவும் நெளிவு அசைவும் சேர்ந்து செயல்படுகினறன. புனல் வடிவ அசைவைப் பரமேசியத்தின் வாய்க்குழியில் பார்க்கலாம் (படம் *64*).



படம் 64

மேல். ஒரு சிலியாவின் அசைவு. ஒன்றிலிருந்து ஆரம்பித்து ஆறு முடிய சிலியா ஒரே போக்காக அடிக்கின்றது: இரண்டாவது படத்தில் முதல் அசைவு திருப்பப்பட்டு சிலியா பழைய நிலைக்கு வந்து விடுகின்றது.

கீழ்: மோனஸ் என்ற ஒரு செல் உயிரியின் இடப்பெயர்ச்சி. அம்புக்குறிகள் இடப்பெயர்ச்சி நடைபெறும் திசையைக் காட்டுகின்றது.

சாட்டைகளும் சிலியா போன்றதே. சாட்டைகள், சிலியாவை விட அளவில் பெரியது. ஆனால் அமைப்பில் சிலியாவும் சாட்டையும்

வேறுபடுவதில்லை. யூக்ளினாவில் சாட்டை உண்டு. சாட்டைகளும் சிலியா போன்றே எல்லாச் செயல்களுக்கும் பயன்படுகின்றன. சாட்டைகளிலும் மேற்சொன்ன எல்லா வகையான அசைவுகளையும் காணமுடிகின்றது.

பொய்க்கால்கள்

பொய்க் கால்கள் நிரந்தரமில்லாதன, அல்லது அவை தோன்றி மறையும் பண்புடையன. அதனால்தான் அவற்றைப் பொய்க்கால்கள் என்று அழைக்கிறோம். பொதுவாக, பொய்க் கால்கள் ஒரு செல் விலங்குகளிலும் குழியுடலிகளிலும் உண்டாகின்றன. கழிவு உண்ணிகள் அல்லது விழுங்கும் செல்களிலும் (Phagocytes) வெள்ளை இரத்த அணுக்களிலும் பொய்க்கால்கள் தோன்றுகின்றன.

பொய்க்கால்களின் வகைகள் : மற்ற விலங்குகளில் தோன்றும் பொய்க்கால்கள் எல்லாம் அமைப்பில் ஒன்று போலவே காணப் படுகின்றன. ஆனால், ஒரு செல் உயிரிகளில் அவை அமைப்பில் மிகவும் வேறுபடுகின்றன.

1. **விரல்கால்கள் (Lobopodia):** இவை விரல் போன்ற அமைப்புடையன. அவற்றின் முனை உருண்டிருக்கும். அமீபாவில் இவைதான் இடப்பெயர்ச்சிக்குப் பயன்படுகின்றன.

2. **நூலிழைக்கால்கள் (Filopodia):** இவ்வகை பொய்க் கால்கள் நீண்டு நூலிழை போன்று இருக்கும். முனை கூர்மையாக உள்ளது.

3. **வலைக்கால்கள் (Reticulopodia):** இவை நீண்டு நூலிழை போன்றிருக்கும். பக்கக்கிளைகளும் உண்டு. கிளைகள் ஒன்றோடொன்று இணைந்து காணப்படும்.

4. **அச்சுக்கால்கள் (Axopodia):** அச்சுக்கால்களின் மத்தியில் ஒரு அச்சு உண்டு. கால்களும் நீளமாக உண்டாகும்.

பொய்க்கால்கள் எவ்வாறு உண்டாகின்றன ?

பொய்க்கால் முதலில் பிளாஸ்மாலெம்மா (Plasma Lemma) என்ற வெளி உறை வெளியே தள்ளப்படுவதினால் உண்டாகின்றது. பிறகு பிளாஸ்மாலெம்மா விரல் போன்று வளர்ந்து நீள்கிறது. பிளாஸ்மா லெம்மாவிற்கு உள்ளே திரவம் போன்ற ஒரு இடைப்பகுதி உண்டு. இது தான் ஹையாலின் அடுக்கு (Hyaline Layer). விரல் போன்ற பொய்க்கால் தோன்றும்

பொழுதே அதனுள் முதலில் புற உயிர்த்தாதுவும் (Ectoplasm) அதற்குப்பின் அக உயிர்த்தாதுவும் பாய்ந்து செல்லுகின்றன. இப்பொழுது பொய்க்கால் உண்டாவது முழுமையாகி விட்டது எனலாம்.

பொய்க்கால் உண்டாவதன் பயன் இடப்பெயர்ச்சி செய்யவும் உணவுப்பொருட்களைச் சேகரிப்பதுமாகும். பொய்க்கால்களினால் இடப்பெயர்ச்சி நடைபெறும் பொழுது அது மூன்று முக்கிய தன்மைகளைப் பொருத்திருக்கிறது. (1) ஆதாரத்தளத்துடன் ஒட்டிக்கொண்டிருப்பது: பொதுவாக பொய்க்காலின் முனை ஆதாரத்தளத்துடன் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும். பழைய பொய்க் காலின் முனைப் பகுதியை விட புதிய பொய்க்காலின் முனைப்பகுதி அதிக அழுத்தத்துடன் ஆதாரத்தளத்துடன் ஒட்டிக்கொண் டிருக்கும். (2) பொதுவாக உயிரியின் பின்பகுதியில் பிளாஸ்மா கூழ் (Plasmagel) பிளாஸ்மா திரவமாக (Plasma sol) மாற்றம் அடைந்து கொண்டே இருக்கும். அதே போன்று உயிரியின் முன் பகுதியில் பிளாஸ்மா திரவம் பிளாஸ்மா கூழாக மாற்றமடைந்து கொண்டிருக்கிறது. அல்லது அடுக்காக மாற்றம் அடைந்து கொண்டிருக்கிறது. (3) பிளாஸ்மா திரவம் முன்னால் சென்று கொண்டிருக்கும் பொழுது உந்து வேகம் முன்னோக்கி ஏற்படு கின்றது. அதனால் உயிரியும் முன்னோக்கிச் சிறிது சிறிதாக நகர்ந்து கொண்டிருக்கிறது (படம் 65).

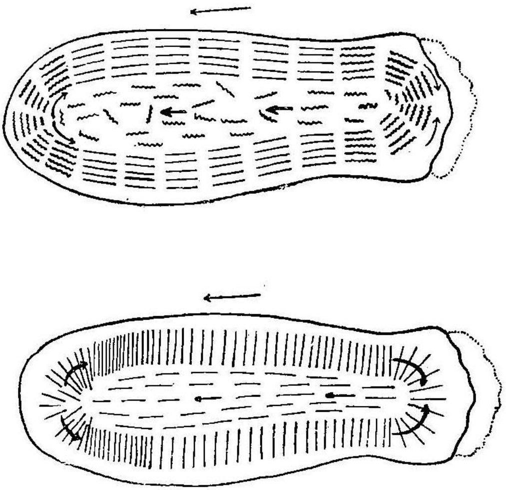
உணவுப் பொருட்களை உண்ணும் பொழுது ஒரு பொய்க்கால் மேலும் கீழுமாக இரண்டு பகுதிகளாகப் பிரிந்து ஒரு கிண்ணம் போன்ற அமைப்பினை உண்டாக்குகின்றது. பொய்க்கால் மேலும் வளர்வதால் அதன் ஓரங்கள் உணவின் எதிர்ப்புறத்தில் சேர்ந்து கொள்கின்றன. இப்படியாக பொய்க்கால் உணவைச் சுற்றி வளைத்துக் கொள்கிறது.

அமீபா இடப் பெயர்ச்சி

அமீபா பொய்க்கால்களின் உதவியால் இடம் விட்டு இடம் செல்கின்றது. இம்முறை அமீபாவின் தனிப்பட்ட பண்பாகை யால் அதை அமீபா இடப் பெயர்ச்சி என்று அழைக்கிறோம். அமீபா இடப்பெயர்ச்சியை விளக்குவதற்குச் சில கருத்துக்கள் சொல்லப்படுகின்றன.

1. பிளாஸ்மா கூழில் சுருங்கி விரியும் நூலிழைகள் உள்ளன என்றும், இந்த இழைகள் புரோட்டோ பிளாசத்தை முன்னோக்கி இழுக்கின்றன என்றும் முதல் கருத்து விளக்குகின்றது (படம் 65).

2. புற உயிர்த்தாதுவில் இழுப்புச் சக்தி இருக்கிறதென்றும், இந்த இழுப்புச் சக்தி புரதத்தில்தான் உள்ளது என்றும் புரதம்



படம் 65

அமீபா இடப்பெயர்ச்சி : அ. உடலின் ஓரப்பகுதியிலுள்ள செல் சுருங்குவதால் மத்தியிலுள்ள அக உயிர்த்தாது முன்னோக்கிச் செல்கிறது. ஆ. உடலின் பின்பகுதி அகப்பிளாசத்தைச் சுருக்கி அதை முன்னோக்கிச் செலுத்துகின்றது.

சுருங்கி விரிவதால் அமீபா இடப்பெயர்ச்சி செய்கிறது என்றும் இரண்டாவது கருத்து கூறுகின்றது.

3. மூன்றாவதாக, வேதியல் அடிப்படை கொண்டு ஒரு கருத்து நிலவி வருகிறது. இக்கருத்துப்படி அமீபாவின் பின்பகுதியில் புரதத்திலிருந்து நீர் பிரிக்கப்பட்டுக் கொண்டே இருக்கின்றது. நீர் குறைந்த புரோட்டோ பிளாசம் முன்னே செல்வதால் இடப்பெயர்ச்சி நடைபெறுகின்றது. அமீபாவின் பின்பகுதி சுழன்று கொண்டிருப்பதன் காரணம் மேற்சொன்ன வேதிய மாற்றம்தான் என்று கருதப்படுகின்றது.

4. பிளாஸ்மா திரவம் அமீபாவின் பின்பகுதியிலிருந்து முன்பகுதிக்குச் சென்று கொண்டே இருக்கின்றது. இதன் முக்கிய காரணம் முன்பகுதி சுருங்குவதால்தான். முன்பகுதியில் நூலிழை போன்ற தசை இழைகள் சுருங்குவதனாலும் அல்லது அவை ஒன்றுக்குமேல் ஒன்று ஏறுவதினாலும் நெருக்கம் ஏற்படுகின்றது. இதனால் பிளாஸ்மா திரவம் முன் நோக்கிப் பாய நேரிடுகின்றது.

கொட்டும் செல்கள்

கொட்டும் செல்களை செல்கள் என்று சொல்லிவிட முடியாது. சில செயல்களுக்காக அவை மாற்றமடைந்திருக்கின்றன. அவை சாதாரணமாக உள்ள போதும் செயல்படும் போதும் உருவத்தில் வேறுபடுகின்றன. கொட்டும் செல்கள் குழியுடலிகளில்தான் அதிகம் காணப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு செல்லும் முட்டை வடிவில் இருக்கும். பை போன்ற அமைப்புடையது. பை இரண்டு சுவர்களால் ஆனது இரண்டு சுவற்றுக்கும் இடையே ஒரு உட் கருவும் உண்டு. பையினுள் ஒரு நச்சுத்திரவம் நிறைந்திருக்கும். பையின் ஒரு முனை நீண்ட சாட்டை போன்றிருக்கும். பையிலி ருந்து சாட்டை தொடரும் இடத்தில் அதைச்சுற்றி ஒரு மூடி (Operculum) உண்டு. பையின் ஒரு பக்கத்தில் கொட்டும் செல் முள் அல்லது இழை (Cindocil) ஒன்று சிறிதாக இருக்கும். இது உணர்ச்சிகளை வாங்கும் சக்தியுடையது. சாட்டையின் தொடக் கத்தில் சில முட்கள் உண்டு. சாதாரணமாக சாட்டைப் பையினுள்தான் சுருண்டிருக்கும். அது பயன்படும் பொழுது வெளியே நீட்டப்படும். அப்பொழுது சாட்டை நீளமாக இருக்கும்.

கொட்டும் செல்கள் 17 வகைப்படும் என்று வில் (R. Weill) என்ற அறிவியலாளர் வகைப்படுத்தியுள்ளார். கொட்டும் செல்கள் இவ்வாறு வகைப்படுவதன் காரணம், அவற்றின் அமைப்பு வேறுபடுவதே. சாட்டையின் நீளம், முட்களின் அமைப்பு, எண்ணிக்கை ஆகியவற்றில் கொட்டும் செல்கள் பெரிதும் வேறு படுகின்றன. பொதுவாகக் கொட்டும் செல்கள் 5 லிருந்து 50m μ வரைதான் அளவுடையது. ஆனால் கடற்சாமந்திகளிலும் பவளங் களிலும் (Corals) அவை பெரியனவாகக் காணப்படுகின்றன. இதுவரை அதிக நீளமுள்ள கொட்டும் செல்லை 1896-ல் இவான் சாஃப் (Iwanzoff) ஆராய்ந்திருக்கின்றார். இதன் நீளம் 1·12 m.m. இக்கொட்டும் செல் சாட்டையை வெளியே நீட்டும்பொழுது அது நிச்சயமாக பல m.m நீளமுள்ளதாக இருக்கும்.

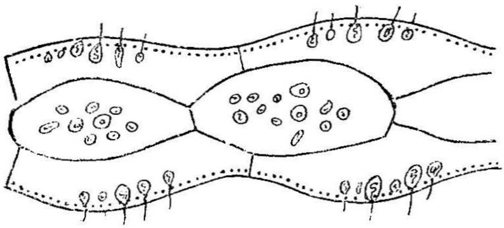
கொட்டும் செல்கள் உண்டாவது எவ்வாறு ?

கொட்டும் செல்கள் பொதுவாக அவை பயன்படும் இடத்தில் உண்டாவதில்லை. கொட்டும் செல்கள் இடையீட்டுச் செல்களி லிருந்து (அல்லது ஊடு செல்கள் Interstitial cells) உண்டா கின்றன. செல்லின் உட்பாகம் ஒரு பை போன்றதாகி வெற்றிட மாகிறது. பிறகு வெளிச்சுவர் உண்டாகின்றது. பையினுள் ஒரு நீண்ட குழல்வடிவான வெற்றிடம் உண்டாகின்றது. இதுவே பின்

ஞல் சாட்டையாக மாற்றமடைகின்றது. இந்நிலையில் வளர்ச்சி பெறும் கொட்டும் செல்கள் அகத்தோலிலிருந்து மீசோகிளியா வைக் கடந்து புறத்தோலுக்கு வருகின்றன. அவை புறத்தோலின் செல்களுடன் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கின்றன. ஒட்டிக் கொள்ளும் பகுதிக்கு எதிராக சிறிய முள்போன்ற கொட்டும் செல் முள் (Cnidocil) உண்டாகின்றது. அதைச் சுற்றி கொட்டும் செல் முள்ளைத் தாங்குவதற்குப் பலம் பொருந்திய தோல்களும் உண்டாகின்றன.

புதிதாக வளர்ச்சியடைந்த கொட்டும் செல்கள் மீசோகிளியா வழியாகவோ அல்லது புறத்தோல் செல்களின் வழியாகவோ தேவையுள்ள இடங்களுக்குச் செல்கின்றன. செல்கள் குழியுடல் வழியாகவும் (Enteron) நேரடியாக வேண்டிய இடங்களுக்குச் செல்லுகின்றன. புதிய இடங்களுக்குச் சென்றபின் அதன் வளர்ச்சி முழுமையாகி விடுகின்றது.

கொட்டும் செல்கள் பற்றிழைகளில்தான் அதிகமாகக் காணப்படும் (படம் 66). பற்றிழைகளில் அவை சேர்ந்தும் வரிசையாகவும், படை போன்றிருக்கும். கொட்டும் செல்கள் வாய்ப் பகுதியில் அதிகமாகவும், அடிப்பகுதியில் இல்லாமலும் இருக்கும்



படம் 66

கொட்டும் செல்கள் பற்றிழையில் வரிசையாக அமைந்திருக்கின்றன.

கொட்டும் செல்கள் செயல்படுவதற்கு அவற்றின் முள் தூண்டப்படவேண்டும். கொட்டும் செல்லின் முள் உணவுப் பொருட்கள், சிறிய மிதவைத்தாவரங்கள் (Phytoplankton), எதிரிகள், வேதிய பொருட்கள் போன்றவற்றால் தூண்டப்படுகிறது. எல்லாப் பொருட்களுக்கும் முள் தூண்டப்படுவதில்லை. அதே சிறப்பினத்தைச் சார்ந்த குழியுடலிகளின் தொடு உணர்ச்சிக்கோ அல்லது அவற்றின் சிறிய தூண்டுதல்களுக்கோ கொட்டும் செல் இழைகள் தூண்டப்படுவதில்லை. கண்ணாடித் துகள்கள் அல்லது பயனற்ற பொருட்களின் தொடு உணர்ச்சிகளினாலும் இழைகள்

தூண்டப்படுவதில்லை. முள் தூண்டப்பட்டதும் பையின் மூடி திறந்து சாட்டை வெளியே நீட்டப்படுகிறது. சாட்டை உணவாகும் சிறிய விலங்குகளை அல்லது எதிரிகளைத் துளைத்து அதன் வழியாக பையினுள் உள்ள நச்சுத்திரவத்தைப் பாய்ச்சுகின்றது. உணவாகும் விலங்குகள் மயக்கமுறலாம் அல்லது கொல்லப்படலாம்.

சாட்டைகள் வெளியே நீட்டப்படுவது பற்றிப் பல்வேறு கருத்துக்கள் நிலவுகின்றன.

1. கொட்டும் செல்லின் இழை தூண்டப்படும் பொழுது பையினுள் அழுத்தம் உண்டாகின்றது. அழுத்தம் உண்டாவதன் காரணம் பையினுள் நீரோட்டத்தின் வேகத்தால் திரவத்தில் அழுத்தம் ஏற்படுகிறது. அழுத்தம் அதிகமாவதால் திரவம் சாட்டை வழியாக வெளியே பீச்சப்படுகிறது. இக்கருத்து பெரும்பாலான அறிவியலாளர்களால் ஒப்புக் கொள்ளப்படுகின்றது.

2. பையினுள் உள்ள தசையின் நுண் இழைகள் சுருங்குவதால் அழுத்தம் ஏற்படுகின்றது. இவ்வழுத்தத்தினால் திரவம் சாட்டை வழியாக வெளியே பீச்சப்படுகிறது (G. H. Parker).

3. முதலில் நீர் உட்செல்வதால் திரவத்தின் மீது அழுத்தம் உண்டாகின்றது. பிறகு சாட்டையின் அடிப்பக்கத்திலுள்ள ஒட்டும் பொருட்கள் (Adhesive Materials) பெரியதாவதால் திரவத்தின் மீது உண்டான அழுத்தம் தொடர்கின்றது. இதனால் சாட்டை வெளியே தள்ளப்பட்டுத் திரவம் பீச்சப்படுகிறது.

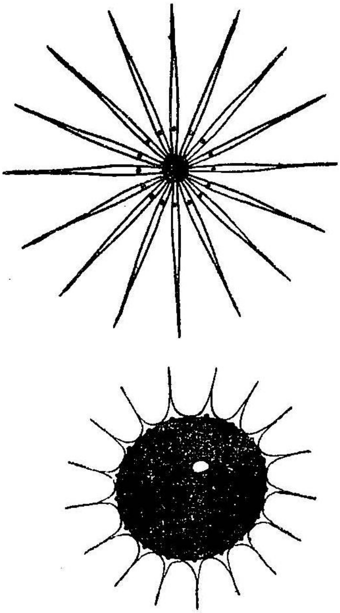
நிறமிகள்

நிறமிகள் என்பது வண்ணங்களை உண்டாக்கும் நிற அணுக்கள். உயிரிகளின் புறத் தோற்றத்தில் சில நேரங்களில் நிறமாற்றங்கள் ஏற்படலாம். இதற்குக் காரணம் தோலில் உள்ள சில நிற அணுக்கள்தான். நிற அணுக்கள் நிரந்தரமாக இருந்தாலும் சூழ்நிலைக்குத்தக்கவாறும் உயிர் செயலுக்குத் தக்கவாறும் பல மாற்றங்களில் ஈடுபடுகின்றன. இதனால் புறஉடல் பல வண்ணங்களில் பளிச்சிடும். குறிப்பிட்ட காலங்களில் நிறமிகளால் உயிரிகளின் புறத்தோல் பல வண்ணங்களால் அழகாக இருக்கும்.

முதுகெலும்பில்லனவற்றுள்

நிறமிகளில் இரண்டு வகை உண்டு. முதல் வகையில் ஒரு செல் உண்டு (படம் 67). செல்லிலிருந்து பல தசை இழைகள்

எல்லா திசைகளிலும் விரிந்து செல்லுகின்றன. செல்லின் மத்தியில் நிற அணுக்கள் குவிந்து இருக்கின்றன. இவ்வகைச்

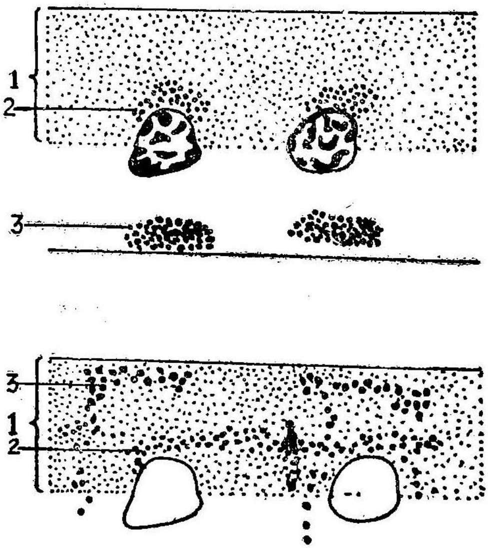


படம் 67.
தலைக்காலிகளில் நிறமிகள்.
மேல்: நிறமி அணுக்கள் கூடியிருக்கின்றன.
கீழ்: நிறமி அணுக்கள் பரந்துகிடக்கின்றன.

செல்கள் தலைக்காலிகளில் உள்ளன. இரண்டாவது வகைச் செல்லிலும் நிற அணுக்கள் மத்தியில் குவிந்திருக்கின்றன. செல்லின் ஓரத்தில் சவ்வு பல நீட்சிகள் உடையதாக வளர்ந்திருக்கின்றன. கிரஸ்டேஷியன்களிலும் மற்ற விலங்குகளிலும் இவ்வகை காணப்படுகின்றன. மேற்சொன்ன இரண்டு செல் வகைகளும் அமைப்பில்தான் வேறுபடுகின்றன. தவிர, செயல் முறையில் ஒன்று போலவே செயல்படுகின்றன. ஒவ்வொரு செல்லும் ஒரு நரம்பினால் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இந்நரம்பு பல கிளைகளாகப் பிரிந்து எல்லா தசை இழைகளையும் இணைக்கின்றன. நிறமிகளுக்குக் கீழே ஒளியைத் திருப்பி அனுப்பும் நிற அணுக்கள் ஒரு வரிசையாக உள்ளன. இவ்வரிசை நிறமி உள்ள எல்லா விலங்குகளிலும் காணப்படவில்லை. தலைக்காலிகளில் இதே

போன்ற அமைப்பு உள்ளது. அதனுல் மற்ற விலங்குகளை விட தலைக்காலிகள் உடனே வண்ணங்களை மாற்றுகின்றன.

கிரஸ்டேஷியன்களில் நிறமி ஒரு குமிழ் போன்று இருக்கின்றது. இது அமீபா போன்ற அமைப்புடையது. நிறமிகள் பல வண்ணங்களைக் காட்டும்பொழுது அது பல கிளைகளுடையதாக எல்லாப் பக்கங்களிலும் விரிந்து செல்லுகின்றது. அதனுல் பொதுவாக நிறமிகளில் நிற அணுக்கள் ஒரு இடத்தில் சேர்ந்திருக்கும். நிறமி தூண்டப்படும் பொழுது நிற அணுக்கள் எல்லாப்பக்கங்களிலும் கிளைகளாக விரிந்து செல்லுகின்றன என்று சொல்லலாம். தூண்டல்கள் சூழ்நிலையின் தன்மைகளுக்கேற்ப ஏற்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, இருட்டிலிருந்து ஒளி



படம் 68

மேல் : மேல்தோலின் நிறமிகள் பரவல். இப்படம் மேல்தோல் வெண்மையாகத் தோற்றமளிக்கும் பொழுது உள்ள வெட்டுமுகத் தோற்றம்.
கீழ் : மேல் தோல் கருமை அடைந்திருக்கும் பொழுது உள்ள வெட்டுமுகத் தோற்றம் 1. மஞ்சள், பச்சை நிறமிகள் (சிறுபுள்ளிகளாலானது) 2. சிவப்பு நிறமிகள் (நடுத்தர புள்ளிகளாலானது). 3. பழுப்பு, கருப்பு நிறமிகள் (பெரிய புள்ளிகளாலானது).

உள்ள இடத்திற்குச் சென்ருலோ அல்லது ஒளியிடத்திலிருந்து இருட்டிற்குச் சென்ருலோ நிறமிகள் தூண்டப்படுகின்றன.

நிறமிகள் இரண்டு வகைதான் என்றாலும் ஒவ்வொரு சிறப்பினத்திற்கும் அல்லது வகுப்புக்கும் அவை தனிச் சிறப்புடையதாக இருக்கின்றன. நிறமிகள் ஒரு வண்ணத்தை அல்லது இரண்டு வண்ணத்தை அல்லது பல வண்ணத்தை (Mono, Di, Poly Chromatic) வெளிப்படுத்தும் பண்புகள் கொண்டவை. கிரஷ்டேஷியன்களில் இரண்டு அல்லது பல வண்ணங்கள் வெளிப்படுத்தும் நிறமிகள் தான் காணப்படுகின்றன.

பூச்சிகளில் மேல்தோல் செல்களே நிறமிகளாக வேலை செய்கின்றன (படம் 68). சாதாரண ஒளி உள்ள சூழ்நிலையில் நிற அணுக்கள் தனித்தனி அடுக்குகளாகக் காணப்படுகின்றன. மஞ்சள், பச்சை நிற அணுக்கள் பரவலாக மேல் தோலில் காணப்படும். தோலின் அடிப்பகுதியில் பழுப்பு - கருப்பு நிற அணுக்கள் சிறு கூட்டமாகக் காணப்படுகின்றன. இரண்டு வகைக்கும் மத்தியில் சிவப்பு நிற அணுக்கள் சிறுசிறு கூட்டமாக உள்ளன. பூச்சி இருட்டுச் சூழ்நிலையில் இருக்கும் பொழுது பழுப்பு—கருப்பு நிற அணுக்கள் மேல் நோக்கி வந்து பரவலாக விரியும். சிவப்பு நிற அணுக்களும் பழுப்பு—கருப்பு நிற அணுக்களுக்குக்கீழே ஒரு அடுக்காக விரியும். இவ்வாறு இருட்டுச் சூழ்நிலையில் நிற அணுக்கள் தோலின் மேல் பாகத்தில் வந்து அதை இருட்டுச் சூழ்நிலைக்கேற்றவாறு மாற்றம் அடையச் செய்கின்றன.

முதுகெலும்பினங்களில் காணப்படும் நிறமிகள் கிரஷ்டேஷியன்களில் உள்ளன போன்றதே. நிறமிகள் பொதுவாக, குறிப்பிட்ட நிறத்தை கொடுப்பனதான். நிறத்தை வெளியிடும் தன்மைக்கேற்ப நிறமிகள் பெயரிடப்பட்டுள்ளன. கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளவை வெவ்வேறு வகையான நிறமிகளும் அவை வெளியிடும் நிறங்களுமாகும்.

நிறமிகள்	வண்ணங்கள்
1. இரிடோலியூக்கோ போர்கள் (Iridoliuco Phores)	வெள்ளை
2. லிப்போ போர்கள் (Lipo Phores)	கொழுப்பில் கரையக் கூடியது
அ. எரித்திரோ போர்கள் (Erythro Phores)	சிவப்பு
ஆ. சான்த்தோ போர்கள் (Xantho Phores)	மஞ்சள்
3. இரிடோ போர்கள் (Irido Phores)	நீலம், பச்சை

நிற மாற்றங்கள் ஏற்படும்பொழுது தோலிலுள்ள நிற அணுக்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கலாம். அதே போன்று நிறமிகளின் எண்ணிக்கையும் அதிகரிக்கலாம். நிற மாற்றங்கள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள காரணங்களால் ஏற்படலாம்.

தட்பவெப்ப நிலை: தட்பவெப்ப நிலை உயிரிகளில் வண்ண மாற்றங்களைத் தூண்டுகின்றது. தட்பவெப்ப நிலை குறைந்த வேளைகளில் ஹைலாவும் (Hyla), பிரையநோசோமாவும் (Phrynosoma) இருண்டு கருப்பாகின்றது. மாக்ரோபிராக்கியம் (Macrobrachium) என்ற இறால் குறைந்த தட்பவெப்ப நிலையிலும் அதிக தட்பவெப்ப நிலையிலும் கருமையாகி விடுகின்றது. காராசியஸ் (Carausius) என்ற குச்சிப் பூச்சி 15°C யில் கருப்பு வண்ணமாகவும் 25°C யில் பச்சை வண்ணமாகவும் காட்சியளிக்கின்றது.

ஈரப்பதம் (Humidity): காராசியஸ் அதிக ஈரப்பதத்தில் கருமையாகின்றது. தவளைகள் பொதுவாக ஈரப்பதத்தில் கருமையாகின்றன. வெளிச்சத்தில் கருமை குறைந்து தோற்றமளிக்கின்றன.

தொடு உணர்ச்சி: மரத்தவளை நிறமாற்றிக் கொள்வது சூழ்நிலைக்குத்தக்கவாறு என்ற கருத்து இருந்தது. இது தவறு என்று நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது. மரத்தவளையின் நிற மாற்றத்திற்குக் காரணம் சில தலைக்காலிகளின் உறிஞ்சும் தட்டுகளினால் (Suctorial Discs) தொட்டு உணரப்படுவதேயாகும். ஹைப்பேரியா கால்பா(Hyperia Galba) என்ற ஒட்டுண்ணி மீன்களுடன் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும் பொழுது வெளிரிக் காணப்படுகின்றது. ஆனால் அது தன்னிச்சையாக நீந்திக் கொண்டிருக்கும் பொழுது கருமையாகி விடுகின்றது.

ஒளி: ஒளிதான் நிறமாற்றங்களுக்கு முக்கிய காரணியாகும். சூழ்நிலைக்குத்தக்கவாறு நிறங்களை மாற்றிக் கொள்வது இவ்வகைத் தூண்டலாகும். கிரஷ்டேஷியன்கள் இடத்துக்குத்தக்கவாறு நிறத்தை மாற்றிக் கொள்கின்றன. மீன்களிலும் இவ்வாறாக மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. தட்டை மீன்களில் சிவப்பு, மஞ்சள், பச்சை, நீலம், சூழ்நிலைக்கேற்றவாறு உடலில் நிற மாற்றங்கள் ஏற்படுவதை ஆராய்ந்துள்ளனர். பேய் கணவாய் மீன்களில் (Sepia and octopus) கருப்பு, ஆரஞ்சு, மஞ்சள் நிற நிறமிகள் உண்டு. இவை சூழ்நிலைக்குத் தக்கவாறு வண்ணங்களை மாற்றிக் கொள்கின்றன.

முதுகெலும்பினங்களில்

தவளையில் சூழ்நிலைக்கேற்றவாறு வண்ண மாற்றங்கள் காணப்படுகின்றன. தவளையில் நிற மாற்றம் ஏற்படுவதை

ஹாக்பென், வின்டன் (Hogben, Winton) என்ற இருவர் ஆராய்ந்ததில் பிட்டியூட்டரி சுரப்பியில் சுரக்கும் ஹார்மோன்தான் நிற மாற்றத்தைத் தூண்டுகிறது என்று அறிந்தார்கள். பிட்டியூட்டரி சுரப்பி அகற்றப்பட்ட தவளையில் நிற மாற்றங்கள் இல்லாதிருப்பதும் பரிசோதனையின் போது அறியப்பட்டது. ஸீனோபஸிலும் (Xenopus) இத்தகைய பரிசோதனைகளைச் செய்து பார்த்ததில் நீர் நில வாழ்வனவற்றில் நிற மாற்றங்களுக்கு நிறமிகள் நேரடியாகப் பங்கு பெறவில்லை என்று தெரிந்தது. நிற மாற்றங்கள் மற்றும் தவளை வகைகளிலும் காணப்படுகின்றன. (Rana Pipens, R. Clamitans).

ராஜா என்ற திருக்கை மீனிலும் சைலியம் (Seyllium) என்ற சுறாமீனிலும் நிற மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. ஃபண்டுலஸ், சிப்போஃபோரஸ், கம்பூசியா, மஸ்டீலஸ் (Fundolus, Xiphophorus, Gambusia, Mustelus) போன்ற மீன்களிலும் நிற மாற்றங்களை ஆராய்ந்துள்ளனர். மீன்களிலும் நிற மாற்றங்கள் நேரடியாகவும் மறைமுகமாகவும் ஏற்படுகின்றன. நிறமிகள் ஒளியினாலோ அல்லது மற்ற தூண்டல்களினாலோ நேரடியாக நிறத்தை மாற்றினால் நேர் கோள் நிற வெளிப்படல் (Primary Colour Responses) என்று சொல்லப்படுகிறது.

மறைமுகமென்பது ஒளியைக் கண்களினால் உணர்ந்து உணர் வலைகள் மூளைக்குச் சென்று மூளை நிறமிகளுக்குச் செல்லும் நரம்புகளுக்கு ஆணையிட்டு நிற மாற்றங்கள் ஏற்படுவதாகும். இதுவே துணைக்கோள் நிற வெளிப்படலாகும் (Secondary Colour Responses).

ஊர்வனவற்றில் பச்சோந்தி, பிரைநோசோமா, பல்லி போன்றவற்றிலும் நிற மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. இவை சூழ்நிலைக்குத் தக்கவாறு தங்கள் வண்ணங்களை மாற்றிக் கொள்கின்றன.

மின் உறுப்புகள்

மின் உறுப்புகள் பரிணும வரலாற்றில் தனிச் சிறப்புப் பெற்ற உறுப்புகளில் முக்கியமானதாகும். மின் உறுப்புகள் மீன்களில் மாத்திரம்தான் உள்ளன. அவை தற்காப்பிற்கோ அல்லது உணவுப் பழக்கத்தினாலோ மின் சக்தியை வெளியிடுகின்றன. அவை சுமார் 250 சிறப்பினங்களில் இருக்கின்றன என்று ஆராயப்பட்டிருக்கின்றது. இவற்றில் எலெக்ட்ரோ ஃபோரஸ் (Electro

Phorus), மின் விலாங்கு (Electric eel) மின் திருக்கை (Electric Ray), மின் கெழுத்தி (Electric Catfish) ஆகியவை சிறப்புடையன.

மின் உறுப்புகள் அடுக்கடுக்காக உள்ள பல மின் தகடுகளால் ஆனவை. மின் தகடுகள் பொதுவாகத் தோல் சுரப்பிகளிலிருந்து மாற்றம் அடைந்து வளர்ச்சி பெற்றவை. ஆனால் மின் கெழுத்திகளில் அவை வரித் தசைகளிலிருந்து வளர்ச்சி அடைகின்றன. ஒவ்வொரு தகடும் குறிப்பிட்ட அளவு மின் சக்தியை வெளிப்படுத்துகின்றது. (0·04 — O.I.V.) எல்லாத் தகடுகளும் மொத்தமாக மின் சக்தியை வெளிப்படுத்தும்பொழுது அதன் அளவு கூடுதலாக இருக்கும். கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணை ஒவ்வொரு மீனும் எவ்வளவு மின் சக்தியை வெளியிடுகின்றது என்று காட்டுகின்றது.

மீன்கள்	மின் சக்தி
மின் கெழுத்தி	200V
எலெக்ட்ரோ ஃபோரஸ்	300V
மின் திருக்கை	30V

மின் தகடுகள் நரம்பு மண்டலத்துடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இயக்க நரம்பு (Motor Nerve) பல கிளைகளாகப் பிரிந்து மின் தகடுகளுக்குச் செல்லுகின்றன. நரம்புகள் மின் தகடுகளின் ஒரு பக்கத்தில் இணைகின்றன. மின் உறுப்புகளையும் தசைகள் போன்ற பரிசோதனைக்குட்படுத்தலாம். பரிசோதனையின்போது தசைகள் போன்று மின் உறுப்பும் செயலிழந்து போகலாம்.

குயுரேர், அட்ரோஃபின் (Curare and Atrophine) போன்ற மருந்துகளைச் சேர்க்கும்பொழுது திரும்பவும் பரிசோதனையைத் தொடரலாம். தூண்டலுக்கு ஏற்றவாறு மின்சக்தி உற்பத்தியாகின்றது. மேலும் மின்சக்தி வெளிப்படல் தொடர்ந்தும் ஒழுங்காகவும் இருக்கும்.

மின்சக்தி, மின் மீன்கள் உணவைப் பெறுவதற்காகப் பயன்படுத்தப் படுகிறது. மின் மீன்கள், அவற்றின் பக்கத்தில் சிறிய மீன்கள் அல்லது உணவிற்குப் பயன்படும் மற்ற உயிரிகள் வரும்பொழுது மின்சக்தியை வெளிப்படுத்துகின்றன. அப்பொழுது உணவு மீன்கள் நீந்தவும் சக்தியற்று ஆகிவிடுகின்றன. அதனால் மின்மீன்கள் அவற்றை கவ்விக் கொள்கின்றன. மின்சக்தியால் மின்மீன்கள் தாக்கப்படுவதில்லை. சில மீன்களில் வால் பகுதியில்

மின் உறுப்புகள் உள்ளன. அவற்றினின்றும் தொடர்ந்து சிறிய சிறிய அளவில் மின் அலைகள் வெளிப்பட்டுக் கொண்டே இருக்கும். இவ்வலைகள் சூழ்நிலையின் தன்மைகளை மீன்களுக்கு உணர்த்துகின்றன.

உயிர் ஒளி உறுப்புகள்

நிலத்திலும் நீரிலும் வாழும் உயிரிகளுக்கு ஒளி சூரியவெளிச்சத்திலிருந்து கிடைக்கின்றது. சில சூழ்நிலைகளில் சூரியஒளி உட்புக முடிவதில்லை. சூரியவெளிச்சம் கடலின் பேராழப் பகுதிக்குச் செல்வதில்லை. அதனால் இங்கு வாழும் உயிரிகள் பல தங்கள் உடல்களிலேயே ஒளியை உண்டாக்கிக் கொள்கின்றன. இந்த ஒளியே உயிர் ஒளியாகும். இரவு நேரங்களில் செடிகள் அடர்ந்த சூழ்நிலைகளில் மின்மினிப்பூச்சிகளைக்காணலாம். இப்பூச்சிகளின் வயிற்றுப் பின்பகுதியிலிருந்து பாஸ்பரஸ் எரிவது போன்ற ஒளிக்கற்றைகள் வெளிவரும். இப்பூச்சிகள் சிலவற்றை ஒரு சீசாவில் அடைத்து, அவற்றினின்று வெளிப்படும் ஒளியைக் கொண்டு புத்தகம் படிக்கலாம் என்று பரிசோதனையின் மூலம் அறிந்துள்ளனர்.

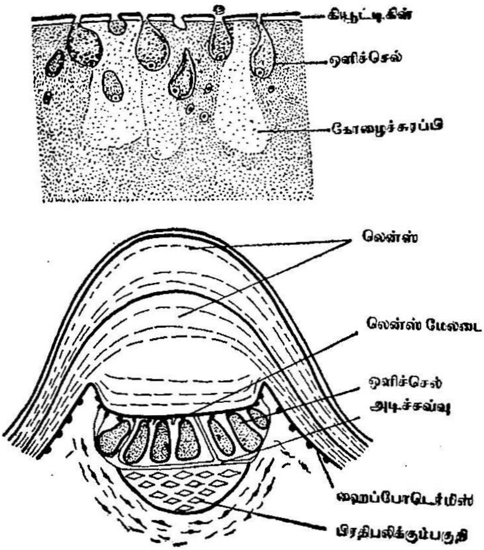
கடற்கரையில் சிலவேளைகளில் நீர் எரிந்து கொண்டிருப்பது போன்று காணப்படும். நீர், மஞ்சள் நிறத்திலும், செம்மையான மேகம் போன்றும் காணப்படும். இந்த இடங்களில் நீந்திச் செல்லும் மீன்களும் ஒளிக்கற்றைகளால் மோதப்பட்டு பளிச்சிட்டுத் தோன்றும். இவ்வகை மாற்றங்களுக்குக் காரணம் என்ன? குறிப்பிட்ட இடங்களில் வாழும் மிதவை உயிரிகள் (Plankton) உண்டாக்கும் ஒளியே இவ்வகைத் தோற்றத்திற்குக் காரணம். மிதவை உயிரிகள் பெரிய கூட்டமாகக் காணப்படுவதால் அவை உண்டாக்கும் ஒளிக்கற்றைகளும் பரவலாகக் காணப்படும்.

விலங்குகளில் உயிர் ஒளி

உயிர் ஒளி விலங்குகளில் ஒருசெல் பிராணிகளிலிருந்து மீன்கள் வரை காணப்படுகின்றது. நாக்டிலூக்கா (Noctiluca) என்ற ஒருசெல் சாட்டை விலங்குகளில் (Flagellates) ஒளி சில துகள்களால் உண்டாகின்றது. இந்தத் துகள்கள் உடலின் மேற்பரப்பில் பரவிக்கிடக்கின்றன. உணர்ச்சித் தூண்டலினால் துகள்களினின்றும் ஒளிக்கற்றைகள் உண்டாகின்றன. குழியுடலிகளின் இழுது மீன்களிலும் (Jelly Fishes) பாலிப்புகளிலும் சில உறுப்புகள் உயிர் ஒளியை வெளிப்படுத்துகின்றன. டீனோஃபோரா (Ctenophora) வில் எல்லா விலங்குகளும் ஒளியை

உண்டாக்கக் கூடியவை. ஒளியை உண்டாக்கும் செல்கள் உடற்கீற்று வழியாகத் தூவப்பட்டிருக்கின்றன.

வளைப்புழுக்களில் (Annelids) சில மண்புழுக்கள் ஒளியுடன் கூடிய திரவத்தை மேற் துவாரங்கள் (Dorsal Pores) வழியாக வெளியேற்றுகின்றன. கீட்டாப்டீரஸ் (Chaetopterus) என்ற பல்சுனை (Polychaete) தூண்டப்படும் பொழுது ஒளியை வெளிப்படுத்துகிறது. இதில் ஒளியை உண்டாக்கும் செல்கள் கோழையைச்சுரக்கும் (Mucus Secreting Cells) செல்களுக்கு மேலாகப் படர்ந்திருக்கின்றன. (படம் 69). டோமோப்டீரஸ் (Tomopterus) என்ற புழுவில் சிறுநீரகப் புனல்களே ஒளியுறுப்பாகச் செயல்படுகின்றன.



படம் 69

மேல்: ஆழ்கடலில் வாழும் கிரஷ்டேஷியன்களில் உயிர் ஒளி உறுப்பு.
கீழ்: கீட்டாப்டீரசின் ஒளிச்செல்கள் உள்ள மேல் தோல்பகுதி.

கணுக்காலிகளில் ஒளியை உண்டாக்கும் வகுப்புகளில் கிரஷ்டேஷியன்களும் (Crustaceans) பூச்சிகளும் (Insects) முக்கியமானவை. சில எண் கால் விலங்குகளிலும் (Arachnids) ஒளியை வெளிப்படுத்தும் தன்மை உடையன என்று ஆராயப்

பட்டுள்ளது. சைப்பிரிடிஞ (Cypridina) என்ற பிராணியில் உயிர் ஒளியை உண்டாக்கும் பகுதி ஒரு சுரப்பியாகும். இச்சுரப்பி வாய்ப்பக்கத்தில் அமைந்துள்ளது. இச்சுரப்பியைப் பரிசோதித்த பொழுது இரண்டுவகை செல்கள் ஒளி உண்டாவதற்குக் காரணமாகின்றன என்று தெரிந்தது. ஒரு வகை செல்கள் பெரிய மஞ்சள் துகள்களை உடையன. மற்றவை வண்ணமில்லாத சிறிய துகள்களை உடையன. இத்துகள்கள் உணர்வுத் தூண்டலினுல் வெளியேற்றப்படுவதினுலேயே ஒளி உண்டாகின்றது என்று பரிசோதனையின் போது தெரிய வந்தது.

சில பூச்சிகளிலும் வண்டுகளிலும் உயிர் ஒளி உண்டாவது சிறப்பான ஒரு பண்பாகும். பைரோஃபோரஸ் (Pyrophorus) என்ற வண்டில் உயிர் ஒளியை உண்டாக்கும் உறுப்புகள் காணப்படுகின்றன. இவ்வண்டின் முன் மார்புக் கண்டத்தின் (Prothorax) மேல் பாகத்தில் இரண்டு பச்சை நிற உறுப்புகளும், வயிற்று முதல் கண்டத்தில் ஆரஞ்சு கலந்த மஞ்சள் நிற உறுப்பு ஒன்றும் உண்டு.

ஃபோலஸ் (Pholas) என்ற ஈரிதழ் மெல்லுடலிகளில் ஒளியை வெளிப்படுத்தும் பல சுரப்பிகள் உண்டு. அவை ஒளியைக் கொடுக்கக் கூடிய ஒருவகைத் திரவத்தைக் காற்றுக் குழலினுள் சுரக்கின்றன. தலைக்காலிகளிலும் பல விலங்குகள் ஒளியை வெளிப்படுத்துகின்றன. லோலிகோவின் (Loligo) இவ்வுறுப்பு களில் பாக்டீரியாக்கள் நிறைந்துள்ளன. பாக்டீரியாக்கள் ஒளியை வெளிப்படுத்தத் துணை செய்கின்றன. ஹெட்டரோட் யூதிஸ் (Heteroteuthis) என்ற தலைக்காலியில் ஒளியை வெளிப் படுத்தும் ஒரு உறுப்பு போர்வைக் குழிக்குள் (Mantle cavity) இருக்கின்றது. மற்றும் விலங்குகளால் சூழ்நிலை இருண்டிருக்கும் பொழுது ஹெட்டரோட்யூதிஸ் ஒளியை மேகம் போன்று வெளிப் படுத்துகின்றது. முள் தோலிகளில் (Echinoderms) சிலவும் உயிர் ஒளியை வெளிப்படுத்துகின்றன. அவற்றில் தனித்தனி செல்களே ஒளியை வெளிப்படுத்தும் உறுப்புகளாகும்.

முதுகுத் தண்டினங்களில், சில ஆதி முதுகுத் தண்டினங்களும் மீன்களுமே ஒளியை வெளிப்படுத்தும் உறுப்புகளை உடையன.

கூட்டு வாழ்க்கை நடத்தும் பைரோசோமா (Pyrosome) என்ற வால் முதுகுத்தண்டினத்தில் (Urochordate) ஒளி உறுப்புகள் காணப்படுகின்றன. இவ்வொளி உறுப்புகளைச் செயலில் ஈடுபடுத்தி ஆராய வேண்டுமானுல் ஒளியைப் பக்கத்தில் கொண்டு செல்லவேண்டும். ஒரு பைரோசோமா ஒளியால்

உந்தப்பட்டாலும் தூண்டலானது அடுத்துள்ள பைரோசோமாக்களுக்கும் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றது. பரிசோதனை செய்ததில் இரண்டு பைரோசோமாக்களுக்கிடையே கண்ணாடியைச் செருகினாலும் தூண்டல் கண்ணாடியையும் கடந்து, அடுத்த பைரோசோமாவின் ஒளியுறுப்பை அடைந்துவிடுகிறது.

ஆழ்கடலில் வாழும் சில மீன்கள் ஒளியுறுப்புகளை உடையன. இவ்வகை மீன்கள் சிலவற்றுள் அவற்றின் தாடைப் பகுதிகளில் வாழும் பாக்டீரியாக்களும் ஒளியை வெளிப்படுத்தும் பண்புடையன. ஸ்டோமியாஸ் (Stomias) என்ற மீனில் ஒளியுறுப்பு கண் போன்று லென்ஸ் உள்ளதாய்க் காணப்படுகின்றது.

உயிர் ஒளியின் பௌதீகப் பண்புகள்

உயிரிகள் வெளிப்படுத்தும் ஒளியினைப் பல்வேறு உயிரியல் வல்லுனர்கள் ஆராய்ந்துள்ளனர். உயிர் ஒளியில் புற ஊதாக் கதிர்கள் (Ultra Violet Rays) இல்லை. மேலும் உயிர் ஒளி வெப்பமுடையதாக இல்லை. அதனால் ஒளியைத் தண்ணொளி (Cold Light) என்று சொல்லலாம். உயிர் ஒளியின் வெளிச்சம் 100 சதவிகிதம் சக்தியுடையது. அதாவது உயிரி வெளிப்படுத்தும் ஒளி முழுவதும் வெளிச்சமாக உபயோகப்படுகின்றது. சில விலங்குகளின் உயிர் ஒளி நீல நிறத்திலிருந்து சிவப்பு நிறம் வரை இருக்கின்றது. இதை நிறலி கருவி (Spectrum) மூலம் அறியலாம். ஒளியை வெளிப்படுத்தும் உறுப்புகளைச் சுற்றியுள்ள நிறப் பொருட்களைப் பொருத்தும் இரசாயன மாற்றங்களுக்குள்ளாகும் பொருட்களைப் பொருத்தும் வண்ணங்கள் வேறுபடுகின்றன.

உயிர் ஒளி எவ்வாறு உண்டாகின்றது ?

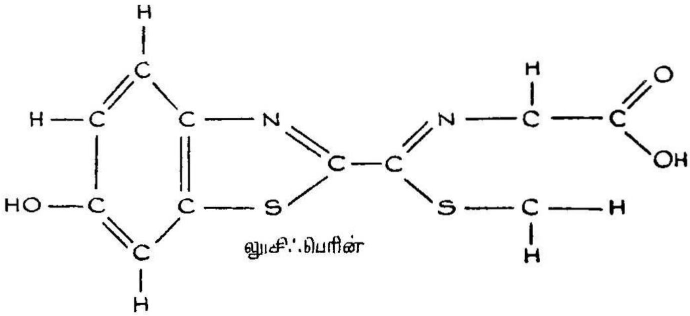
உயிர் ஒளி உண்டாவதில் சில இரசாயனப் பொருட்கள் ஈடுபடுகின்றன. லூசிஃபெரின் (Luciferin), லூசிஃபெரேஸ் என்ற இரசாயனப் பொருட்கள் ஒளியை உண்டாக்குவதில் பங்கு கொள்கின்றன. இவ்விரண்டு பொருட்களும் வெப்பத்தைத் தாங்கும் தன்மையில் வேறுபடுகின்றன. இவ்விரண்டு பொருட்களும் ஒளியுறுப்புகளில் நிறைந்து இருக்கின்றன. இவ்விரண்டையும் தனித்தனியே பிரித்தெடுத்து அவற்றின் பண்புகளை ஆராய்ச்சியாளர்கள் அறிந்துள்ளனர். ஒளியுறுப்பை வெந்நீருடன் சேர்க்கும்பொழுது லூசிஃபெரினைத் தனியாகப் பிரித்து எடுக்கலாம். அதே போன்று ஒளியுறுப்பைக் குளிர்ந்த நீரில் கரைத்து, பிறகு ஒளியை ஊடுருவச் செய்யும்பொழுது லூசிஃபெரேசைத் தனியாகப்

பிரித்தெடுக்கலாம். லூசிஃபெரின், லூசிஃபெரேஸ் பொருட்களை ஒளியை வெளிப்படுத்தும் சில பல்சுனைகள், ஆழ்கடலில் வாழும் சில இறால் மீன்கள், வண்டுகள் முதலியனவற்றிலும் காணப்படுகின்றன. ஆனால், சில உயிர் ஒளி பிராணிகளில் மேற்சொன்ன பொருட்கள் காணப்படுவதில்லை.

லூசிஃபெரேஸ் புரதம் போன்றது. அதைச் சாராயத்துடன் (Alcohol) சேர்ந்தால் கீழ்படிதல் உண்டாகின்றது. புரோட்டினேஸ் நொதிகளுடன் சேர்ந்தால் அதன் சிறிய பாகப் பொருட்களாகப் பிரிக்கப்படுகின்றது. அம்மோனியம் சல்பேட்டுடன் சேர்ந்தால் பூரிதம் அடைகின்றது. லூசிஃபெரேசில் நொதியின் பண்புகள் அதிகமாகக் காணப்படுகிறன. லூசிஃபெரின் புரதம் அல்ல. அதன் மூலக்கூற்று (Molecular weight) எண் குறைவானது. அது லூசிஃபெரேஸ் கொண்டு ஆக்ஸிகரணத்திற்குட்படும் பொழுதுதான் ஒளியை வெளிப்படுத்துகின்றது.

மின்மினிப்பூச்சியின் லூசிஃபெரினைத் தனியாக எடுத்து அதன் அமைப்பை 1914-ல் ஹார்வி (Harvey) ஆராய்ந்துள்ளார். 1961-ல் செலிங்கர் (Selinger) ஹார்வியின் ஆராய்ச்சிகளைத் தொடர்ந்து திறனாய்வு செய்தார்.

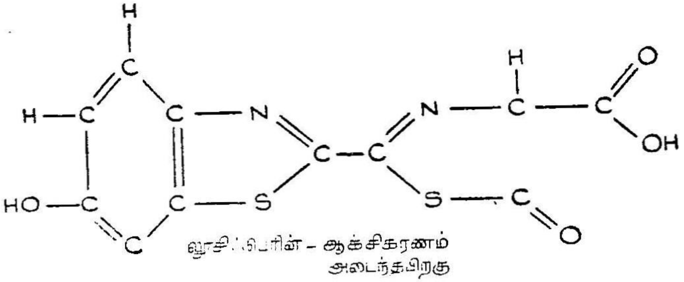
லூசிஃபெரினை லூசிபெரேஸ் நொதி ஆக்சிகரணம் செய்கின்றது. இந்த இரசாயன மாற்றத்திற்கு மக்னீசியம் அயனிகளும் பாஸ்பேட் துணையும் வேண்டியதிருக்கிறது. ATP, ADP, யாகக் குறைக்கப்படுகின்றது. அதனால், எஞ்சியுள்ள பாஸ்பேட் வெளியேற்றப்படுகின்றது.



லூசிஃபெரின்

லூசிஃபெரேஸ் நொதியும் லூசிஃபெரின் போன்று ஒளியைக் கொடுக்கும் பொருள் என்று நெடுநாளாகக் கருதப்பட்டு வந்தது. ஆனால் காலப்போக்கில் நடைபெற்ற பரிசோதனைகளில் லூசிஃபெ

ரேஸ் ஒரு நொதி என்றே நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது. சில விலங்குகளில் ஒளியை வெளிப்படுத்தும் பொருட்கள் எவை என்று திட



லூசிஃபெரின் – ஆக்சிகரணம் அடைந்தபிறகு

மாகச் சொல்ல முடியவில்லை. மேலும் பாஸ்பேட்டுகள் ஆக்ஸிகரணத்தின் போது வெளியேற்றப்படுகின்றன என்றும் ஆராய்ச்சிகளின் போது தெரிய வந்தது.

உயிர் ஒளி வெளிப்படுவது பற்றி மூன்று வகையான கருத்துகள் நிலவி வருகின்றன.

1. கூட்டு வாழ்க்கை நடத்தும் பாக்டீரியாக்களால் ஒளி உண்டாவது.

2. செல்லிற்கு வெளியே ஒளி உண்டாதல்.

3. செல்லினுள் ஒளி உண்டாதல்.

கூட்டு வாழ்க்கை நடத்தும் பாக்டீரியாக்களால் ஒளி உண்டாவது

சில மெல்லுடலிகளும், மீன்களும் கூட்டு வாழ்க்கை நடத்தும் பாக்டீரியாக்களை நம்பி வாழ்கின்றன. பாக்டீரியாக்கள் மீன்களின் உடலிலுள்ள நுண்ணிய அறைகளில் வசிக்கின்றன. இவ்வறைகளில் உருப்பெருக்கி, நிற அணுக்கள் போன்ற உணர்ச்சி உறுப்புகளும் உண்டு. சில மீன்களில் (Anamalopidae) இவ்வறை நீண்டு, குழல் போன்றிருக்கும். இதில் ஒளியை உண்டாக்கும் பாக்டீரியாக்கள் வசிக்கின்றன. மேலும் அதிகமான தந்துகிகளும் நரம்புகளும் பாய்ந்திருக்கின்றன. குழல் முன்னால் திறந்து கொண்டிருக்கும். ஒளியானது இடையிடையே அல்லது தொடர்ந்து வெளிப்பட்டுக் கொண்டிருக்கும்.

செல்லிற்கு வெளியே ஒளி உண்டாதல்

கீட்டாப்டீரஸ், ஃபோலஸ், இரால் மீன்கள் போன்றவற்றில் உயிர் ஒளி உடலுக்கு வெளியே உண்டாகின்றது. இவற்றில்

இரண்டு வகை செல்கள் உண்டு. உடலின் புறச் செல் அடுக்கில் நீண்டு, அடியில் பருத்த செல்கள் காணப்படுகின்றன. இவற்றிற்கிடையே சிறிய உருண்டை வடிவான செல்கள் கூட்டமாகவும் காணப்படுகின்றன. லூசிஃபெரின், லூசிஃபெரேஸ் போன்ற ஒளியை உண்டாக்கும் பொருட்கள் செல்லினுள் படர்ந்திருக்கும். செல்கள் நரம்பு மண்டலத்தோடு தொடர்பு கொண்டிருக்கின்றன. அதனால் உணர்ச்சித் தூண்டுதலினாலேயே ஒளி உண்டாகின்றது. சைப்ரினிடே (Cypirinidae) போன்றவற்றில் லூசிஃபெரின், லூசிஃபெரேஸ் ஒளிப் பொருட்கள் இரண்டு வெவ்வேறு வகையான செல்களில் காணப்படுகின்றன. இவற்றைத் தனித்தனியே நீரினுள் செலுத்தும்பொழுது இரசாயன மாற்றங்களுக்குள்ளாகி ஒளியை உண்டாக்குகின்றன.

செல்லினுள் ஒளி உண்டாதல்

செல்லினுள் ஒளி உண்டாதல்தான் உயிரிகளில் சிறப்பாகக் கருதப்படுகின்றது. ஒளிர் செல்களிலிருந்து புறப்படும் ஒளிக்கற்றைகள் சில கண்ணாடிகளிலும், உருப்பெருக்கிகளிலும் ஊடுருவிச் செல்லும்பொழுது ஒளிக்கற்றைகள் பன்மடங்காகி அதிக வெளிச்சத்தைக் கொடுப்பதாகவும் ஆகின்றன. இந்த வகை அமைப்பு சில விலங்குகளில் காணப்படுகின்றன. தலைக்காலிகள், மீன்கள் போன்ற படிமலர்ச்சி அடைந்த விலங்குகளில் ஒளி செல்லினுள்ளே உண்டாகின்றது. நாக்டிலூக்கா போன்ற ஒரு செல் உயிரியிலும் செல்லினுள்தான் ஒளி உண்டாகிறது. இதில் ஒளிர் அணுக்கள் புரோட்டோ பிளாசத் திரட்சிகளில் காணப்படுகின்றன. பாலினாய்டு என்று புழுவின் மேல் மூடியில் உயிர் ஒளி உண்டாவதுண்டு. இந்த மேல் மூடியில் வரிசையாக ஒளிர் அணுக்கள் காணப்படுகின்றன. உயிர் ஒளி கண்டத்தில் அலை போன்று வரிசையாக உண்டாகும். சில நேரங்கள் ஒளிர்ந்து கொண்டிருக்கும் மேல் மூடி உடலைவிட்டு நீங்கிவிடுவதும் உண்டு. அதனால் மேல் மூடி மட்டும் ஒளிர்ந்து தனித்தே காணப்படுவதை நாம் பார்க்கலாம்.

உயிர் ஒளியின் பங்கு

உயிர் ஒளி உயிரியில் பல வகைகளிலும் உபயோகப்படுகின்றது. சில பிராணிகளில் அது உணவைப் பெறுவதற்காகப் பயன்படுகிறது. சில வகை ஒளிர் புழுக்கள் குகையின் கூரையில் வசிக்கின்றன. இப்புழு 15 முதல் 60 செ.மீ நீளமுள்ள நூலிழையைச் சுரந்து கூரையினின்றும் தொங்கவிடுகின்றது. இப்புழு மின்மினுக்கும்பொழுது மற்ற சிறிய உயிரிகள், நூலிழையை நோக்கி

வருவதால் அவை நூலிழையில் அகப்பட்டு புழுவுக்கு இரையாகின்றன.

சில உயிரிகளில் உண்டாகும் உயிர்ஒளி அவற்றைச் சூறையாடும் விலங்குகளிலிருந்து தப்பிச் செல்வதற்கு உதவுகின்றது. இறால் மீன்கள் எதிரிகளைக் காணும் பொழுது அவற்றை நோக்கி ஒளியை மேகம் போன்று வெளிப்படுத்துகின்றன. இதனால் எதிரிகள் தத்தளித்துத் திசை திரும்பி ஓடுகின்றன.

உயிர் ஒளியை வெளிப்படுத்துவதனால் சில விலங்குகள் இனவிருத்திச் செயலுக்காகத் தங்கள் தங்கள் ஜோடிகளைத் தெரிந்து கொள்கின்றன என்று சில ஆராய்ச்சியாளர்கள் அறிந்துள்ளனர். பல சுனைகளின் ஒருவகைப் பெண்புழு நீரின் மேல்மட்டத்தில் நீந்தி வட்டமிடும். அது வட்டமிடும் நேரம் பொதுவாக மாலை நேரமாக இருக்கும். திடீரென்று அது உயிர் ஒளியை வெளிப்படுத்தி முட்டையிடத் தொடங்கும். இதைப் பார்க்கும் ஆண்புழு பெண்புழுவை நோக்கி நீந்திவரும். அது முட்டைகளின் மேல் விந்துக்களைத் தெளித்து, முட்டைகளைக் கருவுறச் செய்கின்றது.

இதே போன்று மின்மினிப்பூச்சிகளில் உயிர் ஒளி கலவி நடப்பதற்கு உதவுகின்றது. பெண் பூச்சி புல்களிலும், இலை, தழைகளிலும் ஊர்ந்து செல்லும். ஆண்பூச்சி சுமார் 50 செ.மீ. உயரத்திற்குப் பறந்து வந்தால் அது ஒளியை வெளிப்படுத்தும். உயிர் ஒளியை வெளிப்படுத்துவது குறிப்பிட்ட கால அளவிற்குள் தான் இருக்கும். அதாவது இரண்டு பூச்சிகளும் அடுத்தடுத்து மூன்று அல்லது நான்கு முறை ஒளியை வெளிப்படுத்தும். பிறகு ஆண்பூச்சி பெண்பூச்சியின் அருகில்வந்து கலவியைத் தொடங்கும்.

12. இனப் பெருக்க மண்டலம்

இனப்பெருக்கம் என்பது ஒரு விலங்கோ அல்லது தாவரமோ தனக்குப் பிறகும் சந்ததியை உண்டாக்கும் செயலாகும். இனப் பெருக்கம், முன்னேற்றமடையாத விலங்குகளில் மிகச் சாதாரண மாகவும் பாலூட்டிகள் போன்ற முன்னேற்றம் அடைந்த விலங்கு களில் மிகவும் சிக்கலாகவும் செயல்படுகின்றது. மற்ற உறுப்பு மண்டல உறுப்புகள் போன்று இனப்பெருக்க மண்டல உறுப்பு களும் இணைந்து செயல்படுகின்றன. இனப்பெருக்கம் இரண்டு வகைப்படுகின்றது.

1. பாலிலா இனப்பெருக்கம் (Asexual Reproduction)
2. பால் இனப்பெருக்கம் (Sexual Reproduction)

பாலிலா இனப்பெருக்கம், பால் உறுப்புகளின்றி நடைபெறும் இனப்பெருக்க முறையாகும். பால் உறுப்புகளோ அல்லது அவற்றின் செல்களோ சம்பந்தப்பட்டு நடைபெறும் இனப் பெருக்கம் பால் இனப்பெருக்கமாகும்.

பாலிலா இனப்பெருககம்

பாலிலா இனப்பெருக்கம் மேலும் பல உட்பிரிவுகளைக் கொண்டது. அவை :

1. பிரிதல் (Fission) — அ. இருசமப்பிரிவு
   — ஆ. பன்முறைப்பிரிவு
2. சிறு கூருகுதல் (Fragmentation) —
3. மொட்டு விடுதல் (Budding or Germination) —

பிரிதல் : ஒரு உயிரி, பிரிதலின் போது இரண்டு தனித்தனி உயிரிகளாக உண்டாகி விடுகின்றது. இப்பிரிதல் தொடர்ந்து இருக்கலாம். அதனால் விரைவில் ஒரு உயிரியிலிருந்து பல உயிரி கள் தோன்றி விடுகின்றன. இப்பிரிதலின் போது முதலில் உட்கரு

(Nucleus) பிரிகின்றது. பிறகு அதைத் தொடர்ந்து சைட்டோ பிளாசம் (Cytoplasm) பிரிகின்றது. இவ்வகைப் பிரிதல் ஒரு செல் உயிரிகளில் நடைபெறுகின்றது. அமீபா போன்ற ஒரு செல் விலங்குகளில் பிரிதலை நாம் பார்க்கலாம். அமீபாவில் பிரிதல் இனப்பெருக்கம் ஒரு செல் இரண்டாகப் பிரிவது (Cell Division) போன்றே செயல்படுகின்றது. உடல் செல்கள் (Somatic Cells) பிரிவதை மைட்டோசிஸ் அல்லது மறைமுகப்பிரிவு (Mitosis or Indirect Division) என்று குறிப்பிடுகின்றோம். மறைமுகப்பிரிவின் போது குரோமோசோம்கள் புலப்படும். அது போன்றே அமீபா பிரிதலிலும் குரோமோசோம்கள் தோன்றி அவை பிரிகின்றன. அமீபா பிரிதலுக்கும் செல்லின் மறைமுகப் பிரிவுக்கும் உள்ள முக்கிய வேறுபாடாவது : அமீபா பிரிதலில் உட்கரு சவ்வு மறைந்து போவதில்லை. ஆனால் மறைமுகப் பிரிதல் நடைபெறும் பொழுது உட்கரு சவ்வு மறைந்து விடுகின்றது.

சில உயிரிகளில் பிரிதல் மறை முகப்பிரிதல் போன்று தெளிவாக இல்லை. மறைமுகப்பிரிதல் விரைவாக நடைபெறுதல் போன்றிருக்கும். குரோமோசோம்கள் தோன்றுதலும் மறைதலும் விரைவாக நடைபெறுகின்றது. இதை கிரிப்டோ மறைமுகப் பிரிவு (Cryptomitosis) என்று குறிப்பிடலாம். கிரிப்டோ மறை முகப்பிரிவின் போது குரோமோசோம்களின் பங்கு பற்றி தெளிவாகச் சொல்ல முடியவில்லை.

பிரிதல் இரண்டு வகைப்படும் என்று பார்த்தோம்; பிரிதலினால் உயிரி இரண்டு சம பிரிவுகளாகின்றது. இச்சம பிரிவுகள் சேய் செல்களாகும் (Daughter Cells). இவை தாய் செல்லுக்குப் பாதி அளவில் தான் இருக்கும். சில வேளைகளில் அடுத்தடுத்துப் பிரிதல் நடைபெறும். பிரிதலுக்குப் பிறகு சேய் செல்கள் தனித் தனியே வாழ்க்கையை அமைத்துக் கொள்கின்றன. இதனால் சேய் செல்கள் வளர்ந்து பெரிய உயிரிகளாக ஆகின்றன. திரும்பவும் இனவிருத்தி செய்கின்றன. இவ்வகை பிரிதல் இரு சமப்பிரிவாகும். பன்முறைப்பிரிதலில் ஓர் உயிரி பல சேய் செல் களாகப் பிரிகின்றது. இப்பிரிதலின் போது குரோமோசோம்கள் பல பிரிவுகளாகப் பிரிகின்றன. உட்கரு பல பிரிவுகளாகப் பிரிந்து குரோமோசோம்களின் பிரிவுகளுடன் இணைகின்றன. இவ்வாறு ஒரு உயிரியினுள் பல உட்கருக்கள் தோன்றுகின்றன. உட் கருக்களைச் சுற்றிச் சிறிது சைட்டோபிளாசமும் உண்டாகலாம். இதனால் ஒவ்வொரு சிறிய உட்கருவும் சிதல் விதையாகின்றது (Spores). இவ்வாறு ஒரு உயிரியினுள் பல சிதல் விதைகள் உண்டாகும். சிதல் விதையைச் சுற்றி ஒரு உறையும் உண்டு.

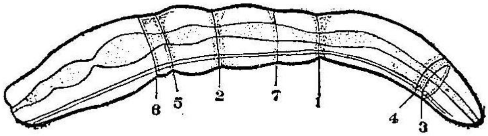
இவ்வாறு உண்டான உயிரி வசதிகள் குறைந்த சூழ்நிலையிலும் தற்காத்துக் கொள்கின்றது. வசதிகள் திரும்பவும் கிடைத்த பிறகு உறை வெடித்து சிதல் விதைகள் சிதறுகின்றன. ஒவ்வொரு சிதல் விதையும் தனித்தனி வாழ்க்கையை மேற் கொள்கின்றது. இவ்வாறான இனப்பெருக்கம் அமீபாவில் காணப்படுகிறது. ஒரு செல் விலங்குகளின் ஒட்டுண்ணிகளான மலேரியாவில் இவ்வகை இனப்பெருக்கம் காணப்படுகிறது.

சிறு கூறுகுதல் : பிரிதல் பொதுவாகச்சில நிபந்தனைகளுக்குட் பட்டுச் செயல்படுகிறது. சிறுகூறுகுதல் ஒழுங்கின்றி ஒரு விதிக்கும் உட்படாது செயல்படும். ஆனால், மற்ற இனவிருத்தி முறைகள் போன்றே முடிவில் சந்ததிகள் ஏற்படுகின்றன. ஹைட்ரா (Hydra) போன்ற குழியுடலிகளின் உடல், விபத்துக்களாலோ, அல்லது வேறு காரணங்களாலோ, சிறு, சிறு துண்டாகலாம். இத்துண்டுகள் மீண்டும் இழந்த பகுதிகளை வளர்த்துக் கொண்டு முழு உருவம் பெற்றுவிடுகின்றன.

அரிலியா (Aurelia) வின் வாழ்க்கைச் சுழலின்போது ஸ்கைஃபிஸ்டோமா (Schyphistoma) என்ற லார்வா உண்டாகின்றது. இந்த லார்வாவின் குறுக்கே பல பிளவுகள் ஏற்பட்டு தட்டுப் போன்ற பல மெடுசாக்கள் ஒன்றன்கீழ் ஒன்றாக உண்டாகின்றன. வாழ்க்கைச் சுழலின் முடிவில் மெடுசாக்கள் எல்லாம் தனித்தனியேப் பிரிந்து தனி வாழ்க்கை நடத்துகின்றன. சில விலங்குகளில் பிரிதல் போன்றே சிறு கூறுகுதல் நடைபெறுகின்றது. ஆனால் இவ்வகை பிரிதலில் சமக் கூறுகள் கிடைக்காது. ஹைட்ரா முன்னும் பின்னுமாக இரண்டு கூறுகளாக ஆகலாம். மெட்ரிடியம் (Metridium-Actinozoa) பவழங்கள் போன்றவை. நெடுக்குவாட்டில் இரண்டு கூறுகளாகலாம். இந்த இரண்டு கூறுகளும் தனித்தனியே பிரிந்து இரண்டு தனித்தனி உயிரிகளாக வாழ்கின்றன.

இலோசோமேற்றிடே, நெய்டிடே (Aeolosomatidae, Naididae) போன்ற நன்னீர் வளைப் புழுக்களில் சிறு கூறுகுதல் விநோதமான முறையில் அமைந்துள்ளது. இப்புழுக்களில் பால் இனப் பெருக்கமே நடைபெறுவதில்லை. சிறு கூறுவதற்கு உடலின் சில குறிப்பிட்ட இடங்கள் உள்ளன (படம் 70). இவ்விடங்களில் சில கண்டங்கள் புதிதாகத் தோன்றக்கூடும். முதலில் மாற்றங்கள் மேற்பகுதியில்தான் தோன்றும். உடலினுள்ளும் சில மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. சிறு கூறுவதற்கு முன் உடலில் பல இடங்களில் பிளவுகள் தோன்றும். இப்பிளவுகளுடனும் புழுக்கள் நீந்திக்

கொண்டிருக்கலாம். பிளவுகள் ஏற்பட்ட பிறகு உடல் பல கூறுகளாகின்றது. சில பல் சுணைக்காலிகளிலும் (Polychaetes)



படம் 70
சிறுகூருகுதல் மூலம் கீட்டோகாஸ்டர் இனவிருத்திச் செய்தல். எண் குறிப்பிட்டுள்ளவாறு வெடிப்புகள் வரிசையாக உண்டாகின்றன.

உடல் நான்கு அல்லது ஐந்து துண்டுகளாகப் பிரிவதுண்டு. சிறு கூருகுதல் இனத்திற்கு இனம் வேறுபடும். ஆனால் குறிப்பிட்ட இனத்தில் அடங்கும் எல்லாப் புழுக்களிலும் சிறு கூருகுதல் ஒன்று போலவே இருக்கின்றது. சைலிட் (Syllid) என்ற இனத்தில் சிறு கூருகுதல் நடைபெறும் முன் புதிய தலைகள் தோன்றுகின்றன. தலைகள் உள்ள புதிய புழுக்கள் மேல்மட்டத்திற்கு நீந்திச் செல்கின்றன. மேலும் அவை இனவிருத்தி செல்களை உண்டாக்குகின்றன. இம்முறையில் பாலிலா இனப் பெருக்கத்தைத் தொடர்ந்து பால் இனவிருத்தியும் செயல்படுகின்றது. பலோலோ (Palolo) என்ற புழுவில் சிறு கூருகுதல் பாலிலா இனப் பெருக்கமும் பால் இனப்பெருக்கமும் மாறி மாறிச் செயல்படுவதாக ஆராயப்பட்டுள்ளது.

மொட்டு விடுதல்: மொட்டு விடுதல் சாதாரணமாகக் குழியுடலிகளிலும் வால் முதுகுத் தண்டினங்களிலும் (Urochordates) ஏற்படுகின்றது. ஹைட்ராவில் மொட்டு விடுதல் மிகச் சாதாரணம். ஹைட்ராவின் ஊட்ட நிலையில் உடலில் ஏதாவது ஓர் இடத்தில் சிறிய முனை போன்ற வெளி வளர்ச்சி உண்டாகும். இவ்வெளி வளர்ச்சி சிறிது சிறிதாக வளர்ந்து நீண்டு விடுகின்றது. இது ஒரு மொட்டாகும். மொட்டின் கடைசி நிலையில் கூம்பு வடிவ வாய்ப் பகுதியும் அதைச் சுற்றிப் பற்றிழைகளும் அல்லது உணர் நீட்சிகளும் உண்டாகின்றன. இதற்குள் அதே ஹைட்ராவில் இரண்டாவது மூன்றாவது மொட்டுகளும் உண்டாகியிருக்கலாம். பற்றிழைகள் உண்டான பின் சேய் ஹைட்ராக்கள் தாய் ஹைட்ராவிலிருந்து விடுபடுகின்றன. சேய் ஹைட்ரா தாய் ஹைட்ராவோடு சேர்ந்திருக்கும் இடத்தைச் சுற்றி வெடிப்பு உண்டாகின்றது. வெடிப்பு ஆழமாகும்போது சேய் ஹைட்ரா தனித்து வந்து விடுகின்றது. சில வேளைகளில் சேய் ஹைட்ராவின் பற்றிழைகள் ஏதாவது ஒரு உறுதியான பொருளிடம் ஒட்டிக் கொண்டு

இழுத்துக் கொள்கின்றது. இதனுல் அது தாய் ஹைட்ராவி லிருந்தும் விடுபட்டு விடுகின்றது.

மொட்டு விடுதல் மூலமும் இனப்பெருக்கம் நடைபெறு கின்றது. ஒபிலியா (Obelia) போன்ற மற்ற குழியுடலிகளில் மொட்டு விடுதலால் குடியேற்றம் உண்டாகின்றது. ஒபிலியாவின் தண்டிலிருந்து கிளைகள் மொட்டு விடுதலால்தான் ஏற்படுகின்றன. மொட்டுகள் வளர்ந்து ஒபிலியா குடியேற்றம் உண்டாகின்றது. மேலும் மொட்டுகள் விடுதலால் குடியேற்றம் நாளடைவில் அள வற்று பெருகிக் கொண்டே இருக்கும்.

வால் முதுகுத்தண்டினங்களில் அசிடியாக்கள் (Ascidians) முக்கியமானவை. இவற்றில் வயிற்றுப் பகுதியிலிருந்து குழாய் போன்று தண்டு வளர்ந்து வருகின்றது. இதிலிருந்து அநேக மொட்டுகள் முளையிடுகின்றன. இவற்றில் இரத்த நாளங்களும் மற்ற உறுப்புகளும் வளருகின்றன. அசிடியாவின் குடியேற்றத்தில் எல்லாத் தனித்தனி உறுப்பினங்களும் ஒரு உயிர் போன்று சேர்ந்து இயங்குகின்றன. போட்ரிலெஸ் (Botryllus) போன்ற தலைக்காலிகளில் வயிற்று அறையின் (Atrium) இரண்டு வெளி வளர்ச்சிகளிலிருந்து மொட்டுகள் உண்டாகின்றன. டோலி யோலம் (Doliolum) என்ற மற்ளுரு வால்முதுகுத் தண்டு இனத்தில் மொட்டுகள் ஒரு இடத்தில் தோன்றுகின்றன. மொட்டு கள் வளர்ந்த பிறகு அவை அந்த இடத்திலிருந்தும் விடுபட்டு மற்ளுரு இடத்தில் ஒட்டிக் கொள்கின்றன.

பால் இனப்பெருக்கம்

இரண்டு இனச்செல்களின் சேர்க்கையால் (Fusion of the Gametes) ஒரு உயிரி உண்டாகின்றது. இவ்வகை இனப்பெருக்க முறையால் உயிரி உண்டாவது பால் இனப் பெருக்கமாகும். பால் இனப்பெருக்கத்திற்கு முக்கியமாக வேண்டியவையாவன.

1. இனச் செல்கள் : இவை இருபால் உயிரிகளிலிருந்து உண்டாகும் இனப் பெருக்கச் செல்களாகும். ஆண் உயிரிகளி லிருந்து உண்டாகும் செல் ஆண் இனச் செல் என்றும், பெண் உயிரிகளிலிருந்து உண்டாகும் செல் பெண் இனச்செல் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன: ஆண் இனச் செல்லை விந்து செல் என்றும், பெண் இனச் செல்லை முட்டை என்றும் மாற்றுப் பெயர் கொண்டும் அழைப்பதுண்டு.

2. கருமுட்டை : இது இரண்டு இனச்செல்கள் நெருங்கி இணைவதால் உண்டாவது. கரு முட்டை ஒரு உயிரியின் முதல் செல்லாகும்.

3. இன உறுப்புகள் : இவைதான் இனச் செல்களை உண்டாக்குகின்றன. இன உறுப்புகள் என்பன ஒரு உயிரியின் இனச் செல்களை உண்டாக்கும் உறுப்புகள்.

பொதுவாக விலங்குகளில் இரண்டு பால்கள் உண்டு. அவை ஆண்பால், பெண்பால். இருபால் விலங்குகள் அவற்றின் சில செல்களிலும் சில உறுப்பமைப்பிலும் வேறுபடுகின்றன. புராதன முதுகெலும்பல்லனவற்றில் இரு பால்களும் வேறுபாடின்றி இருந்தாலும் அநேக விலங்குகளில் இருபாலும் பெரிதும் வேறுபடுகின்றன. இருபால்களும் வேறுபடுவது அவற்றின் வெளியுறுப்பு அமைப்புகளினால்தான். இவ்வெளியுறுப்புகள் துணைப் பால் உறுப்புகளாகும். (Secondary Sex Organs). ஒரு கோழியிலிருந்து சேவல், அதன் கொண்டை வளர்ச்சியிலிருந்தும் இறகுகளின் அமைப்பிலிருந்தும் வேறுபடுகின்றது. மனிதனில் பல துணைப்பால் உறுப்புகள் உண்டு. முகத்தில் வளரும் முடிகள், உடலில் பரவலாகக் காணப்படும் முடிகள், அவனது குரல் போன்றவை வெளியுடலில் காணப்படும் துணைப்பால் உறுப்புகளாகும்.

சில விலங்குகளில் (தட்டைப்புழுக்கள், மண்புழுக்கள்) இரு பால் உறுப்புகளும் ஒரு உயிரியிலேயே காணப்படுகின்றன. இவை இருபால் உயிரிகளாகும் (Hermaphrodite). மற்ற விலங்குகளில் பால் உறுப்புகள் தனித்தனி உயிரிகளில் உள்ளன. (Monoecious and Dioecious).

இனப்பெருக்க மண்டலம்

இனப்பெருக்க மண்டலம் வெவ்வேறு வகுப்பு விலங்குகளிலும் வேறுபட்டிருந்தாலும் அவை எல்லாம் ஒரு பொதுவான அடிப்படையிலேயே அமைந்திருக்கின்றன. ஆண் இனப்பெருக்க மண்டலம் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள உறுப்புகளைக் கொண்டது.

1. விந்தகம் அல்லது விந்துச்சுரப்பி (Testis) : விந்தகத்தில் பல அறைகள் உள்ளன. இவ்வறைகளில்தான் விந்து செல்கள் உண்டாகின்றன.

2. விந்தக நாளம் (Vasa Efferentia) : விந்தக நாளங்கள் விந்தகத்தினுள் அல்லது அதற்கு வெளியே காணப்படும் இவற்றின் வழியாக விந்துகள் விந்தகத்திலிருந்து வெளி வருகின்றன.

3. விந்து நாளம் (Vas Deferens) : விந்தக நாளங்கள் சேர்ந்து ஒரு பெரிய நாளம் உண்டாகின்றது. இதுதான் விந்து

நாளம். இதன் வழியாக விந்தகத்திலிருந்து விந்துகள் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன.

4. விந்து தங்குபை (Seminal Vesicle): இது விந்து நாளத்தின் கடைசி பகுதியாக இருக்கும். பை போன்ற அமைப்புடையது. இதில்தான் விந்துகள் வந்து தங்குகின்றன.

5. ஆண்குறி (Penis): ஆண்குறி விந்துகளைப் பெண் இன உறுப்புகளுக்கு மாற்றுவதற்குப் பயன்படும் உறுப்பாகும்.

6. துணைச் சுரப்பிகள் (Accessory Glands): துணைச் சுரப்பிகள் விந்துகளைத் தூண்டுவதற்கும் மற்றும் சில செயல்களுக்கும் பயன்படுகின்றன.

பெண் இனப்பெருக்க மண்டலம் கீழே குறிப்பிட்டுள்ள உறுப்புகளை உடையது.

1. முட்டையகம் அல்லது அண்டச்சுரப்பி (Ovary): முட்டையகத்தில்தான் முட்டைகள் உண்டாகின்றன. முட்டையகத்தில் பல குழல் போன்ற பாகங்கள் உண்டு. ஃபாலிக்கிள் (Follicle) என்ற தனிச் செல்களும் உள்ளன. இச்செல்களில் முட்டை வளர்ந்து வருகின்றது. முட்டையகத்தினுள் இருக்கும் பொழுதே முட்டையில் ஊட்டப் பொருட்கள் சேமித்து வைக்கப்படுகின்றன.

2. முட்டை நாளம் (Oviduct): முட்டைகள் வளர்ச்சி அடைந்தவுடன் இந்நாளத்தின் வழியாக முட்டைகள் வெளிவரும்.

3. கருப்பை (Uterus). கருப்பை முட்டை நாளத்தைத் தொடர்ந்து வருவது. சில விலங்குகளின் கருப்பையில் முட்டைகள் தங்கியிருக்கும். சிலவற்றில் முட்டைகள் தொடர்ந்து வளரும்.

4. புணர்புழை (Vagina): கருப்பையின் கடைசிப்பகுதி ஆண்குறியின் புணர்ச்சிக் கேற்றவாறு மாறுபட்டிருக்கும். இதன் வழியாகத்தான் விந்துகள் பெண் இனப்பெருக்க உறுப்புகளுக்கு வந்து சேருகின்றன.

பால் செல்களின் தோற்றம் அல்லது முதிர்தல்

பால் செல்கள் பால் உறுப்புகளில் தோன்றுகின்றன என்று பார்த்தோம். பால் செல்கள் ஒரு உயிரியின் வெவ்வேறு நிலைகளில் தோன்றலாம். சில விலங்குகளின் உடல் வளர்ச்சி பெற்றவுடன் பால் உறுப்புகள் தோன்றிவிடலாம். சிலவிலங்குகள் வளர்ச்சி பெற்றாலும் பருவம் அடைய வேண்டியதிருக்கிறது, பருவம் அடைந்த பிறகுதான் பால் உறுப்புகள் பெரிதாகின்றன, அதன்பிறகுதான் பால் செல்கள் உண்டாகின்றன.

பால்செல்களில் குரோமோசோம்கள் ஒற்றை எண்ணிக்கை யாகத்தான் இருக்கும் (Haploid). ஆனால் பால் செல்கள் பால் உறுப்புகளில் முதலாவதாகத் தோன்றும் பொழுது அவற்றில் குரோமோசோம்கள் இரட்டையாக (Diploid) த்தான் உண்டாகும். பால் செல்கள் ஃபாலிக்கிளில் உண்டான பிறகு அவை வளர்ச்சி அடைகின்றன. வளர்ச்சி அடைந்தபின் அவற்றில் குன்றல் பிரிவு நடைபெறுகின்றது. வளர்ச்சியும் குன்றல்பிரிவும் பால் உறுப்பினுள்ளேயே நடைபெறும். மேற் சொன்ன வளர்ச்சியும் குன்றல் பிரிவும் இரண்டு வகைப் பால் செல்களிலும் காணலாம். இவ்விரண்டு நிலைகளையும் சேர்த்து பால்செல் பிறத்தல் அல்லது முதிர்தல் (Gemeto Genesis) என்று சொல்கிறோம்.

விந்தகத்தில் விந்துசெல் பிறக்கின்றது. இது விந்துசெல் பிறத்தல் அல்லது முதிர்தல் என்று அழைக்கப்படுகின்றது. முட்டைகள் முட்டையகத்தில் பிறக்கின்றன. இது முட்டை பிறத்தல் அல்லது முதிர்தல் என்று சொல்லப்படுகினறது.

விந்துசெல் முதிர்தல் ; விந்தகத்தில் மூலவிந்து செல்கள் (Spermatogonia) உண்டாகின்றன. இவை மறைமுகப் பிரிவின் (Mitosis) மூலம் பல செல்களாகின்றன. ஒவ்வொரு மூலவிந்து செல்லும் பெரிதாகி முதல் விந்து செல்லாகின்றது (Primary Spermatocyte). இச்செல்லில் குன்றல் பிரிவின் முதல்பிரிவு (First Meiotic Division) நடைபெறுகின்றது. இந்நிலையில் இரண்டாம் விந்து செல்லில் உள்ள குரோமோசோம்களில் எண்ணிக்கை குறைக்கப்படுகின்றது. இதன் பிறகு அச்செல் இரண்டாம் விந்து செல்லாகின்றது. (Secondary Spermatocyte) இரண்டாம் விந்து செல் குன்றல் பிரிவின் இரண்டாம் பிரிவுக்கு உள்ளாகின்றது (Second Meiotic Division). இரண்டாம் குன்றல் பிரிவிற்குப்பிறகு கிடைக்கும் செல்களை ஸ்பெர்மாடிட் (Spermatid) என்று சொல் கிறோம். இவை உருமாற்றம் (Metamorphosis) அடைந்து விந்தா கின்றது. உருமாற்றத்தின் போது உட்கரு தலையாகவும் சென் ரியோல்களும் மைட்டோகோன்ரியாக்களும் (Centrioles and Mitochondria) சேர்ந்து விந்தின் மத்திய பாகமாகவும் சைட்டோ பிளாசத்தின் ஒருபகுதி வாலாகவும் மாற்றமடைகின்றது.

முட்டை முதிர்தல் : மூல முட்டை செல்கள் (Oogonia) குறை வாகத்தான் உண்டாகின்றன. மூல முட்டை செல்களில் உணவுப் பொருட்கள் சேமிக்கப்படுவதால் முதல் முட்டை செல்கள் உண்டாகின்றன முதல் முட்டை செல்லில் (Primary Oocyte) முதல் குன்றல் பிரிவும், பிறகு இரண்டாம் குன்றல் பிரிவும் நடை

பெறுகின்றன. முதல் குன்றல் பிரிவு நடைபெறும் பொழுது குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை குறைகின்றது. முதல் குன்றல் பிரிவுக்குப் பிறகு இரண்டாம் முட்டை செல்லும் (Secondary oocyte) அதனுடன் ஒரு துருவ செல்லும் (Polar cell) உண்டாகின்றது. இரண்டாம் குன்றல் பிரிவிற்குப் பிறகு ஊட்டிடும் (Ootid) மூன்று துருவ செல்களும் உண்டாகின்றன. ஊட்டிட் பிறகு முட்டையாக வளர்ச்சி அடைகின்றது. முட்டை முதிர்தலில் ஒரு முதல் முட்டை செல்லிலிருந்து ஒரு முட்டைதான் கிடைக்கின்றது என்பது குறிப்பிடத்தக்கதாகும். மேற்சொன்ன விந்து செல் முதிர்தலிலும் முட்டை முதிர்தலிலும் அவற்றின் குரோமோசோம்கள் எண்ணிக்கை குறைக்கப்படுகின்றன. இதனால் இனச் செல்கள் எப்பொழுதும் ஒற்றை எண்ணிக்கை உடையனவாகத்தான் இருக்கும்.

பால் செல்கள் : விலங்குகளின் பால் செல்கள் அமைப்பிலும் உருவத்திலும் வேறுபடுகின்றன. முட்டை பந்து போன்று அல்லது நீள் உருண்டை (Oval) போன்றிக்கும். அது அசையாது. பொதுவாக அநேக முட்டைகளில் சேமிப்பு உணவுப் பொருட்கள் (Reserved food materials) உண்டு. இவ்வுணவுப் பொருட்கள் முட்டையினுள் வளரும் கருவுக்குப் பயன்படுகின்றன. விந்துகள் சிறிதானவை; நீந்தக்கூடியவை. எல்லா விலங்குகளின் விந்துகளும் ஒரே மாதிரியாக இருப்பதில்லை. அவை உருவத்தில் வேறுபடுகின்றன. சில அமீபா போன்றும், சில நூல் போன்றும், மற்றவை வெவ்வேறு உருவத்திலும் காணப்படுகின்றன. விந்து செல்களை உருப்பெருக்கியின் மூலமாகத்தான் பார்க்க முடியும்.

கருவுறுதல் (Fertilization) : ஆண் இனச் செல் பெண் இனச் செல்லுடன் இணைவது கருவுறுதலாகும். கருவுறுதலில் இரண்டு இனச் செல்களும் சேர்ந்து ஒரு செல்லாகின்றது. இதற்குக் கரு முட்டை என்று பெயர். கருவுறுதல் தனித்தன்மையுடையது. குறிப்பிட்ட சிறப்பினத்தைச் சார்ந்த முட்டையை அதே சிறப்பினத்தைச் சார்ந்த விந்துதான் கருவுறுதல் செய்ய முடியும். கருவுறுதல் நடைபெறுவதால்தான் கரு உண்டாக முடிகின்றது. ஒற்றை எண்ணின் குரோமோசோம்கள் இரட்டை எண்ணினவாகின்றன. மேலும் முட்டை தொடர்ந்து வளர்ச்சி பெறுவதற்குத் தூண்டப்படுகின்றது. கருவுறுதல் இரண்டு வகைப்படும். (1) வெளிக் கருவுறுதல் (External fertilization), (2) உட் கருவுறுதல் (Internal fertilization) ஆகிய இரு வகையாகும்.

முதுகெலும்பற்றவற்றிலும் மீன்களிலும் பால் செல்கள் நீரிலேயே வெளியேற்றப்படுகின்றன. நீரின் பரப்பு அதிகமாத

லால் பால் செல்களின் சந்திப்பு குறைவாக இருக்கும். உட்கருவுறுதல் இன உறுப்புகளினுள் நடைபெறுகிறது. ஆண் இன உறுப்புகள் பெண் இன உறுப்புகளுக்குள் விந்துகளைச் செலுத்துவதால் முட்டைகள் முட்டை நாளத்திலோ கருப்பையிலோ கருவுறப்படுகின்றன.

பால் இனவிருத்தியில் சில சிறப்பு வகைகள்

பால் இனவிருத்தியில் பல வகைகள் உண்டு. சில விலங்குகளில் அது மிகவும் வேறுபடுகின்றது. கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளவை சில சிறப்பு வகைகளாகும்.

1. **கன்னி இனப்பெருக்கம்** (Parthenogenesis): விந்து செல் இல்லாமலே முட்டை வளரத் தொடங்கினால் அது கன்னி இனப் பெருக்கமாகும். ரோடிஃபர், செடிப் பேன்கள், சில வண்டுகள், எறும்புகள், தேனீக்கள், குளவிகள், கிரஷ்டேஷியன்கள் போன்றவற்றில் கன்னி இனப்பெருக்கம் சாதாரணமாக நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கின்றது. செடிப் பேன்களில் (Aphids) பெண் பேன்கள் தொடர்ந்து கன்னி இனப்பெருக்கத்தால் உண்டாகின்றன. இது இளவேனில், கோடைக் காலங்களில் நடைபெறுகின்றது. பிறகு இரண்டு வகைப் பேன்களுமே கன்னி இனப்பெருக்கத்தால் உண்டாகின்றன. இவை இரண்டும் புணர்ந்து பால் இனப்பெருக்கத்தில் ஈடுபடுகின்றன. இதனால் பெண் பேன்கள் கருவுற்ற முட்டைகளை இடுகின்றன. முட்டைகளிலிருந்து உண்டாகும் பெண் பேன்கள் கன்னி இனப் பெருக்கத்தை ஆரம்பிக்கின்றன. இராணித் தேனீ கருவுற்ற முட்டைகளை இடுகின்றது. முட்டைகள் பொரித்து அதனின்றும் வேலைக்கார ஈக்களும் பெண் ஈக்களும் வளர்கின்றன. இராணித் தேனீ கருவுறாத முட்டைகளும் இடுகின்றது. இம் முட்டைகள் பொரித்து ஆண் ஈக்களாக வளருகின்றன.

2. **நியோட்டனி அல்லது இளமை மாறுநிலை** (Neoteny): சலமாண்டர்களின் லார்வாக்களில் இனப்பெருக்க உறுப்புகள் முழு வளர்ச்சி அடைந்துவிடுகின்றன. அதனால் லார்வாக்கள் பால் நிலையில் பருவம் அடைந்துவிடுகின்றன. இவை ஒன்றுடன் ஒன்று புணர்ந்து பால் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. இதை நியோட்டனி அல்லது இளமை மாறுநிலை என்று அழைக்கிறோம்.

3. **இளமை முதிர்ச்சி** (Paedogenesis): ஈரல் புழுவின் (Liver Fluke) வாழ்க்கைச் சுழற்சியில் உண்டாகும் ஸ்போரோசிஸ்ட் (Sporocyst) கருவுறாத முட்டைகளை உற்பத்தி செய்

கின்றன. இந்த முட்டைகள் பின்னால் ரேடியா (Redia) என்ற மற்றொரு வகை லார்வாக்களாக வளருகின்றன. இவ்வாறு புதிய லார்வாக்கள் கன்னி இனப்பெருக்கத்தால் உண்டாவதை இளமை முதிர்ச்சி என்று குறிப்பிடலாம்.

இளம் உயிரிகளின் இன விருத்தியிலும் மூன்று வகை உண்டு.

1. முட்டையிடுவன (Oviparous) : சில விலங்குகள் முட்டையிடுகின்றன. முட்டை பொரித்து இளம் உயிரிகள் வெளி வருகின்றன.

2. குட்டி போடுவன (Viviparous) : பாலூட்டிகளில் முட்டை பெண் விலங்கின் கருப்பையினுள்ளேயே அடைபட்டுக் கருவுறுகின்றது. கருவுற்ற முட்டை கருப்பையினுள்ளேயே குறிப்பிட்ட காலம் வரை வளர்ந்து வருகின்றது. பிறகு இளம் உயிரி தாயின் கருப்பையிலிருந்து வெளி வருகிறது.

3. முட்டையிட்டுக் குட்டி போடுவன (Ovoviviparous) : சில பூச்சிகள், சுறாமீன்கள், சில ஊர்வனவற்றில் (சில பல்லிகள், பாம்புகள்) சேமிப்பு உணவு உள்ள முட்டைகள் உண்டாகும். இம் முட்டைகள் பெண்ணின் கருப்பையிலேயே வளரும்.

முதுகெலும்பல்லனவற்றுள் பால் இனப்பெருக்கம்

முதுகெலும்பல்லனவற்றுள் பால் இனப் பெருக்கம் பெரிதும் வேறுபடுகின்றது. பால் உறுப்புகள் பொதுவாக வருடத்திற்கு ஒரு முறை அல்லது குறிப்பிட்ட காலத்தில்தான் பருவம் அடைகின்றன. அதனால் அந்தக் காலத்தில்தான் இனச் செல்கள் உண்டாகி வெளிப்படுகின்றன. இவ்வாறு குறிப்பிட்ட காலத்தில் தான் பால் உறுப்புகள் பருவம் அடைவதால் இரண்டு நன்மைகள் ஏற்படுகின்றன. (1) பால் செல்கள் குறுகிய காலத்தில் பால் உறுப்புகளிலிருந்து வெளிப்படுவதால் அதிக முட்டைகள் கருவுறுதலுக்குத் தயாராகின்றன. (2) இவ்வாறு குறிப்பிட்ட காலங்களில் கருவுற்று வளர்ச்சி அடைந்துவரும் லார்வாக்கள் அல்லது இளம் உயிரிகள் ஒழுங்காக வாழ்க்கையை நடத்த முடிகின்றன. வசதியற்ற காலங்களில் இனப்பெருக்கம் இருந்தால் இளம் உயிரிகள் சூழ்நிலையின் பல காரணிகளால் (தட்பவெப்ப நிலை, உணவின்மை) நன்றாக வளரமுடியாத நிலை ஏற்பட்டுவிடும்.

பால் உறுப்புகள் வளருவதற்கும் முட்டைகள் வெளிப்படுவதற்கும் குறிப்பிட்ட தட்பவெப்ப நிலை அல்லது சூழ்நிலை வேண்டியிருக்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக, பிளநேரியா ஆல்

பினுவில் (Planaria Alpina) 10°C-க்குக் குறைவான தட்பவெப்ப நிலையில்தான் பால் உறுப்புகள் வளர்ச்சி அடைகின்றன. முத்துச் சிப்பியில் அதிக வெப்ப நிலையில்தான் பால் உறுப்புகள் வளர்ச்சி அடைகின்றன. வெப்ப நிலை திடீரென்று அதிகரிக்கும் பொழுது தான் பால் செல்கள் வெளியாகின்றன. லிம்னேயா (Limnaea) என்ற குளத்து நத்தையில் பகல் பொழுது அதிகமாக உள்ள நாட்களில்தான் முட்டைகள் உண்டாகின்றன.

முதுகெலும்பல்லனவற்றுள் அதிகமாக நடைபெறுவது வெளிக் கருவுறுதல்தான். கடலில் வசிப்பன எல்லா முட்டைகளையும் விந்துகளையும் இனப்பெருக்க உறுப்புகளின் வெளித்துவாரங்கள் வழியாக வெளியேற்றிவிடுகின்றன. கருவுறுதல் தனித் தன்மை யுடையது என்று பார்த்தோம். குறிப்பிட்ட சிறப்பினத்தைச் சார்ந்த முட்டையை அதே சிறப்பினத்தைச் சார்ந்த விந்துதான் கருவுறச் செய்கின்றது. சில விலங்குகளில் பால் செல்கள் குறிப் பிட்ட இடத்தில்தான் வெளியேற்றப்படுவதற்குச் சில பழக்கவழக் கங்கள் உள்ளன. பல சுனைக் காலிகளில் (Polychaetes) ஆணும் பெண்ணும் சேர்ந்து நீந்திச் செல்லுகின்றன. ஆண் விந்துகளை வெளியேற்றுவதும், பெண் முட்டைகளை வெளியேற்றுவதும் அரு கருகே நடைபெறுகின்றது. பலோலோ புழுக்களில் ஆண், பெண் புழுக்கள் எல்லாம் சேர்ந்து கூட்டமாகத் திரிகின்றன. ஆனால், இவ்வாறு கூட்டமாகத் திரியும் நாட்கள் குறைவுதான். இரண்டு சிறப்பினங்களை ஆராய்ந்ததில் லியோடிஸ் ஃபுகாட்டா (Leodice Fucata) சிறப்பினம் அட்லான்டிக் கடலில் வசிப்பவை லியோடிஸ் விரிடிஸ் (L. Viridis) பசிஃபிக் கடலில் வசிப்பவை. அவை குறுக்ய நாட்கள்தான் கூட்டமாக வாழுகின்றன என்று ஆராயப்பட்டது. இப் புழுக்கள் வளைகளில் வசிக்கின்றன. பொதுவாக தலையை வெளியே நீட்டிக்கொண்டிருக்கின்றன. இரவில் இவற்றின் நிலை மாறியிருக்கும். வால்தான் வெளியே நீண்டு கொண்டிருக்கும். காலையில் சூரியக் கதிர்கள் பட்டவுடன் வால் பகுதி தனியாகப் பிரிந்துமேல்மட்டத்திற்கு நீந்தி வருகின்றது. பிறகு வால்பகுதி பிரிந்துவந்த காயத்திலிருந்து பால் செல்களை வெளியேற்றிவிட்டுச் சிறிது நேரத்தில் இறந்துவிடுகின்றன.

சில முதுகெலும்பற்றனவற்றில் ஹார்மோன்களும் பால் இனப்பெருக்க மண்டலத்தில் பெரிதும் பங்கு கொள்கின்றன. ஏரியான் (Arion) என்ற இலையட்டையில் (Slug) ஹார்மோன்கள் சுரப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. இது ஓர் இரு பாலின இலையட்டையாகும் (Hermaphrodite). இதில் இரண்டு ஹார் மோன்கள் சுரக்கின்றன. ஒன்று மூளையிலிருந்து சுரக்கின்றது.

இந்த ஹார்மோன் முட்டைகள் வளர உதவுகின்றது. அடுத்தது கண்களின் காம்புகளில் உண்டாகின்றது. இந்த ஹார்மோன் விந்துகள் வளர உதவுகின்றது. டெக்காபோடுகளில் (Decapods) முட்டையகத்தை வளரச் செய்வதற்கு ஒரு ஹார்மோன் சுரக்கின்றது. அதே போன்று விந்து நாளத்தில் உள்ள ஒரு சுரப்பி குறிப்பிட்ட ஒரு ஹார்மோனைச் சுரக்காவிட்டால் விந்தகம் வளர்ச்சி பெருது. பேய்க்கணவாயிலும் (Octopus) கண் காம்பிலிருந்து (Eye Stalk) உண்டாகின்ற ஒரு ஹார்மோன் பால் உறுப்புகளை வளர்ச்சிபெறச் செய்கின்றது.

மறுபாலின் வீரியத்தைப் பொறுத்தும் பால் செல்கள் வெளியேற்றப்படுவதைச் சில விலங்குகளில் காணலாம். ஓடோன்டோசைலிஸ் ஏனேப்ளா (Odontosyllis Enopla) என்ற சிறப்பினத்தைச் சார்ந்த புழுக்கள் பௌர்ணமி கடந்த இரண்டாவது, மூன்ருவது, நான்காவது நாட்களில் சூரியன் மறைந்த 0·55 நிமிட நேரத்திற்குப் பிறகு கூட்டங்களாகச் செல்லும் பெண்புழுக்கள் நீர் மட்டத்தை நோக்கி நீந்தி, சிறு சிறு வட்டமாகச் சுழன்றுவருகின்றன. அப்பொழுது உடலிலிருந்து உயிர் ஒளி வெளிவிடப்படுகின்றது. மேலும் அவை முட்டைகளையும் வெளியேற்றுகின்றன. அதே நேரத்தில் ஆண் புழு நீருக்குள் 10 அல்லது 15 அடி ஆழத்தில் காத்திருக்கும். உயிர் ஒளியைக் கண்டவுடன் பெண் புழுவை நோக்கிப் பாய்ந்து அது சுற்றிவரும் வட்டத்தினுள் புகும். பிறகு ஆணும் பெண்ணுமாகச் சேர்ந்து முதல் வட்டத்தைவிட ஒரு பெரிய வட்டத்தில் சுற்றும். சுற்றும்பொழுதே இரண்டு புழுக்களும் தங்களின் பால் செல்களை வெளியேற்றும். பெண் புழு உயிர் ஒளி வெளியிடுவதை நிறுத்திஞல் ஆண் புழு, பெண் புழுவைத் தொடராது. இதன் காரணம் ஆண் புழுவால் பெண் புழுவைப் பார்க்கமுடியாமலிருப்பதுதான். மேலும் பெண் புழுக்கள் குறிப்பிட்ட இந்த நேரத்தில்தான் உயிர் ஒளியை வெளியிடுகின்றதே தவிர மற்ற நேரங்களில் வெளியிடுவதில்லை.

அட்லான்டிக் கடலில் வாழும் நீரீஸ் புழுக்கள் (Nereis Limbata) ஒரு வகைப் பழக்க வழக்கத்தைக் கொண்டிருக்கின்றன. பல நீரீஸ் ஆண் புழுக்கள், ஒரு பெண் புழுவைச் சுற்றிக் கொண்டே வருகின்றன. சுற்றிவரும்பொழுதே ஆண் நீரீஸ் புழுக்கள் விந்துகளை வெளியேற்றுகின்றன. இதைக் கவனித்த பெண் புழுவும் முட்டைகளை இடுகின்றன. முத்துச் சிப்பிகளிலும் இவ்வகைப் பழக்கவழக்கம் காணப்படுகின்றது.

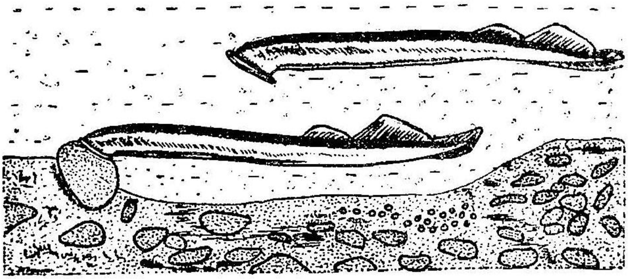
பால் இனப்பெருக்கத்தில் புணர்தல் முக்கியமான ஒரு நிலை ஆகும். சில பூச்சி இனங்கள் புணர்தலுக்கு முன் பல காதல்

விளையாட்டுகளில் ஆண்களும்பெண்களும்ஈடுபடுகின்றன. வளைதல், முத்தமிடுதல், அணைத்தல், ஆலிகட்டுதல், நடனம் ஆடுதல், பாடுதல், முகத்தோடு முகம் தேய்த்தல் போன்ற செய்கைகளில் ஆண் பெண் பூச்சிகள் ஈடுபடுகின்றன. டாம்சல் பூச்சிகளில் (Damsel fiies) ஆணும் பெண்ணும் சேர்ந்து இணைந்து ஆடுகின்றன. இவ்வாறு சுமார் ஒரு மணி நேரம் செலவிடுகின்றன. பிறகுதான் அவை புணருகின்றன. பிறகு அவை ஒன்றுடன் ஒன்று அணைத்து அதிக நேரத்தைப் போக்குகின்றன. கடைசியாகப் பெண் முட்டைகளை இடுகின்றது. சில அந்துப் பூச்சிகளின் ஆண் பால்கள் சில மைல்கள் தூரத்தில் உள்ள பெண்பாலைக் கண்டுபிடித்து விடுகின்றன. ஆண் பூச்சிகள் பொதுவாக 40 அல்லது 50 ஆகக் குழுமியிருக்கும். பெண்பூச்சி தனது முன் வயிற்றுப் பகுதியை உயர்த்திச் சிறகுகளை வேகமாக அடிக்கின்றது. இதனால் அதன் உடலிலிருந்து வெளிப்படும் மணம் காற்றில் பரவுகின்றது. நன்ருகப் பரவும் காலநிலையை இப் பெண்பூச்சி அறிந்துகொண்டு அந்தக் காலங்களில் தான் ஆண்பூச்சிகளை அழைக்கின்றது. தூரத்திலிருக்கின்ற ஆண் பூச்சிகள் பெண் பூச்சியிலிருந்து வெளியான மணத்தை உணர்ந்தபின் பெண் பூச்சியை நோக்கிப் பறக்கின்றன. இவற்றில் முதலில் வரும் ஆண் பூச்சியுடனேயே பெண் பூச்சி உறவு கொள்கின்றது.

புணர்ச்சி நடப்பதால் பெண் இன உறுப்புகளுக்குள் விந்துகள் கொண்டு சேர்க்கப்படுகின்றன. இதன் பயன் எல்லா முட்டைகளும் கருவுறப்படுவதே. புணர்ச்சி பொதுவாக நிலத்தில் வாழும் விலங்குகளில்தான் காணப்படுகின்றது. உடற்காலிகள், தலைக்காலிகள், கிரஸ்டேஷியன்கள் போன்றவற்றிலும் புணர்ச்சி நடைபெறுகின்றது. இதன் காரணம் நீரோட்டம் அதிகமாக இருந்தால் செல்களை நீர் அடித்துச் செல்வதால்தான். டர்பலேரியாக்களிலும் (Turballaria) உடற்காலிகளிலும் விந்துகளைப் பெண் இன உறுப்புகளுக்குப் பாய்ச்சுவதற்கு ஆண் குறி போன்ற மாற்றமுடைய உறுப்புகள் உள்ளன. ஆண் பேய்க் கணவாயில் ஒரு நீண்ட கைமட்டும் விந்துகளைப் பெண் பேய்க் கணவாயின் போர்வைக் குழிக்குள் கொண்டுசெல்ல மாற்றமடைந்திருக்கிறது. இத்தகைய விந்து மாற்றச் செயல் ஒரு சிறப்பமைப்பு வகையாகும் (Hectocotylus). ஆண் சிலந்தி ஒரு சொட்டு விந்துக் கூழை (Semen) ஓர் இலையிலோ அல்லது இதற்காக அமைந்துக் கொண்ட வலையின் ஓர் பகுதியிலோ வைக்கின்றது. சிலந்தியின் வாய்ப்பகுதியின் பால்பு அல்லது கீழ்த்தகடு (Palp) குழல்போன்ற விந்துப் பையாக மாற்றமடைந்திருக்கிறது. இதைக் கொண்டு விந்துக்கூழை எடுத்துப் பெண் இனப்பெருக்க உறுப்பின் புழையில் வைக்கின்றது. இதே போன்று தேள்களிலும் பார்க்கலாம்.

ஆண் தேளும், பெண் தேளும் பால்புகளை இணைத்துக் கொண்டு நடனம் ஆடும். அப்பொழுது ஆண் தேள் பை போன்ற விந்துகளை வெளியேற்றுகின்றன. பெண் தேள் உடனே விந்துகளை இனப் பெருக்கக் கண்டத்திலுள்ள புழைக்கு எடுத்துச் சென்று அதனுள் அழுத்துகின்றது. பிறகு விந்துகள் உறிஞ்சப்படுகின்றன. விந்துகள் உறிஞ்சப்பட்டவுடன் இரண்டு தேள்களும் ஒன்றை யொன்று விடுவித்துக்கொள்கின்றன. மேற்சொன்ன புணர்ச்சி வகைகளைப் பூச்சிகளிலும் காணலாம்.

முதுகெலும்பினங்களில் பால் இனப்பெருக்கம்: முதுகெலும் பினங்களில் பொதுவாக குறிப்பிட்ட பருவ காலங்களில்தான் இனப்பெருக்க உறுப்புகள் வளர்ச்சி அடைகின்றன. இனப்



படம் 71

மஞ்சள் புழுக்கள் முட்டையிடும் இடம். பெண் சிறிய கல் ஒன்றுடன் ஒட்டிக் கொள்கிறது. ஆணும் மற்றொரு சிறிய கல்லுடன் ஒட்டி யுள்ளது. முட்டைகள் ஆங்காங்கே சிதறிக் கிடக்கின்றன.

பெருக்க உறுப்புகளின் வளர்ச்சி சில ஹார்மோன்கள் சுரப்பதைப் பொறுத்து உள்ளது. ஹார்மோன்கள் பிட்டியூட்டரி சுரப்பியில் சுரக்கின்றன. பிட்டியூட்டரி சுரப்பியை அகற்றும்பொழுது இனப் பெருக்க உறுப்புகள் வளர்ச்சியடையாது இருக்கின்றன. மஞ்சள் புழு (Lampreys), குருத்தெலும்பு மீன்கள், எலும்பு மீன்கள் ஆகிய வற்றில் சில பரிசோதனைகள் செய்து பார்த்திருக்கிறார் கள். ஆன்ட்ரோஜன், ஈஸ்ட்ரோஜன் என்ற இரு ஹார்மோன்கள் தான் இனப்பெருக்க உறுப்புகளின் வளர்ச்சியைத் தூண்டுகின் றன. மேற்சொன்ன ஹார்மோன்கள் எலும்பு மீன்களின் இரத்தத் தில் கலந்திருப்பதை ஆராய்ந்திருக்கிறார்கள். மஞ்சள் புழுக்களில் இளவேனில் காலத்தில்தான் இனப்பெருக்க உறுப்புகள் பருவம் அடைகின்றன. இனப்பெருக்க உறுப்புகள் பெரிதாகின்றன. ஆணும் பெண்ணும் சேர்ந்து நீந்தி நீரோட்டம் இல்லாத ஒரு பகுதியை அடைகின்றன (படம் 71). அங்குப் புனல் வடிவ வாயால்

மணல்களையும் சிறு கற்களையும் அகற்றி முட்டையிடுவதற்குக் கூடு தயார் செய்கின்றன. பெண் தனது புனல் வடிவ வாயால் ஒரு கல்லில் ஒட்டிக் கொள்கிறது. பெண் மஞ்சள் புழுவுடன் ஆண் மஞ்சள் புழுவும் ஒட்டிக் கொள்கிறது. அவை முட்டைகளையும் விந்துகளையும் வெளியேற்றுகின்றன. கருவுறுதல் வெளியே நடைபெறுகின்றது. கருவுற்ற முட்டைகள் மணல் பரல்களுக்கிடையே மூழ்கிவிடுகின்றன.

சுறாமீன்களில் நாளங்களின் பிற்பகுதியில்தான் முட்டைகள் வளர்ச்சி அடைகின்றன. ஆண் சுறாக்களிலுள்ள குறுத்தெலும்பாலான குச்சி போன்ற கிளாஸ்பெர்களால் (Claspers) பெண் சுறாக்களுக்கு விந்துகள் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. கருவுறுதல் உள்கருவுறுதலாகும். கருவுற்ற முட்டை முட்டை நாளத்தில் வளர்ந்து வருகின்றன. முட்டைநாளத்தின் சுவர் பல மடிப்புகளாகி வளரும் கருவுக்கு இரத்தம் கொடுக்கவும் சுவாசத்திற்கும் உதவி செய்கின்றது. கரு வளர்ந்த பிறகே தாயின் உடலை விட்டு வெளி வருகின்றது.

எலும்பு மீன்கள் பெரும்பாலும் முட்டையிடுவன. மீன்கள் பொதுவாக நிறைய முட்டைகள் இடுகின்றன. முட்டையிடுவதற்கு முன்னால் பெண் மீன்களின் உடல் பருத்திருக்கும். ஆண் மீன்களில் நிறம் மாற்றம் போன்ற கால வேறுபாடுகள் (Seasonal Variations) உண்டாகலாம்.

நீர் நில வாழ்வன நீரில்தான் புணர்ந்து முட்டையிடுகின்றன. முட்டையிலிருந்து சிறிய லார்வாக்கள் வெளிவருகின்றன. லார்வாக்கள் நீரிலேயே வளர்ந்து பிறகு உருமாற்றம் அடைந்து முழு வளர்ச்சி அடைந்து உயிரியாகின்றன. தனித்தனி சிறப்பினங்களுக்கேற்றவாறு காதலாடுதல், வளர்ப்பிடம் போன்றவை மாறுபடுகின்றன. இன உறுப்பு வளர்ச்சி பெற்றவுடன் ஆண் தவளைகள் சில இடங்களில் கூடுகின்றன. மேலும் அவை வேகமாகச் சப்தமிடுகின்றன. இதைக் கேட்டுப் பெண் தவளைகளும் நீரினுள் இறங்குகின்றன. அதைத் தொடர்ந்து ஆண் தவளையும் இறங்குகின்றது. ஒரு பெண் தவளையின் மேல் ஆண் தவளை உட்கார்ந்து தழுவிக் கொள்கின்றது. முன்னங்கால்கள் தழுவுவதற்குத் துணைபுரிகின்றன. அப்பொழுது பெண் தவளை முட்டையிடுகின்றது. முட்டைகளின் மேல் ஆண் தவளை விந்துகளைத் தெளிக்கின்றன (Milting). கருவுறுதல் வெளிக் கருவுறுதல்தான். கருவுற்ற முட்டை லார்வாவாக வளர்ந்து, லார்வா பின் உருமாற்றம் அடைகின்றது. சலமாண்டர்கள் வருடா வருடம் ஒரே இடத்தைத்தான் வளர்ப்பிடமாகத் (Breeding Places) தேர்ந்தெடுக்கின்றன. மேலும் மற்ற

சலமாண்டர்கள் இடையூறு செய்யாதவாறும் கவனித்துக்கொள்கின்றன. ஆண், பெண் சலமாண்டர்கள் காதலாடுதல் உண்டு. காதலாடுதலின்போது அவை ஒன்றுடன் ஒன்று முகத்தைக் கொண்டு உராய்கின்றன. பொதுவாக ஆண் பெண் சலமாண்டரின் மேல் ஏறிக்கொள்ளும். அப்பொழுது ஆண் சலமாண்டர் ஒன்று அல்லது இரண்டு கூழ் போன்ற விந்துகள் நிறைந்த பைகளை வெளியேற்றும். இவை பெண் சலமாண்டரின் பொதுப் புழையில் (Cloaca) உட்சென்று முட்டைகளைக் கருவுறச் செய்கின்றன.

தவளைகளையும் சலமாண்டர்களையும் பரிசோதனைக்குட்படுத்தியதில் இவற்றிலும் சில ஹார்மோன்கள்தான் விந்துகள் உண்டாவதையும் முட்டைகள் உண்டாவதையும் தூண்டுகின்றன என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. ராணு டெம்போரரியா (Rana Temporaria) என்ற தவளையில் விந்துகள் உண்டாவது பருவ காலத்தைப் பொறுத்துத்தான் என்றாலும், செயற்கை வெளிச்சம் இனப் பெருக்கச் செயல்களைத் தூண்டுகின்றது என்று ஆராயப்பட்டுள்ளது. ஆனால், சில சிறப்பினத் தவளைகள் குளிர்ந்த சூழ்நிலையில் வாழ்ந்தாலும் தட்பவெப்ப நிலையை அதிகரிப்பதால் அவற்றை முட்டையிடச் செய்துவிட முடியாது. அமெரிக்காவிலுள்ள பிக்காசு போன்ற காலமைப்புடைய தேரைகள் (Spade Foot Toads) சிறிய குட்டைகளில் முட்டையிட்டு வளருபவை. அவை வருட முழுவதிலும் முட்டையிடும் தன்மை பெற்றவை. மழை பெய்த சில மணி நேரத்திற்குள் முட்டையிட ஆரம்பிக்கின்றன. ஆனால், சூழ்நிலையில் தட்பவெப்ப நிலை 10°C-க்கும் குறைவாகத்தான் இருக்கவேண்டும்.

ஊர்வனவற்றில் பால் இனப்பெருக்கம் பாலூட்டிகளை ஒத்து இருக்கின்றது. கருவுறுதல் இனப்பெருக்க உறுப்புகளில்தான் நடைபெறும். பொதுவாக முட்டைகள் வெளியே இடப்பெறுகின்றன. ஆனால், சில சிறப்பினங்களில் முட்டைகள் கருப்பையில் தங்கி வளரவும் செய்கின்றன. முட்டைகள் இடுவதற்குச் சூழ்நிலை சரியாக இல்லாதபொழுது ஆமைகள், பாம்புகள் போன்றவை முட்டைகளை வெளியிடுவதில்லை. விரியன், தண்ணீர்ப் பாம்புகள், கடல் பாம்புகள் எல்லாவற்றிலும் முட்டைகள் கருப்பையினுள்தான் வளர்ந்து, முழு வளர்ச்சி பெற்றபின் பொதுப்புழை வழியாக வெளியே விடுகின்றன. ஊர்வனவற்றில் முட்டைகள் பெரிதானவை. கரு முட்டைக்குள்ளேயே வளருவதால் சேமிப்பு உணவுப்பொருட்கள் அதனுள்ளேயே பாதுகாக்கப்பட்டிருக்கின்றன. முட்டையைச் சுற்றி ஒரு மெல்லிய சவ்வும், அதைச் சுற்றி வலுவான ஓடு ஒன்றும் முட்டையைப் பாதுகாக்க உதவு

கின்றன. முட்டை வெப்பத்தால் காய்ந்து போகாதிருக்க முட்டை ஓடு பயன்படுகிறது.

பறவைகளில் ஒவ்வொரு சிறப்பினத்திற்கும் குறிப்பிட்ட வளர்ப்புக் காலங்கள் உண்டு. பொதுவாக இளவேனில் அல்லது கோடைக் காலங்களில்தான் அவை முட்டையிட்டுக் குஞ்சு பொரிக்கின்றன. காதலாடுதல், புணர்ச்சிக்கு அழைத்தல் போன்ற செயல்களை ஹார்மோன்கள் தூண்டுகின்றன. ஹார்மோன்கள் பிட்யூட்டரி சுரப்பியிலும் பால் உறுப்புகளிலும் சுரக்கின்றன. மேற்சொன்ன சுரப்பிகள் சூரிய வெளிச்சத்தாலும் செயற்கை வெளிச்சத்தாலும் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. வெளிச்ச நேரம் அதிகரிக்கும்போது சீக்கிரமாகப் பால் உறுப்புகள் வளர்ச்சி அடைகின்றன. இதைப் பரிசோதனையில் செயற்கை ஒளியை வைத்துப் பார்த்ததில் பால் உறுப்புகள் சீக்கிரமாக வளர்ச்சி பெறுவதை அறிந்தனர். ஒளி ஹைப்போதாலமசை (Hypothalamus) நேரடியாகவோ அல்லது மறைமுகமாகவோ தாக்குகின்றது. ஒளி கண்களின் வழியாகச் செல்லலாம். வீட்டில் வளர்க்கும் வாத்துகளைச் செயற்கை ஒளியின் மூலம் சீக்கிரமாக முட்டையிடச் செய்யலாம். வாத்தில் திசுக்களின் வழியாக நேரடியாகச் செல்லும் ஒளியே போதுமானது. சிவப்பு ஒளிக்கற்றைகள் போதுமான அளவில் மூளையை அடைவதும் உண்டு. ஆனால், பச்சை அல்லது நீலநிற ஒளிக்கற்றைகள் மூளையை அடைவது இல்லை. இதன் காரணத்தால்தான் சிவப்பு ஒளிக்கற்றைகள் பால் இன உறுப்புகளைச் சீக்கிரம் வளர்ச்சியடையச் செய்கின்றன என்று கொள்ளலாம்.

முட்டை விடுபடல் (Ovulation) நடைபெறுவதற்குப் பெண் பறவைக்குத் துணையாக ஓர் ஆண் பறவை கட்டாயம் தேவை. அநேக சிறப்பினங்களில் முட்டை விடுபடலுக்கு இரண்டு பறவைகளும் பல செயல்களில் ஈடுபடுகின்றன. மேற்சொன்ன செய்கைகள் ஃபாலிக்கிளைத் தூண்டுவதற்கான ஹார்மோனைச் சுரக்கச் செய்கின்றன. வீட்டில் வளரும் பெண் புறா தனித்திருந்தால் முட்டை விடுபடல் நடைபெறாது. ஆனால், இரண்டு புறாக்களிடம் அல்லது தனித்து உள்ள புறாவிடம் ஒரு கண்ணாடியைக் காட்டினால் முட்டை விடுபடல் ஏற்படுகின்றது. ஆனால், வீட்டில் வளரும் வாத்துகள், கோழிகள், சில வகை கிளிகள் ஆகியவற்றில் மற்றொன்று இல்லாமலேயே முட்டை விடுபடல் ஏற்படுகின்றது.

ஓர் ஆண், ஒரு பெண் இரண்டும் ஜோடி சேருகின்றன. இவை இரண்டும் ஒரு கூடு கட்டுகின்றன. சில பறவைகள் மற்ற

பறவைகளின் கூடுகளில் முட்டையிடுகின்றன. ஒரு வளர்ப்புக் காலத்தில் கூட்டில் சில முட்டைகள் இருக்கின்றன. கூட்டில் முட்டைகளை எடுத்துவிட்டால் திரும்பவும் பறவைகள் முட்டையிடலாம். சிட்டுக் குருவி பொதுவாக நான்கு அல்லது ஐந்து முட்டைகள் இடும். முட்டைகள் ஒவ்வொன்றையும் அகற்றியதில் அது சுமார் ஐம்பது முட்டைகள் இட்டிருக்கின்றது என்று ஆராயப்பட்டுள்ளது. இதன் காரணம் ஹார்மோன்கள் சுரப்பதால்தான். பறவை முட்டையில் அமரும்பொழுது முட்டையிருக்கின்ற உணர்ச்சி அடினோ ஹைப்போஃபைசிஸ்(Adeno Hypophysis) அல்லது அடினோ பிட்யூட்டரியை புரோலாக்டின் (Prolactin) என்ற ஹார்மோனைச் சுரக்கச்செய்கிறது. புரோலாக்டின், கோனடோட்ரோப்பின்ஸ் (Gonadotropins) சுரப்பதை நிறுத்துகின்றது. கோனடோட்ரோப்பின்ஸ் முட்டையிடுதலைத் தூண்டும் ஹார்மோனாகும். இந்த ஹார்மோன் சுரப்பது நின்றமையால் முட்டையிடுதலும் நிறுத்தப்படுகின்றது. கூட்டிலிருந்து முட்டையை அகற்றும்பொழுது முட்டைகளின் தொடு உணர்ச்சி பறவைகளுக்குத் தெரியாது. இதனால் முட்டையிடுதலைத் தூண்டும் ஹார்மோன்கள் சுரந்து கொண்டேயிருக்கும்.

பாலூட்டிகளில் பால் இனப்பெருக்கம்

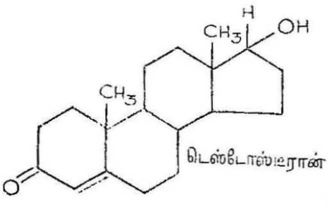
பால் இனப்பெருக்கம் சிறப்பாக வளர்ச்சி பெற்றிருப்பது பாலூட்டிகளில்தான். பால் இனப்பெருக்கத்தில் இரண்டு பால் செல்கள் உண்டாகின்றன என்று பார்த்தோம். மேற்சொன்ன இரண்டு பால் செல்களும் இணைந்து, கருவுற்று கரு முட்டையாகின்றது. விந்துகள் பெண் இனப்பெருக்க உறுப்புகளைச் சேர்வதற்குப் புணர்ச்சி தேவை. மற்ற விலங்குகள் போன்று பாலூட்டிகளிலும் பால் செல்கள் உண்டாவது பருவ காலங்களைப் பொறுத்துதான் உள்ளது. பால் செல்களின் தோற்றம் அல்லது முதிர்தல், புணர்ச்சி முதலியவை நாளமில்லாச் சுரப்பிகளால் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன.

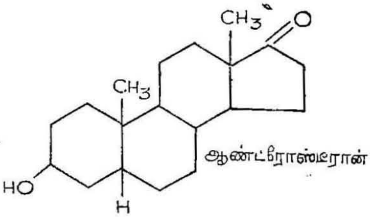
ஆண்பால் சுரப்பிகளின் ஹார்மோன்கள்

ஆண்பால் சுரப்பிகளின் ஹார்மோன்களுக்கு ஆண்ட்ரோஜென் என்று பெயர். ஆண்ட்ரோஜெனில் முக்கியமானது டெஸ்டோஸ்டீரான் (Testosteron). டெஸ்டோஸ்டீரான் விந்தகத்திலுள்ள லீடிக் இடையீட்டுச் செல்களில் (Leydig's Interstitial Cells) உண்டாகின்றன. டெஸ்டோஸ்டீரான் சுரப்பதால்தான் ஆண்பால் உறுப்புகள் வளர்ச்சி அடைகின்றன. பருவம் அடைகின்ற ஒருவனின் இரத்தத்தில் டெஸ்டோஸ்டீரான் அதிக

மாகக் கலந்திருப்பதைக் காணலாம். டெஸ்டோஸ்டீரான் விந்தகத்தில்தான் அதிகமாகக் காணப்படும். அது மற்ற உறுப்புகளில் அதைவிடக் குறைந்த சக்தியுடைய ஆண்ட்ரோஸ்டீரானை மாற்றமடைகிறது. டெஸ்டோஸ்டீரானை உடலுக்குள் ஊசிமூலம் செலுத்தினால் சிறுநீரில் ஆண்ட்ரோஸ்டீரான் அதிகமாகக் கலந்திருப்பதை அறியலாம்.

உடலில் முடி வளருதல், ஆண்களுக்குரிய எலும்பு வளர்ச்சி, குரல் வகை, ஆண் குறியின் வளர்ச்சி, பால்சுரப்பிகளின் வளர்ச்சி ஆகியவை டெஸ்டோஸ்டிரான் சுரப்பதால் தூண்டப்படுகின்றன.



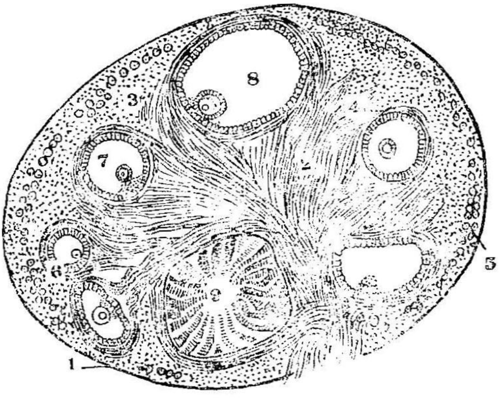


ஹைபபோபைசிஸில் (பிட்யூட்டரி சுரப்பி) சுரக்கும் ஹார்மோன் விந்து முதிர்தலுக்குத் துணை செய்கின்றது. ஹைப்போபைசிஸை நீக்கும்பொழுது விந்து முதிர்தல் குறைந்துவிடுகிறது.

முட்டையகம்

முதலில் முட்டையகத்தைச் சிறிது நோக்குவோம் (படம் 72). முட்டையகத்தில்தான் முட்டைகள் உண்டாகின்றன. முட்டையகத்தின் முக்கிய பாகம் கிராஃபியன் ஃபாலிக்கிளாகும் (Graafian Follicle). ஃபாலிக்கிள் நன்றாக வளர்ச்சி பெற்றிருக்கும்பொழுது பை போன்றிருக்கும். பையைச் சுற்றி இரண்டு சுவர்கள் உண்டு. வெளிச் சுவரின் பெயர் தீக்கா (Theca). உட்சுவரின் பெயர் கிரானுலோசா சவ்வு (Membrana Granulosa). கிரானுலோசா சவ்வுடன் ஒரு செல் திரள் சேர்ந்திருக்கும். இதனை டிஸ்க்கஸ் புரோலிஜிரஸ் (Discuss Proligerus) என்று குறிப்பிடுவதுண்டு. இதனுள் முட்டை இருக்கும். பையினுள் உள்ள வெற்றிடத்தில் ஒரு திரவம் உண்டு. முட்டையும் அதைச் சுற்றியுள்ள செல்களும் மேலடுக்கு செல்களால் (Epithelial Cells) உண்டானது. முட்டை விடுபடல் ஃபாலிக்கிள் உடைவதால்தான் ஏற்படும். ஃபாலிக்கிள் உடைவதால் முட்டைகள் உடல் குழிக்குள் விடுபடுகின்றன. ஒரே நேரத்தில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட ஃபாலிக்கிள்களும் உடைகின்றன.

எடுத்துக்காட்டாக, முயலில் இரண்டு பக்கங்களிலும் சுமார் 10 அல்லது 12 ஃபாலிக்கிள்கள் உடைகின்றன. பெண் முட்டை



படம் 72

முட்டையகத்தின் வெட்டுமுகத் தோற்றம்.

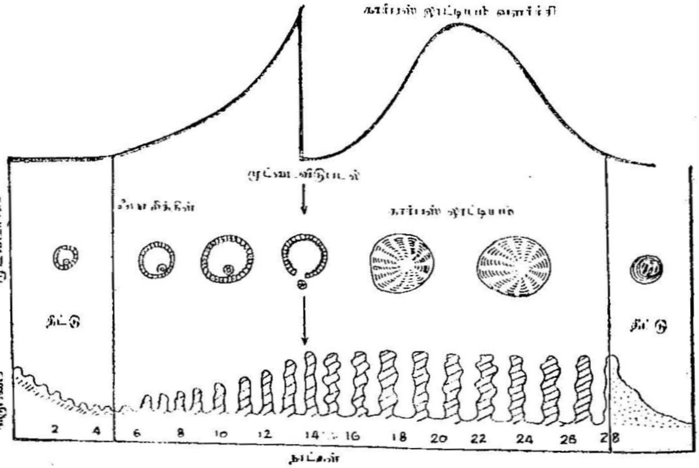
1. வெளி உறை 2. மத்திய திசுப்பகுதி 3. ஓரத்திசுப் பகுதி 4. இரத்த நாளங்கள் 5. ஃபாலிக்கிளின் முதல்நிலை 6, 7, 8. வளர்ச்சி நிலை 9. முட்டை வெளிவந்த பிறகு கார்பஸ் லூட்டியத்தின் வளர்ச்சி.

யகத்தில் ஒரு ஃபாலிக்கிள்தான் உடைகின்றது. அதனால் ஒரு முட்டைதான் வெளிப்படுகிறது. ஃபாலிக்கிள் உடைந்த பிறகு அதன் சுவர் இரண்டிலும் உள்ள செல்கள் பெரியதாகின்றன. மேலும் முட்டை இருந்த இடத்தில் செல்கள் கூடி கார்பஸ் லூட்டியம் (Corpus Luteum) என்ற அமைப்பாகின்றது.

கலவி உணர்ச்சி வட்டம்

மேற்சொன்னவாறு முட்டைகள் முட்டையகத்தின் ஃபாலிக்கிள்களில் உண்டாகின்றன. ஃபாலிக்கிள் முட்டையோடு வளர்ந்து பிறகு குறைந்து வரும் சுழற்சி கலவி உணர்ச்சி வட்டம் (Oestrous Cycle) என்று அழைக்கப்படுகிறது. கலவி உணர்ச்சி வட்டம் இரண்டு வகைப்படும். (1) ஒரு கலவி உணர்ச்சி வட்டம் (Monoestrous), (2) பல கலவி உணர்ச்சி வட்டம் ஆகியவை. ஒரு கலவி உணர்ச்சி வட்டம் விலங்குகளில் பொதுவாக ஒரு பருவ காலத்திற்கு ஒரு முறை முட்டைகள் வளர்ச்சி பெற்று ஃபாலிக்கிள்களிலிருந்து வெளிப்படும். அதாவது, ஒரு பருவ காலத்திற்கு ஒரு முறைதான் ஃபாலிக்கிளில் வளர்ந்து, பிறகு குறைந்து ஒரு சுழற்சியை முடிக்கும். பல கலவி உணர்ச்சி வட்டத்தில் ஒரு பருவ காலத்திற்குள் ஃபாலிக்கிள் பல சுழற்சிகளைக் கொண்டதாக

இருக்கும். அதாவது, ஒரு பருவ காலத்திற்குள் ஃபாலிக்கிளி லிருந்து பல தடவை முட்டைகள் வளர்ச்சி பெற்று வெளி வரும் (படம் 73).



படம் 73
மாதவிடாய் வட்டம்

கலவி உணர்ச்சி வட்டம் நான்கு நிலைகளைக் கொண்டது.

(1) முதல் நிலையில் பால் இனச் செயல்கள் நடைபெறுது. அமைதியான, அசைவின்றி உள்ள காலப்பகுதியாகும் (Diosterus).

(2) ஃபாலிக்கிள் வளர்ச்சியுற்றுத் தயாராகும் காலப்பகுதி யாகும் (Pro-oestrus).

(3) மூன்றுவது காலப்பகுதியில் வெப்பம் உண்டாகின்றது. இந்த நேரத்தில்தான் வெளித்தோற்றத்தில் தடிப்பது போன்ற மாற்றம் உண்டாகின்றது (Hypertrophy). இதே நேரத்தில்தான் பெண் விலங்கு பால் உணர்ச்சியை அல்லது விருப்பத்தை (Sexual desire) வெளிப்படுத்துகின்றது. அதனல் புணர் புழையில் சில மாற்றங்களும் தென்படுகின்றன.

(4) நான்காவதாக உள்ள காலப்பகுதி கடைசியாகும். வெப்பத்தணிவு ஏற்படுகின்றது.

பொதுவாக அநேக பாலூட்டிகளில் மூன்ருவது நிலையில்தான் முட்டை விடுபடல் ஏற்படும். மனிதனில்கூட முட்டை விடுபடல் புணர்ச்சிக்குப் பிறகுதான் நடைபெறுகின்றது. முதல்வகை, விலங்

குகளில் கருவுறுதல் வாய்ப்பு அதிகமாகவும், இரண்டாவதில் குறைவாகவும் இருக்கும். முயலில் புணர்ச்சி நடைபெற்ற 10 மணி நேரத்திற்குப் பிறகே முட்டை விடுபடுகின்றது. சுமார் ஆறு முட்டைகள் மற்ற செல்களுடன் சேர்ந்து ஃபாலிக்கிளிலிருந்து வெளியேறுகின்றன. அவை வெளியேறும்பொழுது அவற்றுடன் சிறிது வெண் புரதமும் (Albumen) சுற்றி இருக்கும். முட்டைகள் வயிற்றுக்குழிக்குக் கொண்டுவரப்படுகிறது. பிறகு முட்டை நாளத்தின் முதல் பகுதிக்குச் சிலியாக்களின் உதவியால் கொண்டுவரப்படுகின்றது. இதற்குள் விந்துகள் முட்டை நாளத்தில் மேல் நோக்கி வந்துவிடுகின்றன. அவை முட்டைகளை அடைந்தவுடன் புரோட்டியேஸ் நொதியைச் சுரக்கின்றன. இந் நொதி முட்டையின் வெண் புரதத்தைக் கரைக்கின்றது. பிறகு முட்டையினுள் விந்து புகுகின்றது. கருவுற்ற பிறகு முட்டைகள் எல்லாம் கீழ்நோக்கி வருகின்றன. இவ்வாறு கருவுறுதல் புணர்ச்சிக்குப் பின் 16 மணி நேரத்தில் நடைபெற்றுவிடுகின்றது. கருவுற்ற உடன் வளர்ச்சியும் ஆரம்பித்துவிடுகின்றது. வளர்ச்சியின் முதல் நிலை செல் பிளத்தல் (Cleavage) ஆகும்.

வளர்ச்சி ஆரம்பித்தவுடன் கருப்பையின் உள்சுவர் மாற்றமடைகின்றது. மேலடுக்கு செல்கள் குறைந்து கொண்டே வருகின்றன. வளரும் கரு இணைப்புத் (Connective) திசுவுடன் ஒட்டிக் கொள்கின்றது. தாயின் திசுக்களும் வளரும் சேயின் திசுக்களும் ஒன்ருகச் சேர்ந்து வளர்வதால் தாய்க்கும் சேய்க்கும் தொடர்பு ஏற்படுகின்றது. இதைப் பிளாசன்டா அல்லது தாய் சேய் இணைத்திசு (Placenta) என்று அழைக்கிறோம். மேலும் கருப்பையின் சுவர் விரல்கள் போன்ற வெளி வளர்ச்சியைப் பெற்றுத் தாய்சேய் தொடர்பை அதிகமாக்குகின்றது. இப்பகுதியில் இரத்த நாளங்கள் அதிகமாக உண்டாகின்றன. சிறப்பாக, சிறைகள் பெரிதாகின்றன. கருக்கள் வளர்ந்து வருவதால் அவற்றைத் தாங்கிக் கொள்வதற்குக் கருப்பை பெரிதாகிக் கொண்டு வரும். புணர்புழையும் அகலமாகும். இதற்கிடையே கரு வளர்ச்சியால் உடலில் சில பாகங்களில் சில மாற்றங்கள் ஏற்படலாம் பால் சுரப்பிகள் பெரிதாகவும், பால் சுரப்பதற்கு ஏற்றவாறும் மாற்றமடையும். (மனிதனில் குழந்தை பிறந்த இரண்டு அல்லது மூன்று நாட்கள் கழித்துதான் பால்சுரப்பிகள் சுரக்கின்றன.) கன்று ஈனும் காலம் நெருங்கும் பொழுது தாயிடம் பல மாற்றங்கள் ஏற்படும். கருவுற்ற தாய் மற்றக் கூட்டத்திலிருந்தும் விலகி வாழுகின்றது. கூடு கட்டுகின்றது; மேலும் மற்றத் தேவைகளையும் கவனித்துக் கொள்கின்றது.

மாதவிடாய்ச் சுழல்

மானிடப் பெண்ணின் கலவி உணர்ச்சி வட்டத்தை மாத விடாய்ச் சுழல் என்று சொல்கிறோம். இவ் வட்டம் ஏறத்தாழ ஒரு மாதமாவதால் மாதவிடாய் என்று பெயர்பெற்றது. ஆனால், உண்மையில் இவ் வட்டம் 28 நாட்களைக் கொண்டது. உடலின் தன்மையைப் பொறுத்து மாதவிடாய்ச் சுழல் நாட்கள் குறையவும் செய்யலாம், அதிகரிக்கவும் செய்யலாம் (படம் 73).

முட்டையகத்திலுள்ள மேலடுக்குச் செல்களிலேயே (Epithelial) முட்டை உண்டாகின்றன. முதலில் முட்டையைச் சுற்றி ஃபாலிக்கிள் வளர்ச்சி பெறும். பிறகு ஃபாலிக்கிள் சிறிது சிறிதாக கிராஃபியன் ஃபாலிக்கிளாக மாறும். கிராஃபியன் ஃபாலிக்கிள் வளர்ந்து வரும்பொழுதே முட்டையும் வளர்ந்துவரும். ஃபாலிக்கிள் வளர்ந்து முட்டையைச் சுற்றி ஒரு புதிய உறையை உண்டாக்கு கிறது. இந்த உறையின் பெயர் கிரானுலோசா. ஃபாலிக்கிள் வளர்ந்து வரும் நாட்களையும் கிரானுலோசா உண்டாகியபின் உள்ள நாட்களையும் வளம்பெருகும் நிலை (Proliferation phase) என்று சொல்லலாம். முட்டையகத்திலிருந்து முட்டை உண்டாகி வளர்ந்து ஃபலோப்பியன் நாளத்தின் வழியாக (Fallopian tube) கருப்பையை அடைய சுமார் 13-லிருந்து 15 நாட்கள் ஆகின்றன. இந்த மூன்று நாட்களில்தான் முட்டை விடுபடல் (Ovulation) அல்லது ஃபாலிக்கிள் உடைந்து முட்டை வெளிவருவது நடை பெறும். ஃபாலிக்கிள் வளர்ந்து வரும் முதல் நிலையில் கருப்பையில் கோழைச் சுரப்பி சுவர்கள் மெல்லியதாகவும் இரத்த நாளங்கள் குறைந்தும் காணப்படும். முட்டை விடுபட்ட பிறகு மாதவிடாய்ச் சுழலின் இரண்டாவது நிலை ஆரம்பமாகின்றது. இந்நிலையில் கோழைச் சுரப்பி சுவர்கள் தடித்து, சுரப்பிச் செல்கள் நீண்டும் பெரியதாகவும் இருக்கும். சுரப்பிகள் சுரக்கவும் ஆரம்பிக்கின்றன. அவற்றின் நாளங்கள் சுருண்டு சுருண்டு உள்ளன. இந்த இரண்டா வது நிலை சுரக்கும் நிலை என்று அழைக்கப்படுகிறது. முட்டை விடுபட்ட பிறகு முட்டையைச் சுற்றியிருந்த கிராஃபியன் ஃபாலிக் கின் கார்பஸ் லூட்டியமாகி வளர்ந்துவரும். கார்பஸ் லூட்டியம் கருப்பையின் கோழைச் சுரப்பியின் சுவர்களில்தான் வளர்ந்து வருவதால், சுரப்பிகள் வளர்ந்து சுரக்க ஆரம்பிக்கின்றன. மேலும் இரத்த நாளங்கள் படர்ந்து அதிகமாகின்றன. இவ்வாறு மாத விடாய்ச் சுழலின் இரண்டாவது நிலையில் கார்பஸ் லூட்டியத்தின் வளர்ச்சியே முக்கியமானது. சுழலின் இறுதி நாளில் கார்பஸ் லூட்டியம் வெடித்து இரத்தம் வெளியாகிறது. இரத்தம் வெளி யாகும் அதே நாளில் முட்டையகத்தில் புதிய முட்டை உருவா

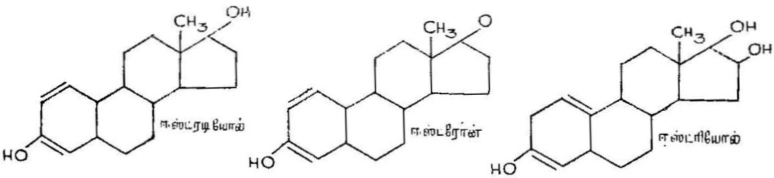
இரத்தம் வெளிவருவதையே மாதவிடாய் என்று சொல்கிறோம். மாதவிடாயின் போது சுமார் 50 மி.லி.லிருந்து 200 மி.லி. வரை இரத்தம் வெளியாகிறது என்று கணக்கிட்டிருக்கிறார்கள். மாதவிடாய் இல்லாதபோது முட்டை கருவுற்றுவிட்டது என்பது பொருள்.

முட்டையக ஹார்மோன்கள்

முட்டையகத்தில் கிராஃபியன் ஃபாலிக்கிள் முக்கியமானது என்றாலும், அவை முழுவதையும் அகற்றி விட்டாலும் கலவி உணர்ச்சி வட்டம் தொடர்ந்து இருக்கத்தான் செய்கின்றது. இதன் காரணம் என்ன? கலவி உணர்ச்சி வட்டத்தைத் தூண்டுவதற்கான ஹார்மோன் ஃபாலிக்கிளில் சுரக்கப்படவில்லை என்பதும் அந்த ஹார்மோன் ஃபாலிக்கிளுக்கு வெளியே சுரக்கப்படுகின்றது என்பதும்தான் பொருள். இரண்டு முட்டையகத்தையும் முழுமையாக நீக்கினால் கலவி உணர்ச்சிவட்டம் தொடர்வதில்லை. அதனால் கலவி உணர்ச்சி வட்டத்தைத்தூண்டக்கூடிய ஹார்மோன் முட்டையகத்தில் தான் இருக்கின்றது என்றும் கொள்ளலாம். இந்த ஹார்மோன் சாதாரணமாக ஆண், பெண் இருபாலரின் சிறுநீரிலும் தாய் சேய் இணைப்புத் திசுவிலும் கலந்திருக்கும். ஆனால் முட்டை விடுபடல் நேரத்திலும் கருவுற்ற காலங்களிலும் பெண் விலங்கின் சிறுநீரில் அதிகமாகக் கலந்திருக்கும்.

பால் உறுப்புகளும், துணைபால் உறுப்புகளும் ஹார்மோன்களின் துணையால்தான் வளர்ச்சி பெறுகின்றன. முட்டையகத்தில் சுரக்கும் ஹார்மோன்கள் இரத்த ஓட்டத்தின் மூலம் தேவையான உறுப்புகளுக்கெல்லாம் எடுத்துச் செலலப்படுகின்றன. முட்டையகத்தை நீக்கினால் கலவி உணர்ச்சி வட்டமும் துணை பால் உறுப்புகளின் வளர்ச்சியும் ஏற்படாது என்று பார்த்தோம். முட்டையகத்தை நீக்கிய ஒரு விலங்கில் முட்டையகத்தில் உண்டாகும் ஹார்மோன்களை ஊசி மூலம் ஏற்றினால் மேற்சொன்ன எல்லா வளர்ச்சிகளும் செயல்பட ஆரம்பிக்கின்றன. முட்டையகத்தில் கோலஸ்டீரின் (Cholesterine) போன்ற ஒரு ஹார்மோன் உண்டாகின்றது. இந்த ஹார்மோன் கலவி உணர்ச்சி வட்டத்தைத் தூண்டுவதால் அது ஈஸ்ட்ரோஜெனிக் (Oestrogenic) என்று அழைக்கப்படுகிறது. ஈஸ்ட்ரோஜெனின் அல்லது ஈஸ்ட்ரோஜென் (Oestrogen) ஹார்மோன்களில் பலவகை உண்டு. அதில் ஈஸ்ட்ரடியோல் என்ற ஹார்மோனே மிகச்சக்தி வாய்ந்தது. அது ஃபாலிக்கிளைத் தூண்டச் செய்கின்றது. ஈஸ்ட்ரடியோல் மற்ற திசுக்களில் சக்தி இழந்து ஈஸ்ட்ரோனாகவும் (Oestrone) மிகவும்

சக்தி குறைந்த நிலையில் ஈஸ்ட்ரியோலாகவும் (Oestriol) மாற்ற மடைகின்றது.

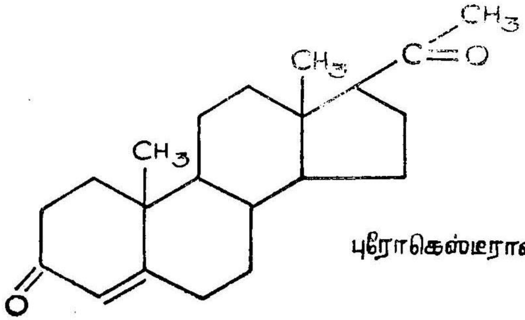


ஃபாலிக்கிளில் தவிர ஈஸ்ட்ரடியோல் தாய்சேய் இணைப்புத் திசுவிலும் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றது. கருவுற்ற பெண்ணின் சிறுநீரில் ஈஸ்ட்ரடியோலின் அளவு அதிகமாக இருக்கும்.

ஈஸ்ட்ரோஜென் ஹார்மோன்கள் முட்டையகங்கள் நீக்கப் பெற்ற பெண்ணில் சுரப்பதில்லை. அதனால் மற்ற இன உறுப்புகளும் வளர்ச்சி பெறுவதில்லை. இயற்கையாகப் பால் உறுப்புகள் வளர்ச்சி பெருதபோது ஈஸ்ட்ரோஜென் ஹார்மோன்களை உடலில் செலுத்தினல் பால் உறுப்புகள் வளர்ச்சி பெறுவதைக் கண்டறிந்திருக்கிருர்கள். புண் அல்லது வீக்கம் காரணமாக முட்டையகத்தை அகற்றிய பெண்ணின் உடலில் ஈஸ்ட்ரோஜென் ஹார்மோன்களைச் செலுத்தும் பொழுது இழந்த பால் உணர்ச்சியை மீண்டும் பெற முடிகின்றது.

கார்பஸ் லூட்டியமும் ஹார்மோன் சுரப்பதில் பங்கு கொள்கின்றது. முட்டை விடுபடல் இடைவிட்டு இருப்பதாலும் கருவுற்ற பின் பால் சுரப்பி வளருவதும் கார்பஸ்லூட்டியத்தில் சுரக்கும் ஹார்மோன்களின் தூண்டுதலால்தான். முயலில் புணர்ச்சிக்குப் பின்தான் முட்டைவிடுபடல் ஏற்படுகின்றது. இந்நிலையில் கருவுறுதல் நடைபெருமலிருந்தாலும் பொய் கர்ப்பமுறல் (Pseudo pregnancy) ஏற்படுகின்றது. இதன் காரணமும் கார்பஸ்லூட்டியத்திலுள்ள ஹார்மோனின் தூண்டல்தான். அதனல் கார்பஸ் லூட்டியத்தில் உண்டாகும் ஹார்மோன் பால் சுரப்பிகளை வளரச்செய்கின்றது என்றும் பொய் கர்ப்பமுறலுக்குக் காரணமுமாகின்றது என்றும் தெரிந்து கொள்ளலாம் கார்பஸ்லூட்டியத்திலுள்ள ஹார்மோனைத் தனியாகப் பிரித்து எடுத்து ஆராய்ந்து பார்த்ததில் அது புரோகெஸ்டீரான் (Progesterone) என்றும், புரோகெஸ்டீரான் ஈஸ்ட்ரோஜெனுக்கு நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டது என்றும் தெரிந்தது. புரோகெஸ்டீரான் பல வகையில்

செயல்படுகின்றது. கீழே கொடுக்கப்பட்டவை புரோகெஸ்டிரானின் வேலைகளாகும்.



புரோகெஸ்டிரான்

1. முட்டை விடுபடலைத் தூண்டி அதை நாளத்தில் கொண்டு செல்லத் துணைபுரிகின்றது.

2. முட்டை கருப்பையின சுவற்றில் ஒட்டிக் கொள்ளும் நேரம் வரைக்கும் அதைத்தளர்ச்சி அடையாது பாதுகாக்கின்றது.

3. கருவுற்ற முட்டையை வளரச் செய்கின்றது.

4. கருவுற்ற முட்டை கருப்பையின் கோழைச் செல்களின் சவ்வால் ஒட்டிக் கொள்வதற்குத்துணை செய்கின்றது. அதனுல் கருப்பையின் கோழைச் செல்களின் சவ்வு (Uterine Mucosa) உதிர்ந்து போகும் சவ்வாக ஆகின்றது (Decidual Membrane).

5. கருப்பை கோழைச்செல் சவ்வு, முட்டை ஒட்டிக்கொண்ட பிறகு மெல்லியதாகவும் அடர்த்தியற்றும் ஆகின்றது. சுரப்பிகளின் நாளங்களில் கிளைகள் அதிகம் உண்டாகின்றன.

6. கருவுற்ற நிலையை வளரச்செய்து திறன்படச் செய்கின்றது.

7. நரம்பு மண்டலத்தின் மூலம் கருப்பையின் அசைவைக் குறைக்கின்றது.

8. பிட்யூட்டரி சுரப்பியில் கோனடோட்ரோபிக் சுரப்பதைக் கட்டுப்படுத்துகின்றது.

பால் உறுப்புகள் செயல்படுவது, ஹார்மோன்கள் சுரப்பது எல்லாவற்றையும் மத்திய நரம்பு மண்டலம் ஒழுங்கு படுத்துகின்றது.

ஹைப்போபைசிசும் அதன் ஹார்மோன்களும்

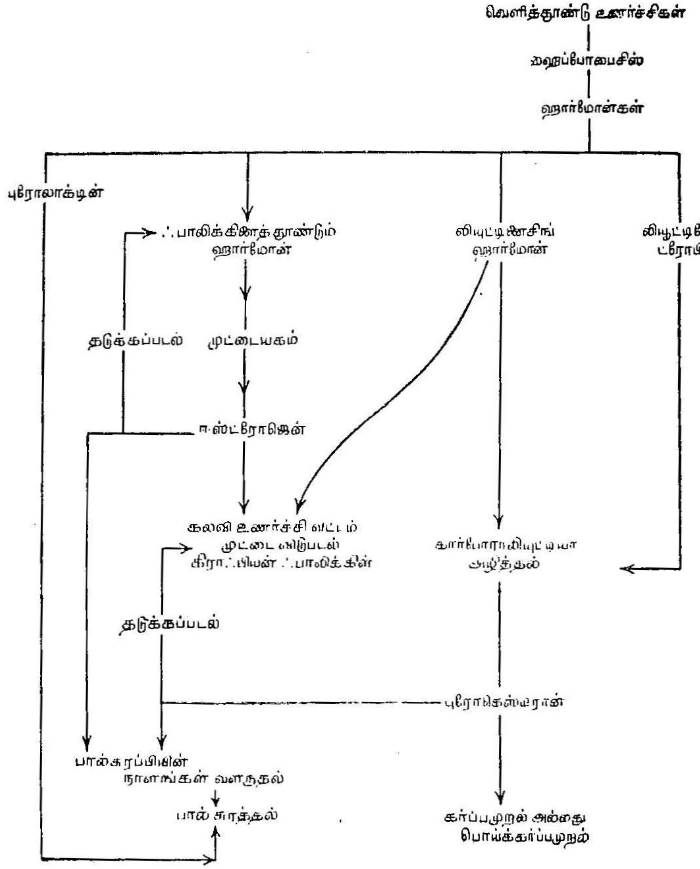
ஹைப்போபைசிஸ் உண்டாக்கும் ஹார்மோன்களில் பால் உறுப்புகளைத் தூண்டும் ஹார்மோன்களும் உண்டு. ஹைப்போபைசிஸ் உறுப்பை நீக்கினால் பால் உறுப்புகளை நீக்குவது போன்றதுதான். ஹைப்போபைசிஸை நீக்கும்பொழுது உணர்ச்சிச் செயல்கள் ஒன்றும் ஏற்படுவதில்லை. பருவம் அடையாத விலங்கிற்கு ஹைப்போபைசிஸ் சுரப்பியின் முன் பகுதியை எடுத்து அதன் சாற்றை உடலினுள் ஏற்றும்பொழுது அவ்விலங்கில் பருவம் அடைந்தது போன்று பால் உறுப்புகள் வளர ஆரம்பிக்கும். அதனால் ஹைப்போபைசிஸின் ஹார்மோன் பால் உறுப்புகளையும் சுரப்பிகளையும் செயல்பட வைக்கின்றது என்று கொள்ளலாம். ஹைப்போபைசிஸ் சுரக்கின்ற ஹார்மோன்கள் கோனடோட்ரோபிக் ஹார்மோன்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. மேற்சொன்ன ஹார்மோன்கள் ஆண் பாலில் விந்தகத்திலும் பெண் பாலில் முட்டையகத்திலும் செயல்களைத் தூண்டுகின்றன.

ஹைப்போபைசிஸின் முன் பாகம் இரு ஹார்மோன்களைச் சுரக்கின்றது. அவை : (1) ஃபாலிக்கிளைத் தூண்டும் ஹார்மோன், (2) லூட்டினைசிஸ் ஹார்மோன் ஆகியவை. இவ்விரண்டு ஹார்மோன்களையும் சேகரித்து இவற்றின் பண்புகளை ஆராய்ந்துள்ளனர். ஃபாலிக்கிளைத் தூண்டும் ஹார்மோன் பாஃலிக்கிளை வளர்ச்சியுறச் செய்கிறது. ஆண்பாலில் இந்த ஹார்மோன் விந்து நாளங்களை உருவாக்குவதற்குத் தூண்டுகிறது. லூட்டினைசிஸ் ஹார்மோன் ஃபாலிக்கிளிலிருந்து கார்போரா லியூட்டியாவாக மாறுவதற்குப் பயன்படுகிறது. ஆண் பாலில் இந்த ஹார்மோன் லீடிக் செல்கள் (Leydig's Cells) வளர்வதற்கும் ஆன்ட்ரோஜன் விரிவாகச் செயல்படுவதற்கும் உதவுகின்றது. ஆன்ட்ரோஜனும் ஃபாலிக்கிளைத் தூண்டும் ஹார்மோனும் இணைந்து விந்துகள் முதிர்வதைத் தூண்டுகின்றன.

பெண் பாலில் ஃபாலிக்கிளைத் தூண்டும் ஹார்மோனும் லியூட்டினைசிஸ் ஹார்மோனும் இணைந்து ஃபாலிக்கிள் பருவம் அடைதல், முட்டை விடுபடல், கார்போராலூட்டியம் வளர்ச்சி பெறுவது, ஈஸ்ட்ரோஜென் சுரத்தல் போன்ற செயல்களைச் செய்யத் தூண்டுகின்றன.

புரோலாக்டின் என்ற ஹார்மோன் பால் சுரப்பியில் பால் உண்டாவதற்குத் துணை செய்கிறது. புரோலாக்டின் ஹார்மோன் ஹைப்போபைசிஸில்தான் சுரக்கின்றது. சில பாலூட்டிகளில் கார்போராலியூட்டியத்தின் கால அளவினை புரோலாக்டின் கட்டுப்

படுத்துகின்றது. இங்கு புரோலாக்டின் லியூட்டியோட்ரோபின் (Luteotropin) என்று அழைக்கப்படுகின்றது. பன்றியில் கார்போராலியூட்டியா அதன் புரோஜெஸ்டிரானாலேயே அழிக்கப்படுகின்றது. மனிதன், பூனை, எலி, குதிரை போன்றவற்றில் கார்போராலியூட்டியா கர்ப்பகாலம் முடிவதற்குள் கரைந்து விடுகின்றது. (ஆனால் கருவுக்குச் சேதம் விளைவிக்காமல்). கார்போராலியூட்டியா அழிந்து விடுவதால் புரோஜெஸ்டிரான் சுரக்கும் வேலையைக் கருவெளி உறை அல்லது தாய் சேய் இணைத்திசு ஏற்றுக் கொள்கின்றன.



கருவின் வில்லைகள் சவ்வில் (Villous Membrane) அல்லது கருவெளி உறையில் (Chorin) கோரியானிக் கோனடோட்ராபின் என்றஹார்மோன் சுரக்கின்றது. இது ஹைப்போபைசிசின் கோனடோட்ராபின் ஹார்மோன் போன்றதே. இந்த ஹார்மோன் கார்பஸ்லூட்டியத்தின் வளர்ச்சிநேரத்தை அதிகப்படுத்துகின்றது. மேலும் கார்பஸ்லியூட்டியத்தின் ஹார்மோன் புரோகெஸ்டீரான் சுரப்பதைத் தீவிரமாக்குகின்றது. கருவுற்ற பெண்ணின் இரத்தத்திலும் சிறுநீரிலும் கோரியானிக் கோனடோட்ரோபின் அதிகமாகக் கலந்திருக்கிறது.

ஹர்மோன்களின் தூண்டுதல்களையும் பால் உறுப்புகளின் செயல்களையும் சுருக்கமாகப் படத்தின் மூலம் (பக்கம்325) விளக்கப்பட்டுள்ளது.

மேலே குறிப்பிட்டதில் வெளித்தூண்டு உணர்ச்சிகள் என்பதில் பல காரணிகள் உண்டு. பறவைகளில் பொதுவாக பகல்பொழுது அதிகமாகும் பொழுது ஹைப்போபைசிஸ், தூண்டப்படுகிறது. பாலூட்டிகளில் மறுபாலின் அழகுத் தோற்றமும் தொடு உணர்ச்சிகளும் ஹார்மோன்கள் சுரக்க உதவுகின்றன.

13. நாளமில்லாச் சுரப்பிகள்

வெளிச் செலுத்து நரம்புகள் (Efferent Nerves) தசைகள் போன்றசெயல் உறுப்புகளுக்குச் செல்வதுமன்றி சுரப்பிகளுக்கும் செல்கின்றன என்று பார்த்தோம். சுரப்பிகள் இரண்டு வகைப் படும். ஒருவகைச் சுரப்பிகளில் நாளங்கள் உண்டு. இவை நாளச் சுரப்பிகளாகும் (Exocrine Glands). இந்தச் சுரப்பிகளில் சுரக்கும் திரவங்கள் நாளங்கள் மூலம் குறிப்பிட்டஉறுப்புகளுக்குச் செல்கின்றன. மற்றவை நாளமில்லாச் சுரப்பிகளாகும். (Endocrine Glands–Ductless Glands). இச்சுரப்பிகளில் நாளங்கள் கிடையாது. ஆனால் இரத்தக் குழாய்கள் அதிகமாகப் பாய்ந் திருக்கும். அதனால் சுரப்பிகளில் சுரக்கும் திரவம் இரத்தத்தின் வழியாக உறுப்புகளுக்குச் செல்லும். நாளமில்லாச் சுரப்பிகளும் மற்ற உறுப்புகள் போன்றவை தான். ஆனால் நாளமில்லாச் சுரப்பிகளில் ஹார்மோன்கள் சுரக்கின்றன. ஹார்மோன்கள் சிறப்பு வாய்ந்த வேதியப் பொருட்களாகும். அதனால்தான் ஹார்மோன்களால் நடைபெறுகின்ற ஒழுக்கப்பாடு செயல்களை வேதிய சமநிலைப்பாடு (Chemical Co - ordination) என்று அழைப்பதுண்டு. ஹார்மோன்கள் எந்த உறுப்புகளுக்குச் செல்லவேண்டுமோ அவ்வுறுப்புகளுக்கு இலக்கு உறுப்புகள் (Target organs) என்று பெயர். ஹார்மோன்களை இலக்கு உறுப்புகளுக்கு எடுத்துச் செல்வது இரத்த நாளங்களாகும்.

விலங்குகளின் வெளிப்புறச் செயல்களையும் சில உட்புறச் செயல்களையும் (உணவைத் தேடுதல், மற்ற தேவைகளைச் சேகரித்தல் சூழ்நிலைக்கேற்றவாறு வேறுபடல், விரோதிகளை விரட்டி அடித்தல், போன்ற செயல்கள்) தசைகள் செய்கின்றன. தசைகள் நரம்புகளுடனும் நரம்புகள் மத்திய நரம்பு மண்டலத்துட னும் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அதனால் நரம்பு மண்டலம் தசைகளின் துணையுடன் மேற்சொன்ன பல செயல்களில் ஈடு படுகின்றன. உடலினுள் செரித்தல், கழிவுப்பொருட்கள் வெளி யேற்றம், இரத்த ஓட்டம், சுவாசம் போன்ற செயல்களும் நடை பெற்றுக் கொண்டே இருக்கின்றன. இவை பராமரிப்புச் செயல் களாகும் (Maintenance Activities). மேற்சொன்ன பராமரிப்புச்

செயல்கள் யாவும் வேதிய சமநிலைப்பாடு முறையால் ஏற்படு கின்றது. எடுத்துக் காட்டாக ஒரு விலங்கு நிறைய நீர் சாப்பிடு கின்றது என்று வைத்துக் கொள்வோம். இரத்தத்தின் பாகப் பொருட்களின் அளவினைச் சிறுநீரகம் ஒழுங்கு படுத்துகின்றது. நாம் அதிகமாக நீர் அருந்தும் பொழுது, அதிக நீர் பெருங்குடலில் உறிஞ்சப்படுகிறது. அது இரத்தத்துடன் கலந்து சிறுநீரகங் களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. அங்கு மிகுதியான நீரைச் சிறுநீரகக் குழாய்கள் பிரித்தெடுக்கின்றன. அதனால் இயற்கை யாகப் பிரித்து எடுக்கப்படும் சிறுநீருடன் மிகுதியான நீரும் கலக் கின்றன. அதனால் மிகுதியான நீர் சிறுநீராக வெளியேற்றப்படு கின்றது. இவ்வாறு இரத்தத்தில் பாகப்பொருட்கள் ஒழுங்காக்கப் படுகின்றன. இதன் காரணம் இரத்தத்தில் கலந்திருக்கும் ஹார்மோன் தான். இந்த ஹார்மோன் மூளைக்கு அடிப்பகுதியி லுள்ள பிட்யூட்டரி சுரப்பியில் சுரக்கின்றது. மூளையின் ஹைப்போ தலாமஸ் (Hopothalamus) என்ற இடம் இரத்தத்தில் பாகப் பொருட்களின் அளவு அதிகரித்தால் உணர்ச்சியுறும். இப்பகுதி பிட்யூட்டரி சுரப்பியைச் சுரக்கச் செய்கின்றது. இந்த பிட்யூட் டரியில் சுரக்கும் ஹார்மோன் இரத்தத்தில் கலந்து சிறுநீரகங்களை அடையும் பொழுது அங்கு மிகுதியான நீரைப்பிரித்தெடுக்கத் தூண்டுகிறது.

வேதிய சமநிலைப்பாடு பற்றி முதலில் ஆராய்ந்தவர்கள் பேலிஸ், ஸ்டார்லிங் (Bayliss, Starling) என்ற இரு அறிவியலாள ராகும். பார்க்கர் (Parker) நிறமிகளை ஹார்மோன்கள் எவ்வாறு செயல்பட வைக்கின்றன என்பதில் முழுவதுமாக அறிந்துள்ளார். காலிப் (J. D. Collip) பக்க தைராய்டு சுரப்பியின் வேலைகளையும் கானன் (N. B. Cannon) அட்ரீனல் சுரப்பியின் ஹார்மோன் களையும், அவற்றின் வேலைகளையும் செய்து காட்டினர்கள்.

முதுகெலும்பல்லனவற்றுள்

வேதிய சமநிலைப்பாடு முதுகெலும்பற்றனவற்றுள் சிறப்பெய் திருக்கவில்லை. குழியுடலிகள், தட்டைப்புழுக்கள், உருண்டைப் புழுக்கள், முள் தோலிகள் போன்றவற்றினுள் செயல்கள் வேதிய சமநிலைப்படுத்தப் படுகின்றன என்று ஆராய்ச்சியாளர்கள் தெரியப்படுத்தவில்லை. வளைப்புழுக்களில் உடல் துண்டானல் திரும்பவும் மறுவளர்ச்சி (Regeneration) அடைந்து விடுகிறது. இதைக் கட்டுப்படுத்துவது மூளை வளையத்தில் [Supra Pharyngeal Ganglion-தொண்டை மேல் நரம்பு செல் திரள்] சுரக்கப்படும் சில செல்களால்தான் (Neuro secretory Cells). நீரிஸ் புழுக்களைப்

பரிசோதனை செய்து பார்த்ததிலும் வேதிய சமநிலைப்படுத்தல் செயல்படுகின்றது என்று அறியப்பட்டது. ஒரு நீரிஸ் புழுவின் பின் பகுதியைத் துண்டாக்கினால் திரும்பவும் அது வளர்ந்து விடுகிறது. பின் பகுதியைத் துண்டாக்கும் பொழுது தலையையும் துண்டாக்கினால் பின் பகுதி மறுவளர்ச்சி (Regeneration) பெறுவதில்லை. ஆனால், தலை வெட்டுண்ட பின் அதற்குப் பதிலாக வேறொரு (இப்புழுவின் பின்பகுதி மூன்று நாட்களுக்கு முன்னதாக வெட்டப்பட்டிருந்தாலும்) புழுவின் மூளையை வைத்தாலும் பின் பகுதி மறுவளர்ச்சி பெற்று விடுகின்றது. இதன் காரணம் மூளை தான் என்றும் மூளையால் உண்டாகும் சில செல்கள் ஒருவகை ஹார்மோனைச் சுரப்பதால் ஹார்மோன் மறுவளர்ச்சியைத் தூண்டுகிறது என்றும் தெரிகிறது. பருவம் அடைந்த ஒரு வளைப் புழுவின் மூளையை அகற்றிவிட்டு அதற்குப் பதிலாக ஒரு இளம் புழுவின் மூளையை ஒட்டச் செய்தால் புழுவின் இனப் பெருக்க உறுப்புக்கள் வளர்ச்சியடைவது நின்று விடுகின்றது. இதன் காரணம் ஒட்ட வைத்தது இளம் புழுவின் மூளையாதலால் அது சுரக்கும் ஹார்மோன் இனப்பெருக்க உறுப்புக்கள் வளர்ச்சி பெறுவதைத் தடுகின்றது என்பது தான்.

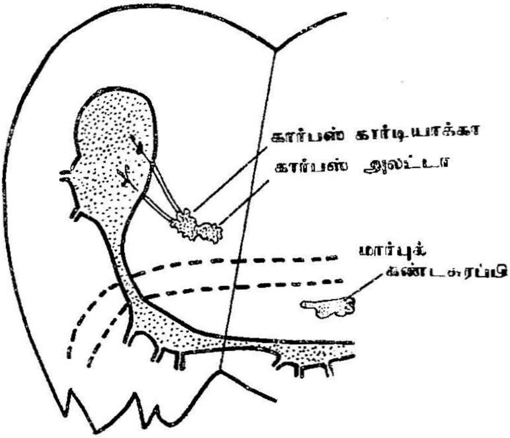
தலைக் காலிகளின் கண் காம்புகளின் (Eye stalk) இரு பகுதிகளிலும் ஒருவகை சுரப்பி இருக்கின்றது. இச்சுரப்பிகள் சுரக்கும் ஹார்மோன் இனப் பெருக்க உறுப்புகள் வளர்வதற்குத் துணை செய்கின்றது. மெல்லுடலிகளின் மற்ற வகுப்புகளில் ஹார்மோன்கள் சுரப்பதாக ஆராய்ச்சிகளில் தெரியவில்லை.

கணுக் காலிகளில் வேதிய சமநிலைப்படுத்தல் சிறப்பாகச் செய்யப்படுகின்றது என்று கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளது. தோல் உரித்தல், உரு மாற்றமடைதல் (Metamorphosis), முட்டையிடுதல், நீர் சமப்படுத்தல் போன்ற வற்றில் ஹார்மோன்கள் துணை செய்கின்றன. நிறமிகளால் நிற மாற்றம் பெறுவது ஹார்மோன்களின் தூண்டுதலால்தான். நிறமிகளில் நிறத் துகள்கள் மத்தியில் குழுமி இருப்பதால் நிறம் வெளிப் படையாகத் தெரியாது. நிறத் துகள்கள் செல்லினுள் பரவலாகச் சிதறும் பொழுது நிறமிகளின் இயற்கையான நிறம் வெளிப்படையாகத் தெரிகின்றது. இவ்வாறு பல கிரஸ்டேஷியன்களில் நிறம் மாற்றமடைவதைக் காணலாம்.

கணுக்காலிகள் பூச்சிகளில்தான் நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் பற்றி அதிகமாக ஆராயப்பட்டிருக்கின்றது, மேலும் மற்ற விலங்குகளைவிடப் பூச்சிகளில் நாளமில்லாச் சுரப்பிகளைப் பற்றி ஆராய்ந்தறிய வசதிகளும் உள்ளன. இதன் காரணம் பூச்சிகள் அறுவைச்

சிகிச்சைக்கும் உறுப்புக்களை மாற்றுவதற்கும் எளிதாக இருக்கின்றன. சில பூச்சிகள் தலையை வெட்டிய ஒரு வருடத்திற்கும் உயிருடன் இருப்பதைக் காணலாம். மேலும் எல்லாப் பூச்சிகளின் இரத்தமும் ஒன்று போலவே இருக்கின்றது. அதனால் அறுவை முறையில் பரிசோதனை செய்யும்பொழுது இடையூறுகள் ஏற்படுவதில்லை.

பூச்சிகளின் வளர்ச்சியில் படிப்படியாகப் பல தோல் உரிப்புகளைக் காணலாம். தோல் உரிப்பு ஹார்மோனின் கட்டுப்பாட்டில் உள்ளது. பூச்சிகளில் மூளைக்குப் பின்னால், உணவுக் குழலுக்கு மேலாக இரண்டு ஜோடி சிறிய உறுப்புகள் காணப்படுகின்றன (படம் 74). முன்னவை கார்போரா கார்டியாக்கா என்றும் பின்

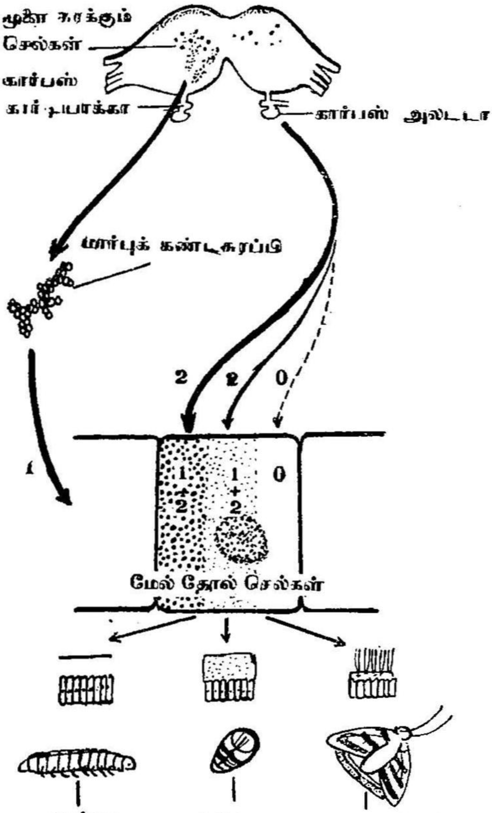


படம் 74

ஒரு பூச்சியின் தலையிலுள்ள நாளமில்லாச் சுரப்பிகள்

னவை கார்போரா அலட்டா (Corpora caridaca, Corpora allata) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. இவை மூளையுடன் நரம்புகளால் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. முதல் மார்புக் கண்டத்திலும் ஒரு உறுப்பு இருக்கின்றது. இது பரவலாகத்தெளிவில்லாமல்உள்ளது. இதன் பெயர் முதல் மார்புக் கண்டச் சுரப்பியாகும் (Prothoracic gland or Ecdysial gland). பூச்சிகளின் தோல் உரித்தலை மூளையிலிருந்து சுரந்த செல்கள் கட்டுப்படுத்துகின்றன. இந்த நரம்புச் செல்களின் உடல் கார்போரா கார்டியாகாவை நோக்கிப் பாய்ந்திருக்கும். கார்போரா கார்டியாக்காவிலிருந்து மூளை ஹார்மோன் (Brain hormone or Ecdysiotropic hormone) சுரக்கின்றது.

மேற்சொன்ன உறுப்புகள் இரத்த மண்டலத்தோடு தொடர்பு கொண்டிருத்தலால் ஹார்மோன் இரத்தத்தோடு கலந்து விடுகிறது. இந்த ஹார்மோன் வெளித்தோலின் மாற்றத்தைத் தூண்டுகிறது. அதனுல் தோல் உரிகின்றது.



படம் 75

பூச்சிகளின் நாளமில்லாச் சுரப்பிகள். பூச்சிகளின் வளர்ச்சியில் நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின் பங்கு. 1. என்று குறிப்பிட்டிருப்பது முன் மார்புக் கண்ட சுரப்பி ஹார்மோன் 2. என்று குறிப்பிட்டிருப்பது ஜுவெனைல் ஹார்மோன். மேல் தோல் செல்களில் ஹார்மோன் பெயர்களுக்குப் பதிலாக எண்களைக் குறிப்பிட்டிருக்கிறது.

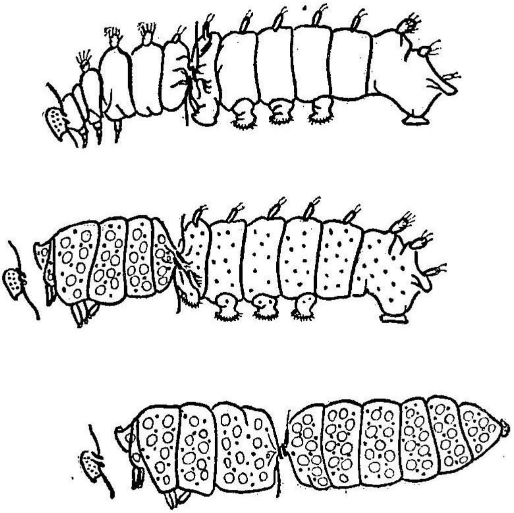
முதல் மார்பு கண்டச் சுரப்பி தோல் உரிக்கும் ஹார்மோன் (Moulting or Differentiation Hormone) என்ற ஹார்மோனைச்

சுரக்கின்றது. இந்த ஹார்மோனைப் பிரித்தெடுத்து அதன் மூலக் கூற்று எடை (Molecular weight) 300 என்று கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளது. தோல் உரிக்கும் ஹார்மோன் எக்டைசோன் ஹார்மோன் (Ecdysone) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. எக்டை சோன் இரு வகைப்படும். அவை A எக்டைசோன், B எக்டை சோன் என்பவை. எக்டைசோன் தோல் உரித்தலைத் தூண்டு கிறது. இவை மேல் தோலில் திடீரென்று புரதத்தையும் ரிபோ உட்கரு அமிலத்தையும் அதிகப்படச் செய்கின்றது. மேலும் மைட்டோகோண்ட்ரியா, உயிர் தாதுவலை அல்லது எண்டோ பிளாச வலை (Endoplasmic Reticulum) ஆகியவற்றையும் திடீரென்று அதிகரிக்கச் செய்கின்றன. இதனால் தோலுரித்தலோ, லார்வா கூட்டுப் புழுவாகவோ அல்லது கூட்டுப்புழு இளம்புழு வாகவோ, மாற்றமடைகின்றன (படம் 75). மூளையின் மூலம் மற்றொரு ஹார்மோனும் செயல்படுகின்றது. இந்த ஹார்மோன் கார்போரா அலாட்டாவில் உண்டாகின்றது. இது லார்வா அல்லது இளம்பூச்சி நிலையில் உண்டாகின்றது. இதற்கு ஜுவனைல் ஹார்மோன் என்று பெயர். இந்த ஹார்மோன் கூட்டுப்புழு நிலையையும், கூட்டுப்புழு நிலையில் ஏற்படும் மாற்றங்களையும் குறைக்கின்றது. இந்த ஹார்மோன் சிறு அளவில்தான் உண்டா கின்றது, என்றாலும் படிப்படியாகத் தொடர்ந்து உண்டா கின்றது.

ரோடினஸ் (Rhodinus) என்ற சிறிய வண்டுகளின் இளம் பூச்சிகள் 5 தடவை தோலுரிப்பதுண்டு. இதன் தலையை வெட்டி னாலும் 10 மாதங்கள் வரை உயிரோடிருக்கும் படம் (76). இதன் தலையை வெட்டிப் பரிசோதித்தாலும் தோலுரித்தல் ஏற்பட்டுக் கொண்டுதான் இருந்தது. ரோடினஸில் இரண்டு ஹார்மோன்கள் உண்டாகின்றன. அவை மூளை ஹார்மோனும் ஜுவனைல் ஹார்மோனும் ஆகும். மூளை ஹார்மோன் புழு நிலையில் தோல் உரித்தலைத் தூண்டுகிறது. ஜுவனைல் ஹார்மோன் உரு மாற்றத்தைக் குறைக்கின்றது. இதைப் பல பரிசோதனைகள் மூலம் நிரூபித்துக் காட்டியுள்ளார்கள்.

பிளாட்டிசாமியா (Platysamia) ஒரு பட்டுப்புழு அந்துப் பூச்சியாகும். இதில் கூட்டுப்புழு நிலைக்குப் பிறகு சாதாரண தட்ப வெப்ப நிலையில் (25°C) ஐந்து அல்லது ஆறு மாதங்களுக்கு அது தூங்குநிலையை (Diapause) மேற்கொள்ளும். இந்த நிலையில் அதன் தலையைத் துண்டிக்க வேண்டும். தலை துண்டிக்கப்பட்ட கூட்டுப்புழு நெடுநாள் வரை உயிருடன் இருந்தாலும் அது உரு மாற்றம் கொள்வதில்லை. மற்றொரு கூட்டுப்புழுவை எடுத்து

அதை சுமார் 1½ மாதங்கள் வரை 5°C தட்ப நிலையில் வைத்திருக்க வேண்டும். பிறகு அதைப் பழைய தட்ப வெப்ப நிலைக்குக்



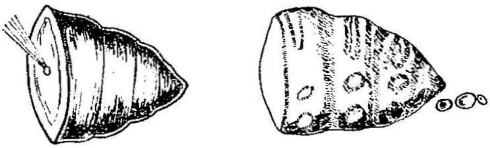
படம் 76

பட்டுப்புழுவின் உருமாற்றம் : பட்டுப்புழு உறுமாற்றமடைய முன்மார்புக் கண்ட சுரப்பி கரக்கும் ஒரு ஹார்மோன் தேவை. இச்சுரப்பி மூளையில் சுரக்கும் ஒரு ஹார்மோனுல் தூண்டப்பட வேண்டும். படத்தில் மூன்று புழுக்களும் மூன்று வளர்ச்சி நிலையில் பரிசோதனைக்குட்படுத்தப்பட்டன. முதல் புழுவில் மூளை ஹார்மோன் சுரக்கப்படுவதற்குமுன் தலையில் நூல் கட்டப்பட்டது. அதனுல் புழு கூட்டுப்புழுவாகவில்லை (அதாவது வளர்ச்சியைத் தொடரவில்லை இரண்டாவது நிலையில் ஹார்மோன் சுரந்து உடல் முழுவதும் பரவிவிட்டது ஆனுல் முன் மார்புக் கண்ட ஹார்மோன் உடல் முழுவதும் பரவுமுன் நூல், கட்டப்பட்டது. இரண்டாவது புழுவில் முன் மார்புக் கண்டச் சுரப்பி ஹார்மோன் மார்புக் கண்டங்களுடன் நின்றுவிடுகிறது. அதனுல் மார்புக் கண்டங்கள் மட்டும் கூட்டுப்புழு நிலையை அடைகின்றன. மூன்ருவது புழுவில் மார்புக் கண்டச் சுரப்பி ஹார்மோன் உடலின் எல்லாப் பாகங்களுக்கும் பரவிய பிறகு நூல் கட்டப்பட்டது. அதனுல் உடல் முழுவதும் கூட்டுப் புழுவாக வளர்ச்சியடைந்துவிட்டது (மூளை ஹார்மோன் பரவல் புள்ளியிட்டும் முன் மார்புக் கண்ட ஹார்மோன் பரவல் வட்டமிட்டும் காட்டப்பட்டுள்ளன).

கொண்டு வரவேண்டும். இப்பொழுதுள்ள தட்பவெப்ப நிலையில் ஒரு மாதத்திற்குப் பிறகு உருமாற்றம் ஆரம்பித்து விடுகிறது. பிறகு குளிர்விக்கப்பட்ட புழுவை, குளிர்விக்கப்படாத புழுவுடன் தலைப்பக்கத்தில் சேர்த்து வைக்க வேண்டும் (Para Biosis). சுமார் 1½ மாதங்கள் கழித்து இரண்டு புழுக்களும் உருமாற்றம் கொள்கின்றன. இதிலிருந்து குளிர்விக்கப்பட்ட ஒரு கூட்டுப்

புழுவின் மூளை குளிர்விக்கப்படாத கூட்டுப்புழுவில் உருமாற்றத்தைத் தூண்டுகிறது என்று கொள்ளலாம். இதன் காரணம் என்ன? மூளையின் இரண்டு பெரிய பகுதிகளிலிருந்தும் (Cerebral lobes) இரண்டு வகை செல்கள் உண்டாகின்றன. இவை மூளையிலிருந்து உண்டாவதால் மூளை சுரக்கும் செல்கள் எனலாம் (Neuro Secretory Cells). மூளை சுரக்கும் செல்கள் இரண்டு பகுதிகளாக இருக்கும். ஒன்று மத்தியிலும், மற்றது பக்கத்திலும் கூடி இருக்கும். மூளையில்லாத முதல் கூட்டுப்புழு உருமாற்றமடைய வேண்டுமானால் மேற்சொன்ன இரண்டுவகை செல்களும் உள்ள மூளைப்பகுதி முதற் கூட்டுப் புழுக்கு மாற்றப் பட வேண்டும். அல்லது மூளை இருக்கும் இரண்டு புழுக்களின் தலைப்பகுதியும் சேர்ந்திருக்க வேண்டும். (கொல்லப்பட்ட மூளையோ, சிதறிய மூளையோ உருமாற்றத்தைத் தூண்டாது).

மற்றொரு பரிசோதனையில் ஒரு குளிர்விக்கப்பட்ட கூட்டுப் புழுவை இரண்டு பாகங்களாக்க வேண்டும் (படம் 77). முதல்



படம் 77

முதல்படம் : லார்வாவின் வெட்டப்பட்ட உடலில் குளிர்விக்கப்பட்ட மூளை வைத்திருக்கின்றது.

இரண்டாம்படம் : குளிர்விக்கப்ப்ட்ட மூளையை வைத்ததால் புழு உரு மாற்றத்தைத் தொடங்குகிறது.

பாகம் தலையும் மார்புமுடையது. இரண்டாவது பகுதி வயிற்றுப் பகுதிமட்டுமுடையது. முதல் பகுதி முழுவளர்ச்சியுடைய பூச்சியாக வளர்ச்சியடைந்து விடுகிறது. ஆனால் இரண்டாவது வயிற்றுப்பகுதி வளர்வதில்லை. இரண்டாவது பகுதியில் ஒரு குளிர்விக்கப்பட்ட மூளையை வைத்தால் அது உருமாற்றம் அடைவதில்லை. ஆனால் இரண்டாவது பகுதியில் குளிர்விக்கப்பட்ட மூளையுடன் முதல் மார்புக்கண்ட சுரப்பியையும் சேர்த்து வைத்தால் அது முதல்பகுதி போன்று உருமாற்றமடைய ஆரம்பித்துவிடுகின்றது. முட்டைகளும் இடுகின்றன. இந்தப் பரிசோதனையின் மூலம் மூளை சுரக்கும் செல்கள் தவிர மற்றொரு பொருளும் தேவை எனத் தெரிகிறது. இந்த மற்றொரு பொருள் முதல் மார்புக்கண்டத்தில் இருக்கிறது என்று அறியலாம்.

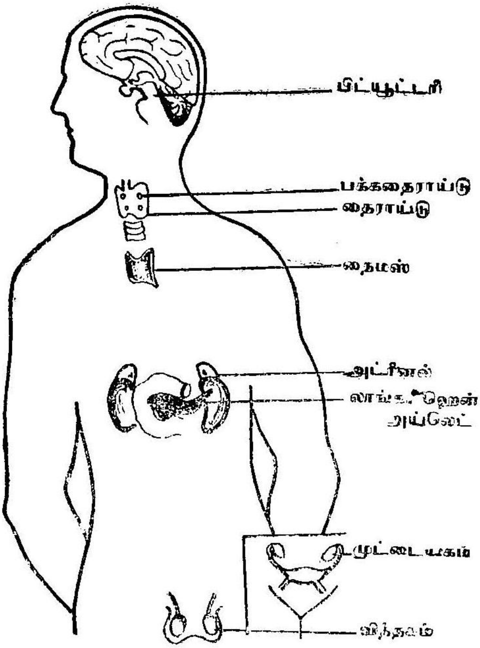
ஹார்மோன்கள் இனப் பெருக்க மண்டலத்திலும் பங்கு கொள்கின்றன. கார்போரா அலட்டாவுக்கும் முட்டையகத் திற்கும் வேதிய நேரினைப்படுத்தல் (வேதிய சம நிலைப்பாடு) தொடர்பு இருப்பதாக அறியப்பட்டது. கார்போரா அலட்டாவில் உண்டாகும் ஹார்மோன்கள் முட்டையிடுவதைத் தூண்டுகின்றன. காலிபோரா (Calliphora), லூசிலியா (Lucilia), ரோட்னியஸ் (Rhodnius) போன்ற சிறு வண்டுகளில் கார்போரா அலட்டாவை நீக்கும் பொழுது முட்டையகத்தில் முட்டைகள் உண்டாவதில்லை. திரும்பவும் கார்போரா அலட்டாவை அதே இடத்தில் வைக்கும் பொழுது முட்டைகள் உண்டாக ஆரம்பித்து விடுகின்றன. காலி போரா, மெலனோபிளஸ் (Melanoplus) போன்றவற்றில் கார் போரா அலட்டாவை நீக்கும் பொழுது பெண்பால் துணை உறுப்புகள் (Accessory Organs) வளர்ச்சி பெறுமல் இருந்து விடு கின்றன. மேற்சொன்ன பரிசோதனைகளால் கார்போரா அலட் டாவில் உண்டாகும் ஹார்மோன் இனப்பெருக்கச் செயல்களைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன என்று தெரிகின்றது.

முதுகெலும்பினங்களில்

முதுகெலும்பினங்களில் நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின் உதவி யால்தான் வேதிய சமநிலைப்பாடு நடைபெறுகின்றது. நாள மில்லாச் சுரப்பிகள் குறிபிட்ட இடங்களில் காணப்படுகின்றன (படம் 78.). ஆனல் அவற்றில் சுரக்கும் ஹார்மோன்கள் உடலின் பல பாகங்களிலும் வியாபகம் செய்து குறிப்பிட்ட செயல்களில் ஈடுபடுகின்றன. கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளவை முதுகெலும் பினங்களின் நாளமில்லாச் சுரப்பிகளாகும்.

1. பிட்யூட்டரி சுரப்பி (Pituitary Gland)
2. தைராய்டு (Thyroid)
3. பக்க தைராய்டு (Para thyroid)
4. தைமஸ் (Thymus)
5. அடரீனல் (Adrenals or Suprarenals)
6. லாங்கர்ஹன் அய்லெட்டுகள் (Islets or Langerhans)
7. இனப் பெருக்கச் சுரப்பிகள் (Sex Glands)
8. பீனியல் சுரப்பி (PinealGland)

மேற்சொன்ன நாளமில்லாச் சுரப்பிகளைத் தனித்தனியே பார்ப்போம்.



படம் 78
மனித உடலில் நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின இருப்பிடங்கள். முட்டையகம் மட்டும் தனித்துக் காட்டப்பட்டிருக்கின்றது.

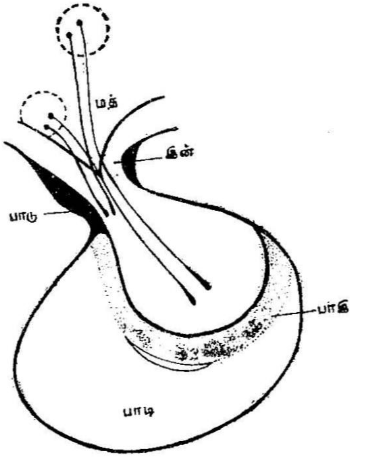
பிட்யூட்டரி சுரப்பி

எல்லா முதுகெலும்பு விலங்குகளிலும் பிட்யூட்டரி சுரப்பி உண்டு. மீன்களில் பாலிப்டீரஸ், லாட்டிமீரியா, (Polypterus, Latemeria) போன்றவற்றில் மட்டும் நன்ருக வளர்ச்சி பெற்றிருக்க வில்லை. மற்ற எல்லா விலங்குகளிலும் உள்ள பிட்யூட்டரி சுரப்பிகள் ஒரு சில வேறுபாடுகளுடன் காணப்படுகின்றன.

பிட்யூட்டரி சுரப்பி மூளையின் அடிப்பாகத்தில் ஒரு சிறிய முளை போன்றிருக்கும். கபாலத்தின் தரையில் ஒரு குழி உண்டு. இக்குழிக்குள்தான் பிட்யூட்டரி சுரப்பி பாதுகாப்பாகக் காக்கப் பட்டு வருகிறது. கரு வளர்ச்சியின் போது பிட்யூட்டரி சுரப்பி இரண்டு பாகங்களினல் உண்டாகின்றது. பிட்யூட்டரி சுரப்பி அடினே ஹைஹபோபைசிஸ், நியூரோஹைஹபோபைசிஸ் என்ற இரு

பாகங்களைக் கொண்டது. அடினோ ஹைபோபைசிஸ் (Adeno Hypophysis) வாய்க் குழியின் மேற் பகுதியிலிருந்தும், நியூரோ ஹைபோபைசிஸ் (Neuro Hypophysis) இன்ஃபண்டி புலத்திலிருந்தும் (Infundi Bulum) தோன்றுகின்றன. இவ்விரண்டு பகுதிகளும் வளர்ச்சி நிலையின் பிற்பகுதியில் ஒன்று சேருகின்றன. இந்த இரண்டு பாகங்கள்தான் பழைய புத்தகங்களில் குறிப்பிடப்பட்டிருக்கின்ற முன்பகுதி, பின்பகுதிகளாகும்.

பிட்யூட்டரி சுரப்பியின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றத்தைப் பார்ப்போம் (படம் 79). முன் பாகமான அடினோ ஹைபோபைசிஸ் மேலும் மூன்று இடங்களாகப் பிரிகின்றன. அவை



படம் 79

பிட்யூட்டரி சுரப்பியின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம். பிட்யூட்டரி சுரப்பியின் பல பாகங்களும் அவைகளுக்கும் நியூரோஹைபோபைசிக்கும் ஹைப்போ தாலமசுக்கும் உண்டான தொடர்புகளும் காட்டப்பட்டுள்ளன-
மத். மத்திய மேட்டுப்பகுதி, இன். இன்ஃபண்டிபுலார் பகுதி
பாடு. பார்ஸ்டுபெராலிஸ். பாஇ. பார்ஸ் இண்டர் மீடியா
பாடி. பார்ஸ்டிஸ்டாலிஸ்

பார்ஸ் இண்டர்மீடியா (Pars Intermedia), பார்ஸ்டிஸ்டாலிஸ் (Pars Distalis), பார்ஸ்டுபொராலிஸ்(Pars Tuberalis), (நடுப்பத்தி தூரப்பத்தி, குழல்பத்தி). பார்ஸ் டுபெராலிஸ் உண்மையில் சுரத்தல் வேலையைச் செய்வதில்லை. அது பிட்யூட்டரி சுரப்பிக்கு ஒரு பக்கபலமாகத்தான் அமைந்திருக்கிறது. நியூரோஹைரோபாபைசிஸ் மேலும் இரண்டு பகுதிகளாகப் பிரிகின்றது.

இன்ஃபண்டிபுலார் பகுதி, மத்திய மேட்டுப்பகுதி (Infundibular Process, Median Eminence) என்ற இருபகுதிகள்தான் அவை.

பாலூட்டிகளைப் போன்ற அமைப்புடையதவைான் மற்ற முதுகெலும்பினங்களில் உண்டானபிட்யூட்டரி சுரப்பிகளும். ஆனல் சிலபகுதிகள் ஒன்றிரண்டு விலங்குகளில் இல்லாமலிருக்க லாம். ஆனல் பாலூட்டிகளில் உள்ள எல்லா ஹார்மோன்களும் மற்ற விலங்குகளின் பிட்யூட்டரி சுரப்பிகளில் சுரக்கின்றன. சில பகுதிகள் இல்லாமலிருந்தாலும் அந்தப் பகுதியில் சுரக்க வேண்டிய ஹார்மோன்கள் மற்றப்பகுதிகளில் சுரக்கின்றன. மிக்சின் (Myxine) என்ற மீனில் அடினேஹைபோபைசிஸ் வளர்ச்சியுறவில்லை. சில செல்கள் கூட்டமாகவும் இணைப்புத் திசுவுடன் இணைந்தும் காணப்படுகின்றன. அதனல் மிக்சின் மீனின் பிட்யூட்டரி சுரப்பி தொன்மை வாய்ந்தது என்றுதான் கொள்ளவேண்டும்.

நிலத்தில் வசிக்கும் நான்கு கால் விலங்குகளில் (Tetrapods) பார்ஸ்டு பெராலிஸ் மூளைக்குச் செல்லும் இரத்தக் குழாய்களின் கிளைகளால் இரத்தம் பெறுகின்றது. பாரஸ்டு பெராலிசிஸ் இரத்த நாளங்கள் சேர்ந்து ஒரு பின்னலமைப்பு (Plexus) உண்டாகின்றது. இங்கிருந்து தந்துகிகள் மத்திய மேட்டுப் பகுதிக்குச் செல்கின்றன. மத்திய மேட்டுப் பகுதியில் தந்துகிகள் எல்லாம் சேர்ந்து முக்கிய பின்னலமைப்பு (Primary plexus) உண்டாகின்றது. முக்கிய பின்னலமைப்பிலிருந்து பார்ஸ்டிஸ் டாலிசுக்குப் பல தந்துகிகள் இறங்கி வருகின்றன. இத தந்துகிகள் முடிகின்ற இடம் பரவலாக இருப்பதால் இதற்குதுணைப் பின்ன லமைப்பு (Secondary plexus) என்று பெயர். இதனல் மத்திய மேட்டுப் பகுதியும் அடினே ஹைப்போபைசிசும் இரத்த நாளங்களால் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

இன்ஃபண்டிபுலார் பகுதிக்கு இரத்தம் வருவது மத்தியமேட்டு பகுதிக்கு வரும் இரத்த நாளங்களால் அல்ல. இன்ஃபண்டிபுலார் பகுதியில் மைலின் உறை இல்லாத நரம்புச் செல்களும் சுரத்தல் சக்தி இல்லாத செல்களும் உள்ளன. மேலும் ஹைப்போதலாமஸ் (Hypothalamus) போன்ற இடங்களிலிருந்தும் இன்ஃபண்டிபுலார் பகுதிக்கு நரம்புச் செல்கள் வருகின்றன. இவை ஹைப்போதலா மசில் சுரந்து வரும் ஹார்மோன்களை ஆக்சான் வழியாக (ஆக்சோ பிளாசம் ஊர்ந்து வரும் திறன் கொண்டதால்) இன்ஃபண்டி புலார் பகுதிக்கு வந்து சேருகின்றன. இன்ஃபண்டிபுலத்தில் ஹார்மோன்கள் சேமித்து வைக்கப்படுகின்றன. ஆனல், இன்

ஃபண்டிபுலத்தில் ஹார்மோன்கள் சுரப்பதில்லை. இந்த ஹார்மோன்கள் நரம்புச் செல்களின் முடிவில் சுரப்பதால் மூளை சுரந்த (Neuro Secretory) ஹார்மோன்கள் என்று பெயர். இன்ஃபண்டிபுலத்துப் பகுதியிலிருந்து ஹார்மோன்கள் வெளிவருவது நரம்புகளின் தூண்டுதலால்தான்.

இன்ஃபண்டிபுலத்திற்குப் புறம்பாக அடினோ ஹைப்போபைசில் ஹார்மோன்களைச் சுரக்கும் செல்கள் உண்டு. இங்கு பார்ஸ்டூபெராலிஸ் தவிர மற்ற இரு பகுதிகளிலும் ஹார்மோன்கள் சுரக்கின்றன. இப்பகுதிகள் ஹார்மோன்களைச் சுரப்பது இரத்தத்தின் தூண்டுதலால்தான். இரத்தத்தில் பாகப் பொருட்கள் மிகுதியாகவோ, குறைவாகவோ இருப்பது பொருத்து ஹார்மோன்கள் சுரக்கப்படுகின்றன.

நியூரோ ஹைப்போபைசிஸ் ஹார்மோன்கள்

நியூரோ ஹைப்போபைசிஸ் இரண்டு ஹார்மோன்களைச் சுரக்கின்றது. அவை : (1) எதிர் டயூரடிக் ஹார்மோன் (Anti-diuretic Hormone-ADH), (2) ஆக்சிடாசின் (Oxytocin) ஆகியவை.

எதிர் டயூரடிக் ஹார்மோன் இரத்தத்தில் அதிக நீர் இருந்தால் சிறுநீரகங்களில் திரும்பவும் உறியச் செய்கின்றது. இந்த ஹார்மோன் சிறுநீரகக் குழாய்களின் ஹென்லி வளைவுகள், வடிகுழாய்கள் போன்றவற்றுடன் நேரடியாகத் தொடர்புகொண்டு நீர் திரும்ப உறிஞ்சப்படுதலைத் தூண்டுகிறது. எதிர் டயூரடிக் ஹார்மோன் சுரப்பது தொடர்ந்திருந்தாலும் அதனை ஊடுகலப்பு அழுத்தம் கட்டுப்படுத்தி வைக்கின்றது.

ஆக்சிடாசின் ஹார்மோன் கருப்பையின் வரியற்ற தசைகளைச் சுருங்கச் செய்கின்றது. மேலும் நீர்ப்பை, பித்த நீர்ப்பை, சிறுகுடல் ஆகியவற்றின் வரியற்ற தசைகளிலும் சிறிது குறைந்த அளவில் தசைச் சுருக்கத்தைத் தூண்டுகிறது. ஆக்சிடாசின் பால் சுரப்பியிலுள்ள வரியற்ற தசைகளைச் சுருங்கச் செய்து பாலைச் சுரத்தலுக்குத் துணை புரிகின்றது. ஆக்சிடாசின் எப்பொழுதும் சுரப்பதில்லை. முலைக்காம்பின் தூண்டு உணர்ச்சியால்தான் நரம்பின் வழியாக நரம்பலைகள் ஹைப்போதாலமசை அடைகின்றது. இதனால் ஹார்மோன் பால் சுரப்பியில் வரியற்ற தசைகளைச் சுருங்கச் செய்து பால் சுரத்தலைத் தூண்டுகிறது.

அடினோ ஹைப்போபைசிஸ் ஹார்மோன்கள்

அடினோ ஹைப்போபைசிஸ் அநேக ஹார்மோன்களைச் சுரக்கின்றது. அவற்றில் சிலவற்றைப் பார்ப்போம்.

சொமட்டோ ட்ரோபிக் ஹார்மோன் (Somato Tropic Hormone-STH) :(படம் 80). இந்த ஹார்மோன்களின் அடிப்படைப் பொருள் புரதம் சுமார் 25,000 லிருந்து 50,000 வரை மூலக்கூற்று எடை இருக்கும். இந்த ஹார்மோன்கள் பார்ஸ்டிஸ்டாலிசில் உண்டாகின்றன. இந்த ஹார்மோன்கள் கீழ்க்கண்ட செயல்களைத் தூண்டுகின்றன.

1. இளம் உயிரிகளின் வளர்ச்சியைத் தூண்டுகிறது.

2. புரதம் உண்டாவதைத் தூண்டுகிறது.

3. அமினோ அமிலங்களின் அழிவு மாற்றங்களைக் (Catabolism) குறைக்கின்றது. இதனால் நைட்ரஜன் தங்குகிறது.

4. நீரின் அளவை அதிகரிக்கிறது. கொழுப்பைக் குறைக்கின்றது.

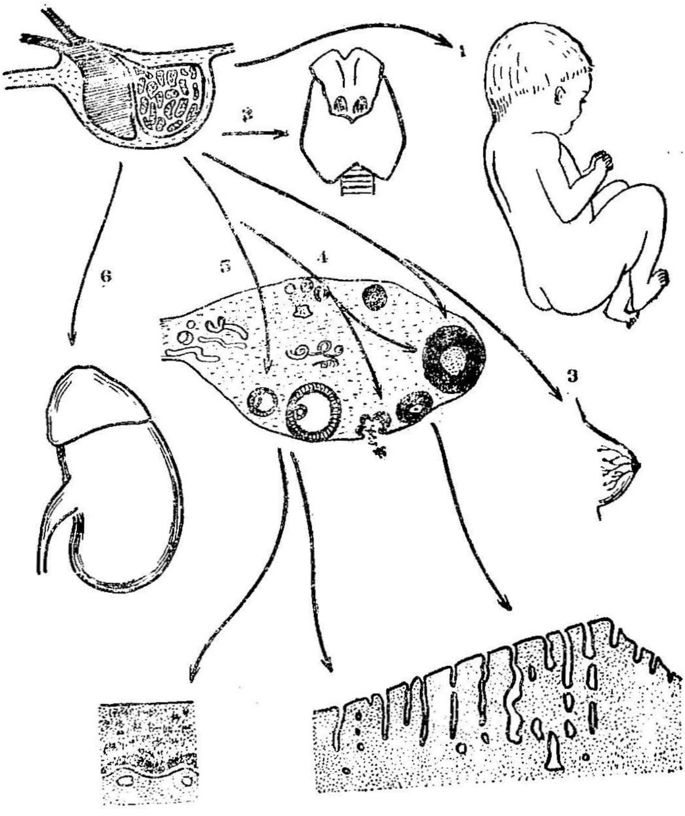
5. எலும்பு வளர்ச்சியை அதிகமாக்குகின்றது.

6. பாலூட்டிகளின் பால் சுரப்பிகளில் பாலின் புரதம் உண்டாதலில் பங்கு கொள்கின்றது.

தைராய்டைத் தூண்டும் ஹார்மோன் (Thyroid Stimulating Hormone-TSH) : இது கிளைக்கோ புரதமாகும் (Glyco Protein). இதன் மூலக்கூற்று எடை சுமார் 10,000. இதுவும் பார்ஸ்டிஸ்டாலிஸில்தான் உண்டாகின்றது. இந்த ஹார்மோன் தைராய்டு சுரப்பியைத் தூண்டுகிறது. கண் தசைகளும் மற்ற பாகங்களும் வீங்குவது அவை அதிக நீரை எடுத்துக் கொள்வதாலும், கொழுப்பு சேமித்து வைக்கப்படுவதாலும் ஆகும். இதன் காரணம் தைராய்டு தூண்டும் ஹார்மோனின் தூண்டுதலால் தான்.

அட்ரினோ கார்டிகோ ட்ரோபிக் ஹார்மோன்கள் (Adreno Cortico Tropic Hormones-ACTH) : இது பாலி பெப்டைடாகும். (Poly Peptides). இவற்றின் மூலக்கூற்று எடை சுமார் 4500, இந்த ஹார்மோன் பிட்யூட்டரியில் எந்தப் பகுதியில் சுரக்கின்றது என்பது தெரியவில்லை. அட்ரினோ கார்டிகோட்ரோபிக் ஹார்மோன்கள் அட்ரினல் கார்டெக்சைத் (Adrenal Cortex) தூண்டுகின்றன.

ஃபாலிக்கிளைத் தூண்டும் ஹார்மோன் (Follicle stimulating hormone-FSH) : இது கிளைக்கோ புரதமாகும். இதுவும் பார்ஸ்டிஸ்டாலிஸில் உண்டாவது தான். இது முட்டையகத்தில் உள்ள



படம் 80

அடினோ ஹைப்போபைசிஸ் ஹார்மோன்களின் செயல்கள்

1. சோமட்டோட்ரோபிக் ஹார்மோன் இளம் உயிரிகளின் வளர்ச்சியைத் தூண்டுகிறது.

2. தைராய்டு சுரப்பியை தைராய்டைத் தூண்டும் ஹார்மோன் செயல்படச் செய்கின்றது.

3. லூட்டியோட்ரோபிக் ஹார்மோன் பால்சுரப்பிகளைத் தூண்டி பால் சுரக்கச் செய்கின்றது.

4. லூட்டினைசிங் ஹார்மோன் முட்டையகத்திலிருந்து ஹார்மோன்களைச் சுரக்கச் செய்கின்றது. விந்தகத்திலும் ஹார்மோன்களைச் சுரக்கத் தூண்டுகிறது.

5. முட்டையகத்திலுள்ள ஃபாலிக்கிள் வளர்ச்சியை ஃபாலிக்கிளைத் தூண்டும் ஹார்மோன் செயல்படுத்துகின்றது.

6. அட்ரீனோ கார்டிகோட்ரோபிக் ஹார்மோன் அட்ரீனல் கார்டெக்சைத் தூண்டுகிறது.

ஃபாலிக்கிள் வளர்ச்சியைத் தூண்டுகின்றது. மேலும் ஆண்பாலில் விந்து முதிர்தலே (Spermatogensis) ஊக்குவிக்கின்றது.

லூட்டினேசிங் ஹார்மோன் (Iuteinising hormone–LH): இது கிளைக்கோ புரத வகையைச் சார்ந்ததாகும். இதன் மூலக் கூற்று எடை 30,000 விருந்து 1,00,000 வரை வேறுபடுகின்றது என்று கணக்கிட்டிருக்கிறார்கள். லூயூடினேசிங் ஹார்மோன் பார்ஸ்டிஸ் டாலிசில்தான் உண்டாகின்றது. இது கீழ்க்கண்ட இரு முக்கிய வேலைகளில் ஈடுபடுகின்றது. (1) ஈட்ரோஜென், புரோகெஸ்டீரான் போன்ற ஹார்மோன்களை முட்டையகத்திலிருந்து சுரக்கச் செய்கின்றது. (2) விந்தகத்திலிருந்து ஆண்ட்ரோஜனைச் சுரக்கத் தூண்டுகிறது.

லூட்டியோட்ரோபிக் ஹார்மோன் : (luteutropic hormone or Prolactin–LTH) : இதுவும் பார்ஸ்டிஸ் டாலிசில்தான் சுரக்கின்றது. இதன் மூலக் கூற்று எடை 25,000 கார்பஸ் லூட்டியத்தைப் பராமரித்துக் கொள்கிறது. இந்த ஹார்மோன் மற்ற ஹார்மோன்களுடன் சேர்ந்து பால் சுரப்பியில் பால் உண்டாவதை ஊக்குவிக்குகின்றது. லூட்டியோட்ரோபிக் ஹார்மோனை ஹைப்போ தாலமஸ் ஒழுங்கு படுத்துவதாகவும் அறியப்படுகிறது.

பிட்யூட்டரி ஹார்மோன்களால் விளைவு

பிட்யூட்டரி ஹார்மோன்கள் அளவோடுதான் சுரக்க வேண்டும். குறைவாகச் சுரந்தாலும் அதிகமாகச் சுரந்தாலும் தீங்குகள் விளையும். பிட்யூட்டரி ஹார்மோன்கள் குறைவினாலும் (Hypo function) பிட்யூட்டரி அகற்றப்படுவதாலும் (Hypo physectomy) கீழ்க்கண்ட குறைபாடுகள் ஏற்படலாம்.

1. இளம் வயதினர்களில் வளர்ச்சியைக் குறைக்கும் (Hypophyseal).

2. இளம் வயதினர்களில் பால்உறுப்புகள் வளர்ச்சி பெறுது வயது வந்தவர்களில் பால் உணர்ச்சிகள் ஏற்படாது.

3. தைராய்டு, அட்ரினல் சுரப்பிகளில் மெலிவு (Atrophy) ஏற்படும்.

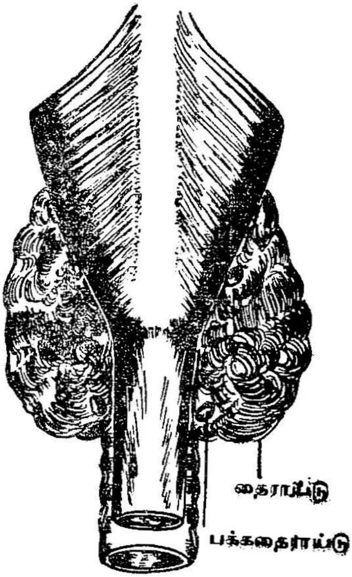
4 சிறு நீர் அதிகமாக உண்டாகும்.

பிட்யூட்டரி சுரப்பி அதிகமாகச் சுரத்தலால் (Hyper function) அதிக வளர்ச்சி உண்டாகும். சிறிய வயதிலும் பெரிய தோற்

றத்தை உண்டாக்கும்(Gigantism). பிட்யூட்டரி சுரப்பியை அகற்றுவதால் உயிருக்கு ஆபத்து இல்லை. ஆனால் பல குறைபாடுகள் உண்டாக வழி வகுக்கும்.

தைராய்டு

தைராய்டு சுரப்பி இரண்டு முட்டைவடிவ உறுப்புகளாகக் குரல்வளையின் கீழ்ப்பகுதியில் பக்கத்திற்கு ஒன்றாக ஒட்டிக் கொண்டிருக்கின்றன (படம் 81) இவ்விரண்டு பகுதியை இஸ்துமஸ் (Isthumus) இணைப்பு ஒன்று சேரச் செய்கின்றது.



படம் 81
தைராய்டு சுரப்பி

தைராய்டு சுரப்பி கரு வளர்ச்சியின் போது முன் உணவுப் பாதையின் (Fore gut) கீழ்ப்பகுதியில் இரண்டு பைகளின் உள்பிதுக்கத்தால் (Invagination) உண்டாகின்றது. பிறகு இந்தப் பைகள் உணவுப் பாதையிலிருந்து தொடர்பற்று விடுகின்றன. தைராய்டு சுரப்பிதான் நாளமில்லாச் சுரப்பிகளில் அதிகம் கற்று அறிந்தது. இதனை முதலில் விளக்கியுள்ளவர் தாமஸ் வார்டன் (Thomas Wharton) என்ற அறிவியலாளரே.

முதுகெலும்பினங்களில் தைராய்டு சுரப்பி

தலை முதுகுத் தண்டினங்களில் (Cephalo Chordates) தைராய்டு சுரப்பி எண்டோஸ்டைலில் (Endostyle) இருப்பதாக அறிவியலாளர்கள் கருதுகின்றார்கள். எல்லா மீன்களிலும் தைராய்டு சுரப்பிகள் உண்டு. ஆனால் அதன் இருப்பிடம் குறிப்பாக ஓர் இடத்தில் இல்லை. குருத்தெலும்பு மீன்களில் கீழ் மகாதமனியின் (Ventral Aorta)முதல் உட்செலுத்து தமனிகள் (Afferent Arteries) ஆரம்பிக்கும் இடத்தின் இரு பக்கங்களிலும் காணப்படுகின்றன. எலும்பு மீன்களில் முன் விசரல் வளைவின் பக்கத்தில் உள்ளன.

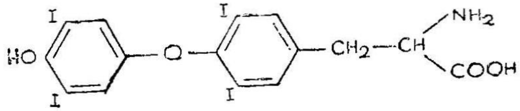
நீர்நில வாழ்வனவற்றில் ஹைராய்டு உறுப்பின் இரு பக்கங்களில் தைராய்டு சுரப்பிகள் காணப்படுகின்றன. நீர்நில வாழ்வனவற்றில் தைராய்டு சுரப்பி உருமாற்றத்தைக் கட்டுப்படுத்துகின்றது. தலைப்பிரட்டையில் தைராய்டு சுரப்பியின் சாற்றை ஊசி மூலம் ஏற்றினால் சீக்கிரமாக உருமாற்றம் பெற்றுவிடுகின்றன. தலைப்பிரட்டையில் தைராய்டு சுரப்பியை அகற்றும் பொழுது (Thyroidectomized) உருமாற்றம் அடைவதில்லை. அதனால் வளர்ச்சி நின்றுவிடுகின்றது. இந்த தலைப்பிரட்டையின் உடலில் தைராய்டுச் சாற்றை ஊசிமூலம் ஏற்றினால் வளர்ச்சி தொடருகின்றது.

பாம்புகள், ஆமைகள், முதலைகள் போன்ற ஊர்வனவற்றுள் தைராய்டு சுரப்பி ஒற்றை உறுப்பாகத் தனித்து இருக்கின்றது. பல்லி, ஓணான் போன்றவற்றில் (Lizards) தைராய்டு ஜோடியாக மூச்சுக்குழலின் நடுவில் காணப்படுகின்றது. பல்லியில் தைராய்டு சுரப்பியை நீக்கும் பொழுது தோல் உரித்தல் தாமதமாகின்றது. பறவைகளில் மூச்சுக்குழல் இரண்டு கிளைக்குழாய்களாகப் பிரியும் இடத்தில் பக்கத்திற்கு ஒன்றாக இரண்டு தைராய்டு சுரப்பிகள் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கின்றன.

பாலூட்டிகளில் தைராய்டு சுரப்பி

தைராய்டு சுரப்பியில் அநேக ஃபாலிக்கிள்கள் உண்டு. ஃபாலிக்கிள்களைச் சுற்றிச் சுரக்கும் மேலடுக்குச் செல்கள் உள்ளன. மேலடுக்குச் செல்களில் அயோடின் அதிகம் உள்ளது மேலடுக்குச் செல்களில் ஹார்மோன்கள் சுரந்து ஃபாலிக்கிளின் வெற்றிடத்தை நிரப்புகின்றது. ஃபாலிக்கிளிலிருந்து ஹார்மோன் இரத்த ஓட்டத்தில் கலக்கிறது. இச்சுரப்பி அனங்கக அயோடைய்டை ஆக்சிகரணியாக்கித் தனித்த அயோடினாக்குகிறது. தனித்த அயோடின் புரதத்துடன் சேர்ந்து ஃபாலிக்கிளில் சேருகின்றது.

தைராக்ஸின் (Thyroxin) என்ற ஹார்மோன் தைராய்டு சுரப்பியில் சுரக்கின்றது. தைராக்சின் ஒரு அமினோ அமிலமாகும். அதில் 65% அயோடின் கலந்திருக்கிறது.



தைராக்சின் ஹார்மோன் செல்களின் வளர்சிதை மாற்றத்தை அதிகரிக்கின்றது. (தைராக்ஸின் வளர்சிதை மாற்றத்தை அதிகரிக்கின்றது—என்ற கோட்பாட்டில் வெவ்வேறு கருத்துகள் நிலவி வருகின்றன.) உடலின் சாதாரண வளர்ச்சியைத் தூண்டுகிறது. மயிர், எலும்பு போன்றவற்றின் வளர்ச்சியில் துணை செய்கின்றது. திசுக்களின் செல்களின் நடுவே உள்ள பொருட்களின் அளவினை ஒழுங்குபடுத்துகின்றது. மாவுப் பொருட்கள் உடலோடு சேருவதற்குத் துணை செய்கின்றது.

மேற்சொன்ன சில செயல்கள் தவிர தைராக்சின் மற்ற சுரப்பிகளைக் கட்டுப்படுத்தவும் செய்கின்றது. அட்ரீனல் சுரப்பியைச் செயல்படத் தூண்டுகிறது எதிர்ப்பு டயூரடிக் ஹார்மோனுடன் சேர்ந்து இரத்தத்தில் நீரின் அளவினை ஒழுங்கு படுத்துவதும் தைராக்சினது வேலையாகும். இன உறுப்புகளின் செயல்களும் தைராக்சின் சுரப்பதைப் பொருத்து உள்ளன தைராய்டு சுரப்பி மேலே குறிப்பிட்ட சுரப்பிகளைத் தன்னுடைய கட்டுப்பாட்டில் வைத்திருந்தாலும் அதன் வளர்ச்சியும் செயலும் பிட்யூட்டரி சுரப்பி சுரக்கும் தைராய்டைத் தூண்டும் ஹார்மோனால் ((Thyroid Stimulating Hormone) கட்டுப்படுத்தப் படுகின்றது.

தைராக்சின் குறைவாகச் சுரப்பதால் குழந்தைகளில் வளர்ச்சி குன்றி அறிவு மந்தம் ஏற்படுகின்றது (Cretinism). இதனால் 30 வயதுள்ள ஒருவன் 4 அல்லது 5 வயதிற்குள்ள வளர்ச்சிதான் பெறுகிறான். தைராய்டு குறைவாகச் சுரந்தால் (Hypothyroidsm) குழந்தைகள் கெட்டியற்ற சதையுடன் (Flabby) வளர்ச்சி குறைவாகவும் புத்தியில்லாமலும் இருக்கும். வயது வந்த பிறகு ஊமையராகவும் செவிடராகவும் ஆவர். ஹார்ஸ்லி (Horsley குரங்கில் தைராய்டு சுரப்பியை நீக்கி ஆராய்ந்தார். மனிதனில் ஏற்படும் எல்லாக் குறைகளையும் குரங்கினில் தோன்றக்கண்டார்.

வயது வந்தவர்களில் தைராய்டு சுரப்பி வேலை செய்ய வில்லை) யானால் மந்திப்புக் கோளாறு (Myxedema) என்ற நோயுண்டா

கும். இந்நோய் உண்டாவதால் கீழ்க்கண்ட குறைபாடுகள் உண்டாகும். (1) தோல் தடித்தும் காய்ந்தும் இருக்கும், (2) முடி சிதறி வளரும், உடையக் கூடியதாகவுமிருக்கும், (3) அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றம் மிகவும் குறைவாக இருக்கும், (4) சதை வளர்ச்சி குறையும். (5) மந்த புத்தி உண்டாகும், (6) முகம் உப்பி அல்லது வீங்கியிருக்கும், (Bloat). இந்த நோயைக்குண்ப்படுத்துவதற்குத் தைராய்டு சுரப்பியை வேலை செய்யத் தூண்டவேண்டும். அல்லது தைராக்சினை ஊசி மூலம் ஏற்றவேண்டும்.

தைராய்டு சுரப்பி அதிகமாக வேலை செய்வதாலும் உடலுக்கு நோய் உண்டாகும். தைராய்டின் அதிக வேலையால் (Hyper thyrodism) கண் விழிப்பிதுக்கமும் (Exopthalmic), மின்கழுத்துச் கழலை என்ற சுரப்பி வீக்கமும் (Coitre) ஏற்படும். இந்நோயால் கண்கள் சாதாரணமாக இராது; விழி பிதுங்கி இருக்கும். மேலும் தைராய்டு சுரப்பி பெரிதாகிக் கன்னத்துக்குக் கீழ் வீங்கும். இந்நோயால் இதயத் துடிப்பு அதிகமாகி நோயாளி நரம்பு அதிர்ச்சியால் சிரமப்படுவார். சர்க்கரையும் கொழுப்பும் வேகமாக வளர்சிதை மாற்றமடையும். இந்நோய் அறுவைச்சிகிச்சையால் குணமாகும். கூடுதலாக உள்ள சுரப்பியின் பாகங்களை வெட்டி எடுக்க வேண்டும் அல்லது அப்பாகங்களை X-கதிர்களைப் பாய்ச்சி செயலற்றதாக்கி விடவேண்டும் தற்காலத்தில் தையோயூரியா (Thiourea), தையோயூரிசில் (Thiouracil) போன்ற மருந்துகளை அருந்துவதாலும் சுரப்பி வேலை செய்வதைக் குறைக்கலாம்.

பக்க தைராய்டு சுரப்பிகள்

பக்க தைராய்டு சுரப்பிகள் நான்கு உண்டு. அவை முட்டை வடிவில் சிறியனவாகத் தைராய்டு சுரப்பிகளுக்குப் பின் புறத்தில் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கின்றன. மனிதனில் அவை ஒவ்வொன்றும் சுமார் 0·1 கிராம் எடையுள்ளன. அவை மேலடுக்குச் செல்களாலானவை. இவற்றைச் சுற்றி இணைப்புத்திசு உள்ளது. பக்க தைராய்டுகள் மேலடுக்கு உறுப்புகள் என்றும் சொல்லப்படும். இச்சுரப்பிகளை அகற்றும் பொழுது இரத்தத்தில் கால்சியம் உப்பின்அளவு குறைந்து விடுகிறது என்று காலிப் (J.D. Collip) கண்டுபிடித்தார்.

பக்க தைராய்டு சுரப்பிகளில் உண்டாகும் ஹார்மோன் பக்க தைராய்டு ஹார்மோனாகும். இது ஒருவகைப்புரதமாகும். பக்க தைராய்டு ஹார்மோனின் அளவு குறைவதால் சிலகுறைகள் ஏற்படுகின்றன.

1. இரத்த பிளாஸ்மாவில் கால்சியம் குறைந்துவிடுகிறது. இரத்தத்தில் கால்சியம் குறைவதன் காரணம் பக்க தைராய்டு ஹார்மோன் குறைவினால் சிறுநீரகங்கள் மூலமாக வெளியேற்றப் படும் பாஸ்பேட்டின் அளவு அதிகரிக்கின்றது. சிறுநீரில் பாஸ்பேட்டின் அளவு அதிகரிப்பதால் இரத்தத்தில் பாஸ்பேட்டின் அளவு அதிகமாகின்றது. இதனால் கால்சியம் இரத்தத்தில் கரையாது இருந்துவிடுகிறது. கால்சியம் கரைவது குறைதலால் அதன் அளவும் குறைந்துவிடுகிறது.

2. உடலில் அமிலமும் காரமும் சமமாக இருப்பது பாதிக்கப் படுகின்றது. பக்க தைராய்டு ஹார்மோன் குறைவால் உடலில் காரத் தன்மை அதிகரித்துவிடுகின்றது.

மேற்சொன்ன குறைகளை நிவர்த்தி செய்வதற்கு பக்க தைராய்டு ஹார்மோனை ஊசியின் மூலம் உடலில் ஏற்ற வேண்டும். ஹார்மோன் புரதமாகையால் வாயின் மூலம் அருந்தச் செய்தால் அது நொதிகளால் செரித்துவிடுதல் கூடும். ஹார்மோன் சிறு நீரில் அதிக பாஸ்பேட்டைக் குறைக்கின்றது. அதனால் இரத்தத் திலும் பாஸ்பேட் அளவு குறைந்துவிடுகின்றது.

பக்க தைராய்டு சுரப்பிகளை அகற்றுவதால் இறத்தலும் நேரிடலாம். தைராய்டு சுரப்பிகளை நீக்கிபதால் பரிசோதனை களில் பல இடையூறுகள் நேர்ந்துள்ளன. பக்க தைராய்டு சுரப்பியை அகற்றும்பொழுது அதன் குறைவு செயலால் (Hypo-function) தசைச் சுரிப்பு உண்டாகிறது (Spasms). இது நரம்பிசிவு நோய் (Tetanus) போன்றது. திடீர் தசை வலியால் தசைச் சுரிப்பு ஏற்பட்டு இறக்க நேரிடும். தசைச் சுரிப்பு உடலில் பல பாகங்களில் ஏற்படலாம். முகத்தில் ஏற்படலாம். கைகளில் ஏற்பட்டுக் கைகளின் தோற்றத்தில் மாறுதலளிக்கலாம். கழுத்தின் முன் தசைகளைவிடப் பின் தசைகள் வலுவுள்ளவையாதலால் கழுத்து பின்நோக்கி இழுத்துக்கொள்ளலாம். உள் உறுப்புகளில் பொதுவாக, தசைச் சுரிப்பு பைலோரசில் (Pylorospasm) உண்டா கிறது. இதனால் இரைப்பையிலிருந்து முன் சிறுகுடலுக்கு உணவு செல்வது தடைபடுகின்றது. குரல்வளையிலும் தசைச் சுரிப்பு (Laryngospasm) ஏற்படுவதுண்டு. குரல்வளை தசைச் சுரிப்பு அபாயகரமானது மூச்சு வெளிவிடுவது தடைப்படலாம். புற அதிர்ச்சிப் புண்களால் (Traumas) பக்க தைராய்டு சுரப்பிகள் காயமுற நேரிட்டால் அதன் வழியாகக் கிருமிகள் நுழைந்து சுரப்பிகளைப் பாதிக்கின்றன. அதனால் சுரப்பியின் சுரத்தல் வேலையில் குறைவு ஏற்பட்டு நரம்பிசிவு போன்ற நோய்கள் ஏற்படலாம்.

பக்க தைராய்டு சுரப்பிகள் அதிகமாக (Hyper Function) ஹார்மோனைச் சுரந்தாலும் சில தீங்குகள் ஏற்படுகின்றன. இரத்தத்தில் பாஸ்பேட் அளவு குறைந்துவிடுகின்றது. நுரையீரல், கல்லீரல், தோல், இரத்தக் குழாய்கள் போன்றவற்றில் கால்சியம் உப்பு தேங்கிவிடுகின்றது. அதனால் எலும்பு நோய்கள் உண்டாகின்றன.

தைமஸ்

தைமஸ் மூச்சுக் குழலின் கடைசிப் பகுதியில் பெரிய சுரப்பி யாக உள்ளது. மற்ற திசுக்களைவிட உட்கரு புரதம் (Nucleo Protein) தைமசில் அதிகமாக உள்ளது. தைமஸ் பொதுவாக மனிதனிலும், மற்ற விலங்குகளிலும் இளம் வயதில்தான் இருக் கின்றது. பருவம் அடைந்தவுடன் அல்லது பால் உறுப்புகள் வளர்ச்சி பெற்றவுடன் அது குறைந்துவிடுகிறது.

இளம் உயிரிகளில் தைமசை நீக்கியதில் குறிப்பிடத்தக்க மாற்றங்கள் ஒன்றும் ஏற்படவில்லை. சில பரிசோதனைகளின் முடிவை ஆராய்ந்ததில் அவை ஒன்றுக்கொன்று முரண்பாடாக உள்ளன. இதனால் தைமஸ் சுரப்பி பற்றியும் அதன் வேலை முறை களைப் பற்றியும் திட்டவட்டமாக ஒன்றும் சொல்லமுடியவில்லை. ரிட்லி (Riddle) புறாக்களில் பரிசோதனை செய்ததில் தைமஸ் சுரப்பி முட்டையின் ஓட்டை உண்டாக்குவதில் துணைபுரிகின்றன என்று அறிந்தார். குறைந்த அளவில் தைமஸ் இருந்த புறாக்களில் முட்டை ஓடு மெல்லியதாகவும், சீக்கிரம் உடையக்கூடியதாகவும் இருக்கக் கண்டார். ரோவ்ண்ட்ரீயும் (Rowntree) அவரது உதவியாளர்களும் எலிகளில் பரிசோதனை செய்தனர். அவர்கள் எலி பிறந்த மூன்று மாதங்களுக்குப் பிறகு ஒவ்வொரு நாளும் தைமஸ் சாற்றினை ஊசி மூலம் ஏற்றினர்கள். இவ்வாறு ஒன்பது தலைமுறைகளுக்குச் செய்தனர். மூன்ருவது தலைமுறைக்குப் பிறகு இளம் எலிகள் சீக்கிரம் வளர ஆரம்பித்துவிட்டன. ரோவண்ட்ரீயும் அவரைச் சார்ந்தவர்களும், பல ஆராய்ச்சிகள் மூலம் தைமஸ் இளம் வயதில் வளர்ச்சியைத் தூண்டுகின்றது என்று அறிந்தனர். மேலும் அவர்கள் தைமஸ் சுரப்பியை அகற்றிப் பார்த்ததில் அதனல் உற்பத்தியோ அல்லது எலிகளில் உடல் செயல்களிலோ மாற்றங்கள் இல்லை என்றும் அறிந்தனர். சில விலங்குகளில் குறிப்பிட்ட காலங்களில் (பொதுவாக வளர்ச்சி காலங்களில்) சில முக்கிய பொருட்கள் சேமித்து வைக்கப்படு கின்றன. இவ்வாறு சேமித்து வைக்கப் பெறும் பொருட்கள் அவ்வப்பொழுது பயன்படுகின்றன. ஆனல் தைமசின் முக்கியமான

வேலை வளர்ச்சியைத் தூண்டுவதுதான். ஆனாலும் தைமஸ் அகற்றப்பட்ட பரிசோதனைகளில் பரிசோதனை விலங்குகள் நன்றாக ஊட்டப்பட்டால் அவற்றில் இயற்கையான வளர்ச்சி உண்டாகின்றது என்றும் தெரியவருகின்றது.

புரத வளர்சிதை மாற்றத்தைத் தைமஸ் சுரப்பி தூண்டுகிறது என்றும் சில ஆராய்ச்சியாளர்கள் கருதுகின்றார்கள். இதன் காரணம் தைமசில் உட்கரு புரதம் அதிகம் இருத்தலால்தான். ஆர்ஜினைன் போன்ற அமிலோ அமிலங்கள் தைமசிலிருந்து வெளிப்படுகின்றன.

அட்ரீனல் சுரப்பிகள்

அட்ரீனல் சுரப்பிகள் மனிதனில் சிறு நீரகங்களுக்கு மேலாக தொப்பி போன்றிருக்கின்றன. பெண்களில் அவை ஆண்களைவிடச் சிறிதாக இருக்கும். நீர் நில வாழ்வனவற்றுள் அட்ரீனல் சுரப்பிகள் சிறு நீரகங்களுக்குக் கீழ்ப் பகுதியில் மஞ்சள் நிறத்தில் காணப்படுகின்றன. ஊர்வனவற்றுள், நீர் நில வாழ்வனவற்றுள் உள்ளது போல் தான் இருக்கின்றன. பறவைகளில் அவை கீழ்ப்பெருஞ்சிரைக்கு இரண்டு பக்கங்களிலும் சிறு நீரகங்களுக்கு சிறிது முன்னதாகவும் காணப்படுகின்றன. அட்ரீனல் சுரப்பிகளின் பண்புகளை அறிந்து விளக்கிச் சொல்லியவர்களுள் கானன் என்ற அறிவியலாளரே முக்கியமானவர்.

அட்ரீனல் சுரப்பி இரண்டு பாகங்களுடையது. அவை: (1) அட்ரீனல் கார்டெக்ஸ் (Adrenal Cortex), (2) அட்ரீனல் மெடுல்லா (Adrenal Medulla) என்பவை. இரண்டு பாகங்களும் ஒன்றுடன் ஒன்று நெருக்கமாகக் காணப்பட்டாலும் அவற்றின் செயல்கள் முழுவதுமாக வேறுபட்டவை எனலாம்.

அட்ரீனல் கார்டெக்ஸ்

அட்ரீனல் கார்டெக்ஸ் மூன்று வரிசைகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. அவை வெளி அடுக்கு (Outer Layer-Zona Glomerulosa), நடு அடுக்கு (Middle Layer-Zona Fasciculata), உள் அடுக்கு (Inner Layer-Zona Reticularis) ஆகும். மற்ற முதுகெலும்பின விலங்குகளில் அட்ரீனல் கார்டெக்ஸ் பாலூட்டிகளில் போன்று மூன்று அடுக்குகளாகத் தோற்றமளிக்கவில்லை.

ஹார்மோன்கள்

அட்ரீனல் சுரப்பியின் சாற்றைப் பரிசோதித்ததிலும், இரத்த பிளாஸ்மாவைப் பரிசோதித்திலும் சிறிதளவு ஹார்மோன்

கிடைத்திருக்கிறது. அட்ரீனல் சுரப்பியின் ஹார்மோன்கள் நான்கு வகைப்படும். கார்டிசால் (Cortisol), கார்டிசோன் (Cortisone), கார்டிகோஸ்டீரான் (Corticosterone), ஆல்டோஸ்டீரான் (Aldosterone) என்ற நான்குமே அட்ரீனல் ஹார்மோன்கள். இவையாவும் ஸ்டீராய்டு (Steroid) வகுப்பைச் சார்ந்தவை. மனிதனில் மேற்சொன்னவற்றில் கார்டிசாலும் கார்டிசோனும் முக்கியமானவை. ஒரு நாளைக்கு இவை இரண்டும் சுமார் 20 மி. கி. உண்டாகின்றன, கார்டிகோஸ்டீரானும் ஆல்டோஸ்டீரானும் மிகவும் குறைந்த அளவிலேயே (0·1 மி.கி) உண்டாகின்றன. கார்டிசாலும் கார்டிசோனும் அட்ரீனல் கார்டெக்சின் நடு அடுக்கில் உண்டாகின்றன. கார்டிகோஸ்டீரான் வெளி அடுக்கிலும் உள் அடுக்கிலும் உண்டாகின்றது. ஆல்டோஸ்டீரான் வெளி அடுக்கில் மாத்திரம்தான் உண்டாகின்றது. உள் அடுக்கின் பங்கு பற்றி இன்னும் தெரியவில்லை மேலும் அட்ரீனல் ஹார்மோன்கள் பால் உறுப்பு ஹார்மோன்களை (Sex Hormones) ஊக்குவிக்கின்றன என்ற கருத்தும் பரிசோதனைகள் மூலம் விளக்கப்படவில்லை.

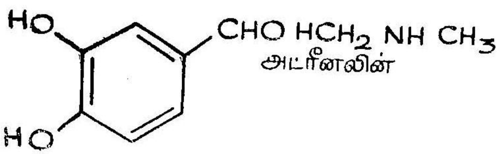
அட்ரீனல் ஹார்மோன்கள் இருவகையில் செயல்படுகின்றன. அவை மாவுப்பொருட்களின் வளர்சிதை மாற்றத்திலும் உறுப்புகளின் வளர்சிதை மாற்றத்திலும் ஈடுபடுகின்றன. இரண்டு வகை வளர்சிதை மாற்றத்திலும் வெவ்வேறு ஹார்மோன்கள் ஈடுபடுவதால், ஹார்மோன்களை அவைஈடுபடும் வளர்சிதை மாற்றத்தைக் கொண்டு வகைப்படுத்துவதுண்டு. இவ்வாறு ஹார்மோன்களை குளுக்கோஸ்டீராய்டு (Glucosteroid), மினரல் அல்லது உப்பு ஸ்டீராய்டு என்று இருவகையாக வகைப்படுத்தலாம், கார்டிசான் ஒரு குளுகோஸ்டீராய்டு. கார்டிசான் மாவுப் பொருட்களின் வளர்சிதை மாற்றத்தைத் தூண்டுகிறது. அது உப்பு வளர்சிதை மாற்றத்தில் சிறிதளவுதான் ஈடுபடுகிறது. கார்டிசான் கல்லீரலில் புரதத்திலிருந்து கிளைக்கோஜனை மாற்றுவதற்கு உதவி செய்கிறது. கார்டிசாலும் ஆல்டோஸ்டீரானும் உப்பு ஸ்டீராய்டு வகையைச் சேர்ந்தவை. கார்டிசால் தவளையின் தோலில் சோடியம் அயனிகளைக் கடத்துவதற்கு உதவி செய்கின்றது. அதே போன்று ஆல்டோஸ்டீரான் சோடியம் அயனிகளைச் சிறுநீரகக் குழாய்களுக்கிடையே கடத்துவதற்குத் துணைபுரிகின்றது.

அட்ரீனல் கார்டெக்ஸ் குறைவாக ஹார்மோன்களைச்சுரந்தால் வளர்சிதை மாற்றங்கள் தடைபடுகின்றன. இதனால் தசை தளர்ச்சி, வாந்தி எடுத்தல், வயிற்றுப் போக்கு, பசியின்மை போன்ற குறைகளும் ஏற்படும். சிறுகுடலில் சர்க்கரை, கொழுப்பு

போன்றவை குறைவாக உறிஞ்சப்படுகின்றன. இதயம் வேகமாகத் துடிப்பதால் இரத்த அழுத்தம் குறைகிறது. உடலில் அமில-கார சமஅளவு பாதிக்கப்பட்டு அமிலத்தன்மை அதிகரிக்கின்றது. வளர்சிதை மாற்றங்களின் தடைகளுக்கு முக்கிய காரணம் சோடியம், பொட்டாசியம் உப்புகளின் வளர்சிதை மாற்றம் பாதிக்கப்படுவதால்தான்.

அட்ரீனல் மெடுல்லா

அட்ரீனல் மெடுல்லா அட்ரீனலின் (Adrenalin) என்ற ஹார்மோனைச் சுரக்கின்றது. இதை சூப்ராரெனின் (Suprarenin) என்றும் அழைப்பதுண்டு. அட்ரீனலின் செயற்கையாகவும் செய்யப்படுகின்றது. அட்ரீனலின் இதயத்துடிப்பை அதிகரிக்கச் செய்கின்றது. இதயத்தசையை வேகமாகச் சுருங்கச்செய்கின்றது. சிறிய இரத்தக் குழாய்களைச் சுருங்கச் செய்கின்றது. இதனால் இரத்த அழுத்தம் அதிகரிக்கின்றது. உணவுப் பாதையிலுள்ள வரியற்ற தசைகளின் வேகத்தைக் குறைக்கின்றது. கண் மணியை அதிகம் திறக்கச் செய்கின்றது. இந்த ஹார்மோன் கோழைச் சுரப்பியைத் தூண்டுவதால் கோழை அதிகமாகச் சுரக்கிறது.



அட்ரீனலின்

சிறிதளவு அட்ரீனலினை (0·01 மி.கி) உடலினுள் செலுத்தினால் மேலே குறிப்பிட்ட எல்லா குறைகளும் உடலில் தோன்ற ஆரம்பித்துவிடும். அதனால்தான் அட்ரீனலின் இரத்தத்தில் மிகவும் குறைந்த அளவு கலந்திருக்கிறது.

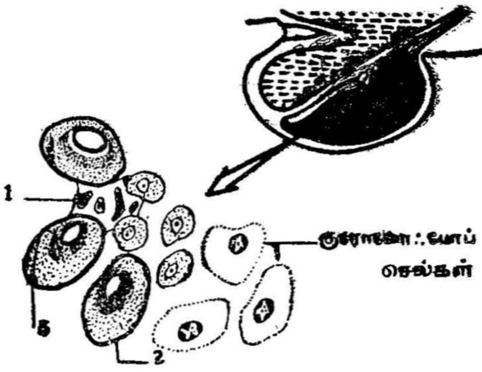
அட்ரீனல் மெடுல்லா பரிவு நரம்புமண்டலத்துடன் நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டது.

லாங்கர்ஹென் அய்லெட்டுகள்

லாங்கர்ஹென் அய்லெட்டுகள் கணையம் சுரப்பியில் உள்ளன. கணையம் இரைப்பைக்கும் முன் சிறுகுடலுக்கும் நடுவே இலை போன்று விரிந்து கிடக்கும். கணையம் ஒரு நாளச் சுரப்பியாகும். அதன் நாளம் முன் சிறுகுடலில் திறக்கிறது. கணையம் இரு வகைச்

செல்களாலானது. கணையத்தின் உடலிலேயே ஆங்காங்கே செல்களின் கூட்டம் தென்படுகின்றன. இவையே லாங்கர்ஹென் அய்லெட்டுகள் அல்லது திட்டுகள் எனப்படும். லாங்கர்ஹென் என்ற ஆராய்ச்சியாளரே இந்தச் சுரப்பியைக் கண்டுபிடித்தார். இது ஒரு நாளமில்லாச் சுரப்பியாகும். செல்களில் சுரந்த ஹார்மோன் நேரடியாக இரத்தத்துடன் கலந்துவிடுகிறது. மஞ்சட் புழுக்களில் (Cyclostomes) கணையமும் லாங்கர்ஹென் அய்லெட்டுகளும் சேர்ந்திராது தனித்தனியே இருக்கின்றன.

பாலூட்டிகளின் அய்லெட் திசுக்களை ஆராய்ந்ததில் அவற்றில் இரண்டு வகையான செல்கள் உள்ளன என்று தெரிந்தது (படம் 82). ஒன்று α-செல்களாகும்(A). மற்றது β-செல்களாகும்(B).



படம் 82

அய்லெட் திசுக்களின் செல்கள்
செல்கள் தனியாகக் காட்டப்பட்டுள்ளன. 1. சைனுசாய்டு
2. A செல்கள் 3. B செல்கள்.

A செல்களில் உள்ள துகள்கள் ஆல்கஹாலில் கரையும் தன்மையுள்ளன. B செல்களில் உள்ள துகள்கள் ஆல்கஹாலில் கரையாது. B செல்கள் எல்லா முதுகெலும்பினங்களிலும் காணப்படுகின்றன. A செல்கள் மஞ்சட் புழுக்கள், சில நீர் நில வாழ்வன (Urodela) போன்றவற்றில் இருப்பதாகத் தெரியவில்லை. மற்ற விலங்குகளில் A செல்களும் B செல்களும் அளவில் வேறுபடுகின்றன. ஊர்வனவற்றிலும், பறவைகளிலும் A செல்கள் அதிகமாக உள்ளன. நீர் நில வாழ்வனவற்றிலும் பாலூட்டிகளிலும் B செல்கள் அதிகம் காணப்படுகின்றன. எலும்பு மீன்களில் கால நிலைக்குத் தகுந்தவாறு இருவகை செல்களும் அளவில் வேறுபடு

கின்றன. மேற்சொன்ன இரண்டு வகை செல்களும் வெவ்வேறு வகை ஹார்மோனேகளைச் சுரக்கின்றன. முதல் வகைச் செல்கள் (A) குளுக்ககோன் (Glucagon) என்ற ஹார்மோனையும், இரண்டாம் வகைச் செல்கள் (B) இன்சுலின் (Insulin) என்ற ஹார்மோனையும் சுரக்கின்றன.

இன்சுலினும், குளுக்ககோனும் பாலிபெப்டைடு (Poly peptide) களாக இருந்தாலும் அவற்றின் மூலக்கூற்று எடை குறைவாகத்தான் உள்ளது. (இன்சுலின்–6000- குளுக்ககான்–3485) இவை இரண்டும் எதிரான அல்லது புறம்பான செயல் திறனுடையவை. இன்சுலின், குளுக்கோசிலிருந்து கிளைக்கோஜன் கிடைப்பதற்கும் குளுக்கோஸ் செல்லினுள் புகுதற்கு தூண்டு கிறது. குளுக்கோசிலிருந்து கிளைக்கோஜனை மாற்றமடைவது கல்லீரலிலும் தசைகளிலும் நடைபெறுகின்றது. மாவுப் பொருட் கள் அல்லாத மற்ற உணவுப் பொருட்களிலிருந்து உண்டாகும் குளுக்கோசை குறையச் செய்கின்றது. குளுக்கோஸ் குறைவதினால் அமினோ அமிலங்கள் உண்டாவது ஊக்குவிக்கப்படுகின்றது. இவ் வாறு இன்சுலின் பலவகையாலும் இரத்தத்தில் குளுக்கோசைக் குறைக்கத்தான் முயலுகின்றது. பாலூட்டிகளின் இரத்தத்தில் குளுக்கோசின் அளவு மாறுபடாது. B செல்கள் ஹார்மோனை மிகுதியாகச்சுரக்கும்போது இரத்தத்தில் குளுக்கோசின் அளவு குறைந்து விடுகிறது. இந்நிலை ஹைப்போ கிளைக்கேமியா (Hypo-glycaemia) அல்லது குளுக்கோஸ் குறைவு என்று அழைக்கப் படுகிறது. இதே போன்று B செல்களின் செயல் குறைவால் இரத்தத்தில் குளுக்கோசின் அளவு அதிகரித்து விடுகின்றது. இந்நிலை ஹைப்பெர் கிளைக்கேமியா அல்லது குளுக்கோஸ் மிகையாகும் (Hyperglycaemia). இந்நிலையை நீரிழிவு (Diabetes Mellitus) என்றும் சொல்வர். B செல்களின் செயல்குறைவால் கொழுப்பு வளர்சிதை மாற்றமும் பாதிக்கப்படுகின்றது. இதன் காரணம் மாவுப்பொருட்கள் குறையும் பொழுது அதற்கு ஈடாகக் கொழுப்பிலிருந்து சக்தியைப் பெற முயல்வதுதான். கொழுப்பு அதன் பாகப் பொருட்களாகப் பிரிவதால் அசட்டைல் துணை நொதி-A (Acetyl Co-Enzyme-A) அதிகமாகத் தேங்கிவிடுகிறது. கிரெப் சுழற்சியின் (Kreb's Cycle) முதல் நிலையில் ஆக்சாலோ அசட்டிக் அமிலத்துடன் (Axalo acetic Acid) சேராது கல்லீரலுக்குச் சென்று அசட்டோ அசட்டிக் அமில நிலையில் (Aceto acetic Acid) கழிவுப்பொருளாக வெளியேற்றப்படலாம். ஹைப்பர் கிளைக்கேமியா அல்லது குளுக்கோஸ் மிகை இன்சுலின் ஹார்மோனை உடலினுள் செலுத்துவதால் நிறைவு பெறலாம்.

குளுக்ககோன், இன்சுலின் பண்புக்கு மாறாக இரத்தத்தில் குளுக்கோசின் அளவை அதிகரிக்கச் செய்கின்றது. குளுக்ககோனின் செயல்கள் கல்லீரலோடு நின்று விடுகிறது. அது தசைகளில் குளுக்கோசின் அளவை அதிகரிப்பதில்லை. இதன் காரணம் குளுக்ககோன் சுரந்து இரத்தத்துடன் கலந்து கல்லீரலுக்கு வந்தபின் கல்லீரல் குளுக்ககோன் ஹார்மோனை மற்ற உறுப்புகளுக்குச் செல்ல அனுமதிப்பதில்லை. கல்லீரல் குளுக்ககோனை மற்ற உறுப்புகளுக்குச் செல்லவிடாது செயலற்ற தாக்கி விடுகிறது. அதனால்தான் குளுக்ககோன் கல்லீரலில் மட்டும் இரத்தத்தின் குளுக்கோஸ் அளவினைக் குறைக்க முயலுகிறது.

இனப் பெருக்கச் சுரப்பிகள்

விந்தகமும், முட்டையகமும் இனப்பெருக்கச் சுரப்பிகளாகும். இனப்பெருக்கத்தைத் தூண்டுவதற்கு விந்தகத்திலும், முட்டையகத்திலும் சில ஹார்மோன்கள் உண்டாகின்றன.

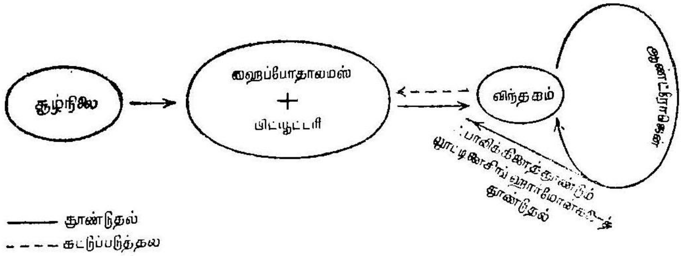
விந்தக ஹார்மோன்கள்

விந்தகத்தில் உண்டாகும் ஹார்மோன்களுக்கு மொத்தமாக ஆன்ட்ரோஜென் (Androgen) என்று பெயர். ஆண்ட்ரோஜெனில் முக்கியமானது டெஸ்டோஸ்டீரான். ஆண்ட்ரோஜென் விந்தகத்தின் லீடிக் (Leydig) செல்களில் சுரக்கின்றன. ஆண்ட்ரோஜென் பல வழிகளில் செயல்படுகின்றன. (1) துணை இன உறுப்புகள் இனப்பெருக்கத்தின் முக்கிய தேவையாகையால் அவற்றை வளர்ச்சியுறச்செய்வதில் முக்கிய பங்கு கொள்கிறது. (2) திசுக்களின் வளர்ச்சியிலும் புரதம் உற்பத்தியாவதிலும் உதவி செய்கின்றது. (3) அட்ரினோ கார்டிகல், மினரலோ கார்டிகாய்டுகள் (Adreno cortical, Mineralo Corticoids) போன்ற ஹார்மோன்களைத் தூண்டி சோடியம், பொட்டாசியம், குளோரைடு, பாஸ்பேட்டு போன்ற உப்புகளைத் தங்க வைத்துக் கொள்கிறது. (4) இரத்த சிவப்பு செல்களின் உற்பத்தியை அதிகரித்து, இரத்த ஓட்டத்தை ஒழுங்கு படுத்துகிறது. (5) எலும்பின் வளர்ச்சியைத் தூண்டுகிறது. (6) தோல் சுரப்பிகளைச் செயல்பட ஊக்குவிக்கின்றது. (7) மெலனினை (Melanin) உற்பத்தி செய்கிறது.

விந்தகத்தை அடினோ ஹைப்போபைசிஸ்தான் (பிட்யூட்டரி சுரப்பி) கட்டுப்படுத்துகின்றது. ஆனால் தைராய்டும் அட்ரீனல் கார்டெக்சும் விந்தகச் செயல்களை மாற்றியமைக்கின்றன. ஹைப்போபைசிசில் உண்டாகும் ஹார்மோன்களான ஃபாலிக்

கிளைத் தூண்டும் ஹார்மோன், லூட்டினைசிங் ஹார்மோன் ஆகியவையே விந்தகத்தைத் தூண்டும் ஹார்மோன்கள். முதல் ஹார்மோன் விந்தக மேலடுக்குச் செல்களைத் தூண்டி விந்து செல்களின் முதிர்தலைச் செயல்பட வைக்கின்றது இரண்டாவது விந்தகம் உற்பத்தி செய்யும் டெஸ்டோஸ்டீரானை கட்டுப்படுத்துவதால் இனப் பெருக்க உறுப்புகளின் வளர்ச்சியில் பங்கு கொள்கிறது எனலாம்.

விந்தகமும் அடினோ ஹைபோபைசிசை மற்றொரு வகையில் கட்டுப்படுத்துகின்றது. விந்தகத்தை அகற்றினால் ஃபாலிக்கிளைத் தூண்டும் ஹார்மோன் அதிகரிக்கக் காரணம் டெஸ்டோஸ்டீரான் உற்பத்தியாகாமல் இருப்பதுதான்.



முட்டையகததின் ஹார்மோன்கள்

முட்டையகத்தில் இரண்டு வகை ஹார்மோன்கள் உற்பத்தியாகின்றன. இரண்டும் ஸ்டீராய்டு (Steroid) வகைகளைசார்ந்தவைதான். இவை இரண்டும் ஃபாலிக்கிள் வளர்ச்சி அடையுமுன் தீக்கா உறையாலும் முட்டை விடுபட்ட பிறகு கிரனுலோசா (Granulosa) சவ்வாலும் உண்டாகின்றன. முட்டையகம் உற்பத்தி செய்யும் ஹார்மோன்கள் மொத்தமாக ஈஸ்ட்ரோஜென் என்று அழைக்கப்படும். ஈஸ்ட்ரோஜென் தாய் சேய் இணைத் திசுவிலும் உண்டாகின்றது. பொதுவாக ஈஸ்ட்ரோஜென்கள் பெண்களுக்கான தோற்றத்தைக் கொடுக்கின்றன. நீண்ட எலும்புகள் வளருவதைத் தடைசெய்கின்றன. எப்பிபைசிஸ் (Epiphysis) மூடுவதையும் தூண்டுகின்றன. அவை புரதம் அதிகமாக உண்டாவதற்குக் காரணமாகின்றன. சோடியம், கால்சியம், பாஸ்பேட், நீர் போன்றவற்றைத் தங்கவைக்கின்றன. வேர்வைச் சுரப்பியின் வேலைத் திறனைக் குறைக்கின்றன.

ஈஸ்ட்ரோஜெனில் முக்கியமானவை ஈஸ்ட்ரடியோலும், ஈஸ்ட்ரோனும் (Estradiol, Estrone). ஈஸ்ட்ரடியோல் கீழ்க்கண்ட செயல்களில் ஈடுபடுகின்றன.

1. இனப் பெருக்க உறுப்புகளின் சாதாரண வளர்ச்சிக்கு உதவுகின்றன.

2. கருப்பையின் எண்டோமெட்ரியம் (Endometrium) வளருவதற்கும் மயோ மெட்ரியத்தின் (Myometrium) சுரப்பிகள் வளருவதற்கும் அதன் இரத்த ஓட்டத்திற்கும் தூண்டுதலாக இருக்கின்றன.

3. அவை புணர் புழையின் மேலடுக்குச்செல் ஒழுங்காவதற்கும் முட்டை நாளங்களின் வளர்ச்சி பூரணமாவதற்கும் தூண்டுகின்றன.

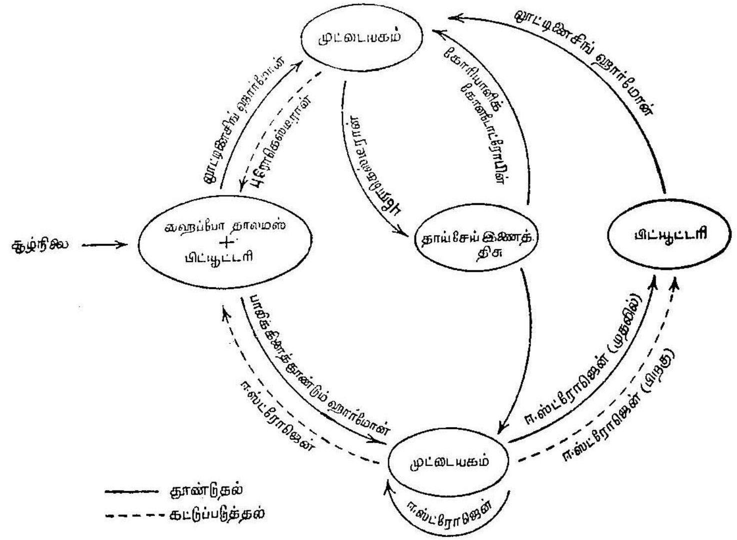
முட்டையகத்தின் இரண்டாவது முக்கிய ஹார்மோன் புரொகெஸ்டீரான். இதை கார்பஸ் லூட்டியத்தின் கிரானுலோசா சவ்வு உற்பத்தி செய்கின்றது. இந்த ஹார்மோன் சில செயல்களுக்குக் காரணமாகின்றது. (1) கருப்பையின் எண்டோமெட்ரியத்தின் சுரப்புச்செல்கள் செயல்படக்காரணமாகின்றது.(2) புரோகெஸ்டீரான் மயோ மெட்ரியத்தைக் கட்டுப்படுத்துகின்றது. (3) இதுபுணர் புழையின் கோழைச் சுரப்பிக்கு வழுவழுப்பைக் கொடுக்கின்றது. (4) புரோகெஸ்டீரான் குறைவாக இருந்தால் ஈஸ்ட்ரோஜெனுடன் சேர்ந்து லூட்டினைசிங் ஹார்மோன் உற்பத்தியாவதில் பங்கு கொள்கிறது. ஆனால் அதிகமாக இருந்தால் உற்பத்தியைக் குறைக்க முயலுகிறது. (5) புரோகெஸ்டீரான் புரதம் அழிவதற்கும் குறைவதற்கும் காரணமாகின்றது.

அடினோ ஹைப்போபைசிசில் உண்டான மூன்று ஹார்மோன்கள் முட்டையகத்தைச் செயல்பட வைக்கின்றன. அவை ஃபாலிக்கிளைத் தூண்டும் ஹார்மோன், லூட்டினைசிங் ஹார்மோன், புரோலாக்டின் ஹார்மோன் ஆகியவை. முதலில் சொல்லப்பட்டது. ஃபாலிக்கிளைத் தூண்டி ஈஸ்ட்ரோஜெனைச் சுரக்கச் செய்கின்றது. இரண்டாவது ஹார்மோன் முதல் ஹார்மோனுக்குத் துணையாகவும் மேலும் முட்டை விடுபடலையும், கார்பஸ் லூட்டயம் வளருவதற்கும் பயன்படுகிறது. மூன்றாவது ஹார்மோன் கார்பஸ் லூட்டியத்திலிருந்து புரோகெஸ்டீரான் உற்பத்தியாவதற்குத் துணையாயிருக்கின்றது.

முட்டையகத்தில் உண்டாகும் ஹார்மோன்கள் ஹைப்போபைசிசின் சில செயல்களைத் தூண்டவும் செய்கின்றன; கட்டுப்படுத்தவும் செய்கின்றன. ஈஸ்ட்ரோஜென் ஃபாலிக்கிளைத் தூண்டும் ஹார்மோனைக் குறைக்கின்றது. லூட்டினைசிங் ஹார்மோன் புரோலாக்டின் ஹார்மோன் போன்றவற்றைத் தூண்டுகிறது இவ்வாறு முட்டையகமும் ஹைப்போபைசிசும் ஒன்றை

யொன்று செயல்படுத்தியும், செயல் எதிர்படுத்தியும் (Action and Interaction) கொள்வதால்தான் மாதவிடாயும், கலவி உணர்ச்சி வட்டமும் ஒழுங்காக ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கின்றன.

கருவுற்ற காலங்களில் தாய் சேய் இணைத்திசு நாளமில்லாச் சுரப்பி போன்றே வேலை செய்கின்றது. இதில் உண்டாகும் ஹார்மோன் பிள்ளைப்பேறு (Parturition) காலத்தில் மிகவும் பயனுடையதாக இருக்கின்றது. தாய்சேய் இணைத்திசுவின் உள்சுவர் கோரியானிக் கோனடோட்ரோபின் (Chorionic Gonadotropin) என்ற ஹார்மோனையும் வெளிச்சுவர் ஈஸ்ட்ரோஜெனையும் புரோகெஸ்டீரானையும் சுரக்கின்றது.



வளர்சிதை மாற்றமும் ஹார்மோன்களும்

முதுகெலும்பல்லனவற்றுள்

முதுகெலும்பல்லனவற்றுள் ஹார்மோன்களை ஆராய்ச்சி செய்ததில் அவற்றின் செயல்கள் ஒரு முறையான கட்டுப்பாட்டுக்குள் அமையவில்லை என்று அறிகிறோம். கிரஷ்டேஷியன்களில் சைனஸ் சுரப்பிகள் (Sinus Glands) மாவுப்பொருட்களின் வளர்சிதை மாற்றத்தில் பெரிதும் பங்கு கொள்கின்றன. சைனஸ் சுரப்பிகளின் சாற்றை எடுத்து உடம்பினுள் செலுத்திஞல் சீக்கிர

மாக இரத்தத்தில் சர்க்கரை அதிகரித்து விடுகிறது. சுரப்பிகளை அகற்றினால் இரத்தத்தில் சர்க்கரையின் அளவு குறைகின்றது. சைனஸ் சுரப்பியில் உண்டாகும் ஹார்மோன் திசுக்களில் சர்க்கரைப் பயன்படுவதைத் தடை செய்கின்றது. மேலும், ஹார்மோன் சுவாச வேகத்தைக் கட்டுப் படுத்துகின்றது. இவ்வாறு மேற்சொன்ன சிலவற்றைக் குறைப்பதால் உடலின் வளர்ச்சி அதிகமாகின்றது. சைனஸ் சுரப்பி இல்லாதபோது சர்க்கரை அதிகமாகப் பயன்படுகிறது. வளர்சிதை மாற்ற வீதம் அதிகரிக்கின்றது. பெண்பூச்சிகளில் கார்போரா அலட்டா கொழுப்பு வளர்சிதை மாற்றத்தில் பங்கு கொள்கிறது. இளம் பூச்சியாக இருக்கும்பொழுது அவற்றில் கொழுப்பு அதிகஅளவில் சேமித்து வைக்கப்படுகின்றது. முட்டையகம் வளர்ச்சியுறும் பொழுதும் முட்டைகளின் சேமிப்பு உணவு தயாரிக்கப்படும் பொழுதும் கொழுப்பு பயன்படுகிறது.

முதுகெலும்பினங்களில்

முதுகெலும்பினங்களில் அட்ரீனல் கார்டெக்ஸ் வளர்சிதை மாற்றத்தில் பெரிதும் பங்குகொள்கிறது. பாலூட்டிகளில் அட்ரீனல் கார்டெக்ஸ் மூன்று அடுக்குகளாக இருக்கும். அவை வெளி அடுக்கு, நடு அடுக்கு, உள் அடுக்கு ஆகியவை. அவை முறையே மினரலோ கோட்டிகாய்டு, குளுக்கோ கோட்டிகாய்டு, ஆன்ட்ரோஜன் ஆகிய மூன்று ஹார்மோன்களைச் சுரக்கின்றன. முதுகெலும்பினங்களின் மற்ற வகுப்புகளில் அட்ரீனல் கார் டெக்ஸ் மேற்சொன்னவாறு அடுக்குகள் உள்ளனவாக இல்லை. மினரலோ கோட்டிகாய்டு இரத்தத்தில் உப்புகள்—நீர் சம அளவினைப் பாதுகாக்கின்றது. பாலூட்டிகளில் இந்த ஹார் மோன் குறையுமானால் இரத்தத்தில் சோடியம், குளோரைடு, பைகார்பனேட் போன்ற உப்புகளின் அளவு குறைந்துவிடுகிறது. இதன் காரணம் சிறுநீரகங்கள் மேற்சொன்ன உப்புகளைக் கிரகித்துக் கொள்வதுதான். பொட்டாசியத்தின் அளவு அதி கரிக்கின்றது. இதன் காரணம் செல்களிலிருந்து கசிந்து இரத்தத்தில் சேர்வதால்.

குளுக்கோ கோர்டிகாய்டு ஹார்மோன்கள் கொழுப்பு, புரதம் போன்றவற்றிலிருந்து கிளைக்கோஜன் உண்டாவதற்குத் துணை புரிகின்றன. செல்களினுள் புரதம் அதன் தளப் பொருட்களாகக் குறைகின்றது. கொழுப்பு அதன் தளப் பொருளாகக் குறைந்து கிளைக்கோஜனாக மாற்றப்படுகிறது. செல்களின் ஓரப் பகுதியில் உபயோகப்படுத்தப்படும் குளுக்கோசும் குறைக்கப்படுகிறது.

மேற்சொன்ன மாற்றங்களுக்கு அதிக அளவில் குளுக்கோ காட்டி காய்டு ஹார்மோன்கள் தேவை. மேலும் இம்மாற்றங்களால் விலங்குகள் எத்தனை அளவுபயன்படுகின்றன என்பது தெரிய வில்லை

மேலே குறிப்பிட்டவாறு மாவுப் பொருட்களின் வளர்சிதை மாற்றத்தில் பிட்யூட்டரி சுரப்பியின் அடினோ ஹைப்போ பைசிசும், லாங்கர் ஹென் அய்லெட்டுகளும் பெரிதும் பங்கு கொள்கின்றன என்று தெரிகிறது. (படத்தில் அடிப்பகுதியில் குறிக்கப்பட்டிருக்கிறது). பிட்யூட்டரியை அகற்றும்பொழுது இரத்தத்தில் சர்க்கரை குறைகிறது. இதனால் மாவுப் பொருட் களிலுள்ள சர்க்கரையைப் பயன்படுத்த வேண்டியதிருக்கிறது. அடினோ ஹைப்போ பைசிசில் உண்டாகும் ஹார்மோன் குளுக் கோஸ் பயன்படுவதைத் தடுக்கின்றது என்பதுதான் இதன் காரணம். இதனால் அடினோ ஹைப்போபைசிசில் உண்டான ஹார் மோன் இன்சுலினுக்குப் புறம்பாக வேலை செய்கின்றது என்றும் தெரிகிறது. காரணம் இன்சுலின் திசுக்கள் குளுக்கோசைப் பயன் படுத்துவதை ஊக்குவிக்கும் ஹார்மோனாகும். லாங்கர்ஹென் அய்லெட்டை அகற்றும்பொழுது இன்சுலின் குறைவால் அல்லது இல்லாததால் இரத்தத்தில் சர்க்கரையின் அளவு அதிகரிக் கின்றது. அதனால் திசுக்களுக்கு வேண்டிய சக்தியைக்கொழுப்பி லிருந்துதான் பெறவேண்டியதிருக்கிறது. இன்சுலின் ஹார்மோனை உடலில் ஏற்றுவதால் சர்க்கரை சிறுநீர் வழியாக வெளியேற்றப் படுவது நிறுத்தப்படுகிறது. மேலும் மாவுப் பொருட்கள், கொழுப்புகள் இரண்டின் வளர்சிதை மாற்றங்களும் திரும்பவும் செயல்பட ஆரம்பிக்கின்றன.

பொதுவாகத் தைராக்சின் என்ற தைராய்டு ஹார்மோன் ஆக்சிகரணி வளர்சிதை மாற்றத்தைத் தூண்டுகிறது. அது பாஸ்போ ரிலேஷன் நடைபெறும்பொழுது செல்லில் சக்தியை மாற்றுதலில் ஈடுபடுகிறது. அதாவது பாஸ்போ ரிலேஷனில் ஈடுபட்டுள்ள நொதிகளைச் சக்தி குறைவுள்ளதாக்குகிறது (கட்டுப் படுத்துதல்-Inhibition).

அட்ரீனலின், அட்ரீனல் மெடுல்லாவில் உண்டாகும் ஹார் மோன். அது கல்லீரலில் இருக்கும் கிளைக்கோஜனை அதன் தளப் பொருளாக்கி (குளுக்கோஸ்) ஆக்சிகரணப்படுத்துவதற்குத் தயார் செய்கின்றது. இதில் அட்ரீனலின் நார் அட்ரினலைவிட (Nor Adrenaline) நான்கு பங்கு அதிக சக்தியுடன் வேலை செய்கின்றது. இதனால் அடினிலிக் (Adenylic) என்ற அமிலம் உண்டாகிறது. இந்த அமிலம் பாஸ்போரிலேஷனைத் தூண்டுவதற்குப் பயன் படுகிறது.

பீனியல் சுரப்பி

பீனியல் சுரப்பி மிகவும் சிறியதாக மூளைக்கு அடிப்பக்கத்தில் டயன் செஃபலானில் இருக்கும். மனிதனில் சிறு வயதில்தான் பீனியல் சுரப்பி காணப்படும். ஏழாவது வயதிற்குப் பிறகு அது மூளையின் உள் நோக்கி வளர்ந்து நார் போன்ற தோற்றம் அளிக்கிறது. பருவம் அடைந்த பிறகு பீனியல் சுரப்பி முழுவதுமாக மறைந்து விடுகிறது. 7 வயதிலிருந்து 12 வரை உள்ள சிறு பையன்கள் சிலர் இனப்பெருக்க உறுப்பு வளர்ச்சி பெற்றுப் பிஞ்சில் பழுத்தவர்களாக இருப்பார்கள். மேலும் உடல் வளர்ச்சியும் பெற்றிருப்பார்கள். இப்படிப்பட்டவர்களின் பீனியல் சுரப்பியில் அல்லது அதற்கு அருகில் புண் தோன்றியிருக்கப் பார்த்திருப்பதாக விர்சோவ் (Virchow) கூறியிருக்கின்றார். ஹோரக்ஸ் (Horrax) பீனியல் உறுப்பை அகற்றுவதால் விலங்குகள் பருவம் அடைவதில்லை என்று சில பரிசோதனைகள் செய்து கூறியுள்ளார். பீனியல் சுரப்பியை உணவாகக் கொடுக்கும் பொழுது அவை சீக்கிரமாகப் பருவமடைந்து விடுகின்றன என்று மக்கோர்டு Mccord) கண்டுபிடித்தார்.

ரவுண்ட்ரீ (Rowntree) யும் அவரைச் சேர்ந்தவர்களும் தைமஸ் சுரப்பிக்குப் பரிசோதனைகள் செய்தது போன்று பீனியல் உறுப்பிற்கும் செய்து பார்த்தார்கள். எலிகள் பிறந்த சில நாட்களில் அதற்கு ஒழுங்காகப்பீனியல்சுரப்பியின் சாற்றை உடலினுள் செலுத்தினார்கள். சில பரம்பரைகளுக்குப்பின் அவை சீக்கிரமாகப் பருவம் அடைந்துவிடுகின்றன என்று கண்டார். அதனால் இளம் வயதில் பீனியல் சுரப்பி பருவம் அடையத் துணை செய்கிறது என்று கொள்ளலாம்.

ஹார்மோன் வகைகளும் அவற்றின் வேலைகளும் அட்டவணையாகக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன

	ஹார்மோன்	சுரக்கும் இடம்	ஹார்மோன் வகை	பொதுவான வேலைகள்
1.	சொமட்டோட்ரோபிக் ஹார்மோன்கள்	அடினோ ஹைப்போபைசிஸ்-பார்ஸ்டிஸ்டாலிஸ்	புரதம்	1. புரதம் உண்டாவதைத் தூண்டுகிறது. 2. அமினோ அமிலங்களின் அழிவு மாற்றங்களைக் குறைக்கின்றது. 3. இளம் உயிரிகளின் வளர்ச்சியைத் தூண்டுகிறது. 4. எலும்பு வளர்ச்சியை அதிகமாக்குகிறது. 5. பாலூட்டிகளின் பால் சுரப்பிகளில் பால் உண்டாவதில் பங்கு கொள்கிறது.
2.	தைராய்டைத்தூண்டும் ஹார்மோன் (TSH)	அடினோ ஹைப்போபைசிஸ்-பார்ஸ்டிஸ்டாலிஸ்	கிளைக்கோ புரதம்	தைராய்டு சுரப்பியைத் தூண்டுகிறது.
3.	அடினோ கார்டிகோட்ரோபிக் ஹார்மோன் (ACTH)	பிட்யூட்டரி	பாலிபெப்டைடு	அட்ரீனல் கார்டெக்சைத் தூண்டுகிறது.
4.	ஃபாலிக்கிளைத்தூண்டும் ஹார்மோன் (FSH)	அடினோ ஹைப்போபைசிஸ்-பார்ஸ்டிஸ்டாலிஸ்	கிளைக்கோ புரதம்	1. பாலிக்கிள் வளர்ச்சியை அதிகரிக்கச் செய்கின்றது. 2. விந்து முதிர்தலை ஊக்குவிக்கின்றது.
5.	லூட்டினைசிங் ஹார்மோன் (LH)	அடினோ ஹைப்போபைசிஸ்-பார்ஸ்டிஸ்டாலிஸ்	கிளைக்கோ புரதம்	ஈஸ்ட்ரோஜென், புரோகெஸ்டிரான் போன்ற ஹார்மோன்களை முட்டையகத்தில் சுரப்பதற்குத் தூண்டுகிறது.

ஹார்மோன்	சுரக்கும் இடம்	ஹார்மோன் வகை	பொதுவான வேலைகள்
6. லூட்டியோட்ரோபிஃக் ஹார்மோன் (LTH)	அடினோ ஹைப்போபைசிஸ்-பார்ஸ்டிஸ்டாலிஸ்	—	1. கார்பஸ்லூட்டியத்தைப் பராமரித்துக் கொள்கிறது. 2: ஹைப்போதாலமசை ஒழுங்கு படுத்துகின்றது.
7. தைராக்சின்	தைராய்டு சுரப்பி	அயோடின் கலந்த (65%)அமினோ அமிலம்	1 வளர்சிதை மாற்றத்தை அதிகரிக்கின்றது. 2. மயிர், எலும்பு வளர்ச்சிக்குத் துணை செய்கின்றது. 3. மாவுப் பொருட்கள் உடலோடு சேருவதற்குத் துணை செய்கிறது 4. அட்ரீனல் சுரப்பியைச் செயல்படத்தூண்டுகிறது.
8. பக்க தைராய்டு ஹார்மோன்	பக்க தைராய்டு	பெப்டைடு	1. எலும்பிலிருந்து கால்சியம் உப்பைக் குறைக்கச்செய்கின்றது. 2. சிறுநீரகங்கள் வழியாகப் பாஸ்பேட்டை வெளியேற்றச் செய்கின்றது.
9. கார்டிசால்	அட்ரீனல் கார்டெக்ஸ் —நடு அடுக்கு	உப்பு ஸ்டீராய்டு	தவளையின் தோலில் சோடியம் அயனிகளைக் கடத்துவதற்குப் பயன்படுகிறது.
10. கார்டிசோன்	அட்ரீனல் கார்டெக்ஸ் —நடு அடுக்கு	குளுக்கோ ஸ்டீராய்டு	1. மாவுப் பொருட்களின் வளர்சிதை மாற்றத்தைத் தூண்டுகிறது. 2. கல்லீரலில் புரதத்திலிருந்து கிளைக்கோஜன் உண்டாவதற்குத் துணை புரிகின்றது.
11. ஆல்டோஸ்டீரான்	அட்ரீனல் கார்டெக்ஸ் —வெளி அடுக்கு	உப்புஸ்டீராய்டு	சோடியம் அயனிகளைச் சிறு நீரகக் குழாய்களுக்கிடையே கடத்துவதற்குத் துணை புரிகின்றது.

	ஹார்மோன்	சுரக்கும் இடம்	ஹார்மோன் வகை	பொதுவான வேலைகள்
12.	கார்டிகோஸ்டீரான்	அட்ரீனல் கார்டெக்ஸ் —உள் அடுக்கு	ஸ்டீராய்டு	புற அழிவு மாற்றத்தைத் தூண்டுகிறது. மாவுப் பொருட்களின் வளர்சிதை மாற்றத்தைத் தூண்டுகிறது.
13.	அட்டீரலின் அல்லது சூப்ராரெனின்	அட்ரீனல் மெடுல்லா	மெத்தில்அமினோ டைபீனல்	இதயத் துடிப்பை அதிகரிக்கச் செய்கின்றது. இதயத் தசையை வேகமாகச் சுருங்கச் செய்கின்றது. வயிற்றுத் தசையின் வேகத்தைத் குறைக்கின்றது. கண்மணியை அதிகம் திறக்கச் செய்கின்றது.
14.	குளுக்கோகன்	அய்லெட்டுகள் (α-செல்கள்)	பாலிபெப்டைடு	இரத்தத்தில் குளுக்கோசின் அளவை அதிகரிக்கன்றது. (இன்சுலினுக்கு மாறுனது).
15.	இன்சுலின்	அய்லெட்டுகள் (β-செல்கள்)	பாலிபெப்டைடு	குளுக்கோசிலிருந்து கிளைக்கோஜன் உண்டாவதற்கும் குளுக்கோஸ் செல்லினுள் புகவும் தூண்டுகிறது. அமீனோ அமிலங்கள் உண்டாவதை ஊக்குவிக்கின்றது.

ஹார்மோன்	சுரக்கும் இடம்	ஹார்மோன் வகை	பொதுவான வேலைகள்
16. ஆன்ட்ரோஜென்	விந்தகம்	—	1. துணை இனப் பெருக்க உறுப்புகளை வளர்ச்சியுறச் செய்கின்றது. 2. புரதம் உற்பத்தியாவதில் உதவி செய்கின்றது. 3. அட்ரீனல் சுரப்பி ஹார்மோன்களைத் தூண்டுகிறது. 4. இரத்த ஓட்டத்தை ஒழுங்குபடுத்துகிறது. 5 தோல் சுரப்பிகளைச் செயல்படச் செய்கின்றது,
17. ஈஸ்ட்ரடியோல் ஈஸ்ட்ரோன் (ஈஸ்ட்ரோஜன்)	முட்டையகம்	—	1. இனப் பெருக்க உறுப்புகளின் வளர்ச்சிக்கு உதவுகின்றது. 2. கருப்பையின் எண்டோமெட்ரியம் வளருவதற்கும், மயோமெட்ரியத்தின் சுரப்பிகள் வளருவதற்கும் துணை செய்கின்றது. 3. முட்டை நாளங்கள் வளர்ச்சி முழுமையாவதற்குத் துணை செய்கின்றது.
18. புரோகெஸ்டீரான்	முட்டையகம் கார்பஸ்லூட்டியம்	—	1. கருப்பையில் எண்டோமெட்ரியம் செயல்படத் தூண்டுகிறது. 2. மயோமெட்ரியத்தைக்கட்டுப்படுத்துகின்றது. 3. புணர் புழையின் கோழைச் செல்கள் வழுவழுப்பாகச் செயல்புரிகின்றது.
19. கோரியானிக் கோனடோட்ரோபின்	தாய்சேய் இணைத்திசு	—	பிள்ளைப்பேறு காலத்தில் முட்டையகத்தில் பயனுள்ளதாக உள்ளது.

14. விலங்குகளின் ஒழுகலாறு

விலங்குகள் பல சூழ்நிலைகளில் வசிக்கின்றன. அவை சூழ்நிலையின் பல காரணிகளுக்கும் தகவமைத்தும் மாற்றங்களுக்கு ஏற்றவாறு வேறுபட்டும் வாழ்கின்றன. இவ்வாறு சூழ்நிலையின் காரணிகளுக்கும் மாற்றங்களுக்கும் ஏற்பத் தகவமைத்து ஒழுகியிருப்பதை விலங்குகளின் ஒழுகலாறு என்று அழைக்கிறோம். ஒழுகலாற்றின் செயலியல் நரம்பு மண்டலத்துடன் தொடர்பு கொண்டது. நரம்பு மண்டலத்தின் வளர்ச்சியைப் பொருத்துதான் விலங்குகளின் ஒழுகலாற்றுத் தன்மை இருக்கும். உணர்ச்சியின் தூண்டுதலினால் நரம்பு மண்டலம் செயல்படுகின்றது. செயல்கள் சூழ்நிலையின் காரணிகளுக்கும் மாற்றங்களுக்கும் ஏற்றவாறு ஒழுகியிருந்தால் அவை ஒழுகலாறு எனப்படும். ஒரு செல் அமீபாவிலிருந்து படித்து அறிந்த மனிதன்வரை சூழ்நிலையைத் தழுவித்தான் வாழ வேண்டியதிருக்கின்றது. சில விலங்குகள் நிலைத்து வாழ்வன. மற்றவை இடப்பெயர்ச்சி செய்து திரிவன. சில விலங்குகள் தனித்து வாழுகின்றன. சில விலங்குகள் நீரில் வசிக்கின்றன. மற்றவை நிலத்தில் வாழ்கின்றன. இவ்வாறு வாழும் முறைகளும் வாழ்தளங்களும் (Substratum) வேறுபடுவதால் ஒழுகலாறும் வேறுபடும்.

ஒழுகலாறு வாழ்க்கையை நடத்திச் செல்கின்றது என்று சொல்லலாம். ஒழுகலாறு ஒரு விலங்கின் உணவு சேமிப்பு, புகலிடம், வளர்ப்பிடம் போன்றவற்றைத் தேடுவதிலும் நிலை பெற்றிருப்பதிலும் பங்கு கொள்கிறது. ஒழுகலாறு ஒரு விலங்கின் சுற்றியுள்ள உயிருள்ள, உயிரற்ற பொருட்களின் தன்மைகளுக்கேற்றவாறு இருக்கும். சிட்டுக்குருவிகள் குளிராக இருக்கும் பொழுது இறக்கைகளை அடித்துக் கொள்கின்றன. தத்துக்கிளி சூரிய ஒளியை நோக்கிப் பறக்கின்றன. வௌவால்கள் குளிர் காலத்தில் உறக்கம் (குளிர் கால உறக்கம்) கொள்கின்றன. எறும்புகள், தேனீக்கள், கரையான்கள், எல்லாம் கூட்டமாக வாழுகின்றன. கால்நடைகள் கூட்டமாக மேய்கின்றன. வண்ணத்துப்பூச்சிகள் பூக்கள் அதிகம்உள்ள இடங்களிலேயே காணப்படுகின்றன. கடல் சாமந்திகள் தொடு உணர்ச்சி பெற்றால் சுருங்கிக் கொள்கின்றன. நண்டுகள் வளைகளில் வசிக்

கின்றன. மேற்சொன்ன எல்லாம் ஒழுகலாற்றின் வெவ்வேறு நிகழ்ச்சிகள்.

ஒழுகலாற்றின் வகைகள்

ஒழுகலாறு நரம்பு மண்டலத்தைப் பொருத்து சிறப்பெய்து விளங்கும். அதனால் நரம்பு மண்டலம் குறைவாக வளர்ச்சி அடைந்த விலங்குகளில் ஒழுகலாறு முன்னேற்றம் அடையாமலும் அது சிறப்பாக வளர்ச்சி பெற்றதில் ஒழுகலாறும் சிறப்பாக இருக்க அறிய முடிகின்றது. விலங்குகளில் ஒழுகலாறு மூன்று வகைப்படுகிறது

1. ஒரே போக்கான (Stereotyped)
2. கற்றறிதல் (Learning)
3. உண்மையறிதல் (Reasoning)

மேற்சொன்ன மூன்று வகை ஒழுகலாற்றையும் தனித்தனியே ஆராய்வோம்.

1. ஒரே போக்கான ஒழுகலாறு: ஒரே போக்கான உணர்வுச் செயல் என்பது ஒரு தூண்டுதலுக்கு ஒரு விலங்கு உடன் செயல் படுவதாகும். அல்லது பல தூண்டுதல்களுக்குப் பல இயல்புகளால் விலங்கு செயல்படுவதாகும். ஒரே போக்கான ஒழுகலாறு திரும்பவும் மூன்று வகைப்படும். அவை (1) டாக்சிஸ் (Taxes) (2) அனிச்சைகள் (Reflexes), (3) இயல் ஊக்கம் (Instinct) என்பனவாகும்.

டாக்சிஸ் (Taxes) : டாக்சிஸின்போது ஒரு உயிரி தூண்டு தலுக்குச் செயல்படுகின்றது. ஒரு தூண்டுதலை நோக்கியோ அல்லது எதிர்த்தோ உயிரி செயல்படலாம். அல்லது ஒரு தூண்டுதலை வாங்கியவுடன் அதற்கு நேராகச் செல்லாது ஆங்காங்கே அலைந்து சில சூழ்நிலைக் காரணிகளை வளர்த்தும், விலகியும் பிறகு தூண்டுதலுக்குச் செயல்படுவதும் உண்டு, டாக்சிஸ்தான் ஒழுகலாறுகளில் மிக எளிமையான செயலாகும். டாக்சிஸின்போது தூண்டல் ஒரே முகமாக இருக்கவேண்டும். மேலும் விலங்குகளின் உணர்ச்சி வாங்கிகள் உணர்ச்சிகளைச் சம அளவில் கிரகித்துக்கொள்ள வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு திசையில் ஒளியை ஒரு பூச்சி பார்க்கிறது என்று வைத்துக் கொள்வோம். ஒளியைப் பூச்சியின் கண்கள் அறியமுடிகின்றன. இரண்டு கண்களுக்கும் ஒரே அளவான தூண்டல்களைப்

பெறுகின்றன. அதனால் பூச்சியின் இயக்கம் ஒரே போக்காக இருக்கும். பூச்சியின் ஒரு கண்ணை அகற்றியோ அல்லது வண்ணத்தைப் பூசியோ மறைத்துவிடுவோம். இப்பொழுதும் அந்தப் பூச்சி ஒளியை நோக்கித்தான் செல்ல முயலுகின்றது. ஆனால் இரு கண்களும் ஒரே அளவான உணர்ச்சிகளைப் பெறவேண்டும் என்பதற்காக அது ஒரு பக்கம் சாய்ந்து செல்கின்றது. அதனால் அப்பூச்சி வட்டமடித்துக் கொண்டு செல்லவேண்டியதிருக்கின்றது. இவ்வாறு ஒரு தூண்டுதலுக்காக அந்த தூண்டுதல் புலன்படுகிற திசையை நோக்கிச் செல்ல முயல்வது அல்லது இயங்க முயல்வது டாக்சிஸாகும். சுருக்கமாகச் சொன்னால் டாக்சி என்பது ஒரு தூண்டப்பட்ட போக்கு அல்லது அசைவு. இப்போக்கில் உயிரிகள் மிக எளிமையாகவும் இயல்பாகவும் சூழ்நிலைக்கேற்றவாறும் நடந்துகொள்ளுகின்றன.

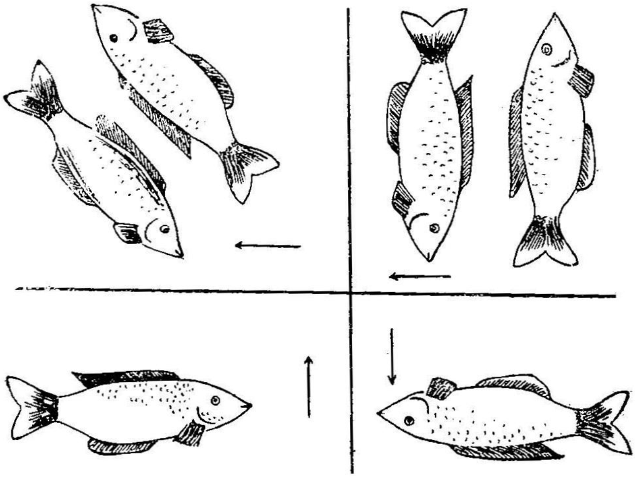
ஒரு தூண்டுதலுக்கு ஒரு விலங்கு பொதுவாக செயல்படுகின்றது. ஆனால் செயல்படுவது தூண்டுதலை நோக்கியும் இருக்கலாம். அல்லது தூண்டுதலுக்கு விலகியும் இருக்கலாம். தூண்டுதலை நோக்கி ஒரு டாக்சிஸ் செயல்பட்டால் அது நேர் டாக்சிஸ் என்றும் எதிராக இருந்தால் குறிப்பிட்ட செயல் எதிர் டாக்சிஸ் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. டாக்சிஸ்கள் அவற்றின் தூண்டுதல் பொருத்தும் பெயரிடப்படுவதுண்டு. எடுத்துக் காட்டாக வேதிய டாக்சிஸ், ஒளி டாக்சிஸ், புவி டாக்சிஸ் (Chaemo Taxis, Photo Taxis, Geo Taxis) ஆகியவற்றைச் சொல்லலாம்.

மீன்கள் ஒளிவரும் திசைக்கேற்றவாறு நெருங்கியோ விலகியோ செல்லுகின்றன. ஒளி பக்கங்களிலிருந்து வருவதாக வைத்துக் கொண்டால் சில மீன்கள் மேல் நோக்கியோ அல்லது கீழ்நோக்கியோ செல்ல முயற்சிக்கின்றன.

இந்த ஆய்வில் மீன்கள் புவி ஈர்ப்பை உணரக்கூடிய உட்காதை நீக்கிவிட்டால் அவை தலைகீழாகவும், தலைமேலாகவும் நீந்துகின்றன. ஒளி கீழிருந்து உண்டானால் மீன் மல்லாந்தும், நீந்துகின்றன (படம் 83).

எல்லா டாக்சிஸ்களும் எளிமையானவையல்ல. சில டாக்சிஸ்கள் சூழ்நிலையைப் பொருத்தோ தூண்டுதலைப் பொருத்தோ சிறிது சிக்கலாக இருக்கலாம். எடுத்துக் காட்டாக மேலே குறிப்பிட்ட மீன்கள் இரையைத் தேடி நீந்திக் கொண்டிருந்தால் அவற்றின் ஒழுகலாற்றில் சில மாற்றங்கள் தென்படலாம். இரையைப் பிடிக்க வேகமாக நீந்தலாம். அல்லது மெதுவாக

நீந்தலாம். அல்லது ஒளியின் தன்மைக்கேற்றவாறு ஒழுகலாற்றில் ஈடுபட இரையைத் தேடி நீந்துவதை நிறுத்தலாம்.



படம் 83
வெவ்வேறு திசைகளிலிருந்தும் வரும் ஒளிக்காக மீன்களின் டாக்சிகள். ஒளிவரும் திசை அம்புக்குறியால் காட்டப்பட்டுள்ளது. இடது பக்க முள்ள மீன்கள் சாதாரண நிலையில் உள்ளவை. வலது பக்க மீன்களில் உள்காது நீக்கப்பட்டுள்ளது.

அனிச்சைகள்: அனிச்சைச் செயல்களும் டாக்சிஸ் போன்றவை தான். அவை இயல்பாக விலங்குகளில் நடைபெறுகின்றன. டாக்சிஸ் போன்ற ஒழுகலாற்றுச் செயல்கள் உயிரிகளின் முழு உடலிலும் ஏற்படுவன. ஆனால் அனிச்சைகள் உடலின் ஒரு பாகத்திலோ அல்லது உறுப்பிலோ நடைபெறுவன. அனிச்சைகளைப் பற்றி லோயப் (Loeb) விளக்கமாக அறிந்துள்ளார். அனிச்சைச்செயல்கள் அனிச்சை வில்லின் (Reflex Arc) செயலால் உணரப்பட்டு செயல்படுகின்றன.

அனிச்சைச் செயல்களை விளக்கப் பல எடுத்துக்காட்டுகளைச் சொல்வதுண்டு. குதிகால் நரம்பினை வேகம் கொண்டு தாக்கும் பொழுது காலை இழுத்துக்கொள்கிறோம். தவளையில் மூளைக்கும் தண்டுவடத்திற்கும் உள்ள தொடர்பினை வெட்டிவிட்டு அதன் ஒரு பின்னங்கால் விரல்களை ஒரு கழி கொண்டு தாக்கினால் கால் முழுவதுமாக இழுத்துக்கொள்ளும். மேலும் அது அடுத்த காலைக் கொண்டு நமது கையிலுள்ள கழியை அகற்ற முயலும். இச்செய்கை மூளையின் தொடர்பின்றியும், பல தசைகள் நரம்புச் செல்களின் கூட்டுச் செயலாலும் நடைபெறுகின்றது.

அனிச்சைச் செயல்கள் வேகம் மிகுந்தது. ஒரு கூர்மையான முள் நம் காலில் குத்திவிட்டாலும் உணர்ச்சி மூளையை அடைவதற்கு முன் நாம் காலை இழுத்துக்கொள்கிறோம். மேலும் கூர் முள்ளால் வலி உண்டாகும் என்று தெரிந்து காலை இழுத்துக் கொள்ளக் கூடாது என்று நினைத்தாலும், நாம் காலை இழுத்துக் கொள்வோம். சில அனிச்சைச் செயல்கள் உடலின் உட்பாகத்தில் சில முக்கியமான உறுப்புகளில் உண்டாகின்றன. எடுத்துக் காட்டாக இதயத் துடிப்பு, இரத்த அழுத்தம், செரித்தல், நீர் சுரப்பு, உணவுப் பாதையில் சில அசைவுகள் போன்றவை யெல்லாம் அனிச்சைச் செயல்களே.

இயல் ஊக்கம்: இயல் ஊக்கம், டாக்சிஸ், அனிச்சைச் செயல்களைவிட மேம்பட்டது எனலாம். இயல் ஊக்கம் விலங்கு களிடையே இயல்பாக ஏற்படுவது. உடலினுள்ளும் வெளியேயும் உண்டான தூண்டலால் நரம்பு மண்டலத்தின் நேரடித் தொடர் பால் உண்டாகும். இயல் ஊக்கச் செயல்கள் அல்லது ஒழுக லாறுகள் விலங்குகளிடையே நிறையக் காணப்படுகின்றன. பறவைக் குஞ்சுகள் தாய்ப் பறவையைக் கண்டவுடன் உணவுக் காக வாயைத் திறப்பதும், பறவைகள் இலையுதிர் காலத்தில் வலசை போதலும், அவை திரும்பவும் குளிர் காலத்தில் இருப்பிடம் வந்து கூடு கட்டுவதும் இயற்கையான செயல் களாகும். மேற்சொன்ன செயல்கள் யாவும் உடலுக்கு வெளியே அல்லது உடலினுள் உண்டான தூண்டுதல்களால் ஏற்படுவன. எடுத்துக் காட்டாக தாய்ப் பறவையைக் காணுதல் ஒரு வெளித் தூண்டலாகும். ஹார்மோன்கள் சுரந்து அவை வலசை போவதற் கான சில முன்னேற்பாடுகளை மேற்கொள்வது உடலினுள் ஏற்படும் தூண்டலாகும்.

இயல் ஊக்கத்தை அறிய ஆராய்ச்சியாளர்கள் இரு வகையில் முயன்றிருக்கின்றனர். முதல்வகையில் பறவை இயல் வல்லுநர்கள் (Ornithologists) பறவைகளின் இயல்பான பண்புகள், ஊக்கச் செயல்கள் பற்றிய ஆராய்ச்சிகளால் தெரிந்து கொண்டவை. இரண்டாவது வகையில் அமெரிக்க உடற்செயல் இயல் வல்லுநர்களும் மனோதத்துவ வல்லுநர்களும் ஆராய்ந்து கண்டவை. இவர்கள் தாகம், பசி, காம உணர்ச்சி, தூக்கம், பயம், தட்பவெப்ப ஒழுங்குபாடு ஆகியவற்றால் ஏற்படும் இயல் ஊக்கச் செயல்களை ஆராய்ந்துள்ளனர். இவர்கள் பொதுவாக பாலூட்டிகளில்தான் தங்கள் ஆராய்ச்சிகளை நடத்தி வந்தனர்.

இயல் ஊக்கச் செயல்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று தொடர்பு கொண்டவையாக இருக்கலாம். எடுத்துக் காட்டாக ஒரு மீனின்

இனப் பெருக்க இயல் ஊக்கச் செயல்கள், மற்ற செயல்களான வலசை போதல், முட்டையிடுதல் போன்றவற்றுடன் இணைந்து செயல்படுகின்றன. எடுத்துக் காட்டாக ஆண் முள் திமில் மீன் (Stickle Back) பகற்பொழுது அதிகமாக உள்ள நாட்களில் இன உறுப்புகளின் வளர்ச்சியைத் தூண்டும் ஹார்மோன்கள் அதிகம் சுரப்பதால் மீன்கள் வலசை போதலை மேற்கொள்கின்றன. வலசை போகும் இடம் பொதுவாக ஆழம் குறைந்து செடிகள் அடர்ந்த இடமாக இருக்கும். செடிகள் அதிகம் இருப்பதைக் கண்டு அவ்விடத்தில் கூடுகட்ட முயற்சிக்கின்றது. கூடு கட்டிய இடத்தில் மற்ற ஆண் மீன்களை அனுமதிப்பதில்லை. பிறகு தன்னுடைய வயிற்றுப் பகுதியை அடர்ந்த சிவந்த வண்ணமாக்கி அதன் மூலம் பெண் முள் திமில் மீனைக் கவர முயற்சிக்கின்றது. மேலும் பெண்மீனை நோக்கி வளைந்து வளைந்து செல்லுகின்றது. மேற்சொன்ன பல செயல்களுக்குப பிறகு கலவியும் முட்டையிடுதலும் நடைபெறுகின்றன.

மேற்சொன்ன இயல் ஊக்கச் செயல்கள் ஒழுங்காகவும் தொடர்ந்தும் ஏற்பட்டிருக்கின்றன. மேலும் இயல் ஊக்கச் செயல்கள் உணர்ந்தோ, உணராமலோ அல்லது உண்மைநிலை தெரிந்தோ தெரியாமலோ நடைபெறலாம். இதன் காரணம் இயல் ஊக்கச் செயல்கள் இயல்பாகவும், பல பாரம்பரியமாக வழக்கமாகவும் நடைபெறுவதுதான். மேற்சொன்னவற்றில் ஆண் முள் திமில் மீனுக்குப் பதிலாக அதைப்போன்ற பொம்மை மீனை வைத்து ஆராய்ச்சிகள் செய்து பார்க்கலாம். பொம்மை மீனை, மீனைப் போன்ற மாதிரியல்லாது ஆனால், அடிப்பக்கத்தில் சிவந்த வண்ணத்தைப் பூசிய தோற்றத்துடன் வைத்திருந்தால் மற்ற ஆண் மீன்கள் பொம்மை மீனுடன் சண்டைக்கு வருகின்றன. பொம்மை மீனுக்குப் பதிலாக ஒரு உண்மையான மீனை வைத்திருந்து, ஆனால், அந்த மீனின் வயிற்றுப் பகுதி சிவந்திராது இருந்தால் மற்ற ஆண் மீன்கள் இந்த மீனுடன் போட்டிக்கு வருவதில்லை. இதனால் வயிற்றுப் பகுதியின் சிவப்பு வண்ணம்தான் மற்ற மீன்களின் இயல் ஊக்கச் செயல்களுக்குக் காரணம் என்று தெரிகின்றது.

2. கற்றறிதல்: பழக்க வழக்கங்கள், கற்றறிதல் பெரும்பாலான விலங்குகளில் காணப்படுகின்றன. கற்றறிதல் மனிதர்களிலும் காணப்படுகின்றது என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. பழக்கங்கள் உண்டாகி அவை பயன்படக் கூடியனவாக இருந்தால் அப்பழக்கங்கள் தொடர்ந்திருக்கும். அவை பயன்படாது கெடுதி விளைவிப்பனவாக இருந்தால் அப்பழக்கங்கள் நிறுத்தப்படும். எடுத்துக் காட்டாக புலி அல்லது சிறுத்தை போன்ற விலங்குகள் ஆற்றின்

கரையோரமாக உள்ள அடர்ந்த புதரில் ஓய்வெடுத்துக் கொண்டிருக்கின்றது என்று வைத்துக் கொள்வோம். ஆற்று நீரில் கல் விழுந்த சப்தமோ அல்லது மற்றும் சிறிய விலங்குகள் நீர் அருந்தும் சப்தமோ கேட்டால் புலி உடனே எழுந்து விடும். சப்தத்திற்குக் காரணம் எது என்று தெரியவில்லையானால் அது திரும்பவும் படுத்திருக்கச் சென்றுவிடும். இவ்வாறு சப்தம் கேட்பது நீடித்தால் நான்கு அல்லது ஐந்து தடவைகள் கழித்து அது சப்தம் கேட்டும் எழுந்திருக்காது. கற்றறிதல் பலவகைப்படும். அவற்றில் மனத்துப் படித்தல்(Imprinting), பழக்கப்படுத்தல் (Habituation), நிபந்தனைக்குட்படல் (Conditioning), தவறுதிருந்த அறிதல் (Trial and Error Learning) முக்கியமானவையாகும்.

மனத்துப் படித்தல் : மனத்துப் படித்தல் என்பது இளமையிலேயே வேண்டிய பழக்கத்தினை அல்லது அறிவினை மனத்தில் பதியவைத்து கொள்ளுதல். எடுத்துக் காட்டாக பறவைகள் முட்டையைவிட்டு வெளி வந்தவுடனேயே தாய்ப் பறவையைப் பார்த்துப் பல பழக்கங்களை மனத்தில் படிய வைத்துக்கொள்ளுகின்றன. தானியங்களைக் கொத்துதல், நடப்பது போன்ற பழக்கங்களை முட்டையிலிருந்து வெளிவந்த சில நாட்களில் பழகினால்தான் அவை பழகிக் கொள்ளுமே தவிர சிறிது நாட்கள் கழித்தோ அல்லது பிறகோ பழகிக்கொள்வதில்லை.

பழக்கப்படுத்தல் : பழக்கப்படுத்தல் என்பது ஓர் உணர்ச்சிக்குத் தொடர்ந்து பழக்கப்படுவதாகும். ஓர் உணர்ச்சி அல்லது தூண்டல் முதல் தடவையாக எழும்பொழுது செயல் விரைவாகவும் நீடித்தும் இருக்கும். ஆனால், தூண்டல் தொடர்ந்து இருக்கும் பொழுது அல்லது விட்டு விட்டு நீடிக்கும் பொழுது செயலின் வேகம் குறைந்து விடுகின்றது. எடுத்துக் காட்டாக ஒரு மணியின் ஒலிக்கேற்ப ஒரு மாணவன் உடன் செயல்படுகிறானென்றால் காலப் போக்கில் மணியைக் கேட்டவுடன் செயல்படுவதில் தாமதம்கொள்கிறான். இதன் காரணம் தூண்டுதலுக்குப் பழக்கப்படுத்திக் கொள்வதேயாகும்.

நிபந்தனைக்குட்படல் : கற்றறிதலில் நிபந்தனைக்குட்படல் முக்கிய அம்சமாகும். நிபந்தனைக் குட்படலைத் தீவிரமாக ஆராய்ந்தவருள் ரஷ்ய ஆராய்ச்சியாளரான பாவ்லோவ் முக்கிய பங்கேற்கிறார். அவர் நிபந்தனைக் குட்பட்ட அனிச்சைச் செயல்களைப் பல ஆராய்ச்சிகள் மூலம் விளக்கியுள்ளார். அவர் நிபந்தனைக்குட்பட்ட அனிச்சைச் செயல்களை விளக்கும் ஒரு சோதனை செய்தார். அவரின் ஆய்வுச் சாலையில் ஒரு நாய்க்குக் காய்ந்த இறைச்சித் துகள்

களை வாயினில் புகட்டினார். இறைச்சித் துகள்களைப் பார்த்ததும் நாய்க்கு உமிழ் நீர் சுரக்கும். உமிழ் நீர் சுரக்கும் அளவினை நாயின் உமிழ் நீர் சுரப்பியோடு அமைக்கப்பட்டுள்ள கருவியின் மூலம் அளவிட்டார். பிறகு ஒரு மணியை அடித்து அதன் பிறகு சில விநாடிகளில் உணவினைக் கொடுத்துப் பழக்கப் படுத்தினார். மணி ஒலி கேட்டதும் நாய்க்கு உமிழ் நீர் சுரக்கும். மேற்சொன்ன பரிசோதனையில்

உமிழ் நீர் சுரப்பது —நிபந்தனைக்குட்பட்ட அனிச்சைச் செயல் (CR)

மணி ஒலிப்பது —நிபந்தனைக் குட்பட்டதூண்டல் (CS)

உணவினைப் பார்த்து உமிழ் நீர் சுரப்பது } நிபந்தனைக்குட்படாத அனிச்சைச்செயல் (UCR)

காய்ந்த இறைச்சித் துகள்கள் } நிபந்தனைக்குட்படாத ஒரு தூண்டல் (UCS)

மேற்சொன்ன பரிசோதனையில் நிபந்தனைக் குட்படாத தூண்டுதல் (இறைச்சித் துகள்கள்) முதலிலும் நிபந்தனைக்குட்பட்ட தூண்டுதல் (மணி ஒலிப்பது) இரண்டாவதுமாக இருந்தால் செயல் மிகக் குறைவாக இருக்கும். மணி ஒலிப்பது முதலிலும் இறைச்சித் துகள்களைக் கொடுப்பது இரண்டாவதுமாக இருந்தால் நிபந்தனைகளைக் குறிப்பாகச் சொல்ல முடிவதில்லை. ஆனால், மணி ஒலிப்பதும் இறைச்சித் துகள்களைக் கொடுப்பதும் இணைந்து செயல்பட்டால், நிபந்தனைக்குட்பட்ட அனிச்சைச் செயலின் வேகம் தொடர்ந்திருக்கும். மாறாக நிபந்தனைக்குட்பட்ட தூண்டலான மணிஒலிப்பது மட்டும் தொடர்ந்திருந்தால் நிபந்தனைச்குட்பட்ட அனிச்சைச் செயல் குறைந்து கடைசியில் இல்லாதும் போய்விடும். அதனால் நிபந்தனைக்குட்படாத ஒரு அனிச்சைச் செயல் நடைபெறுவதற்கு நிபந்தனைக்குட்படாத ஒருதூண்டுதலும் தேவை என்பதை அறியலாம். அதனால் செயல் தொடர்ந்திருக்க இறைச்சித் துகள்கள் போன்ற நிபந்தனைக்குட்படாத தூண்டுதல் ஒரு துணை வரும் பொருள் அல்லது சக்தியாகும் (Reinforcement).

நிபந்தனைகுட்படலில் பல கருவிகளைக் கொண்டு விலங்குகளின் ஒழுகலாற்றினை அறியலாம். சில கருவிகளை இயக்க விலங்குகள் பழகிக்கொள்ளலாம். அல்லது குறிப்பிட்ட சூழ்நிலையில் அறிந்துகொள்ளலாம். உதாரணமாக, ஒரு பூனை ஒரு கூண்டுக்குள் அடைபட்டுக்கிடக்கின்றது என வைத்துக்கொள்வோம். மேற்சொன்ன பூனை கூண்டிலிருந்து வெளிவர கூண்டின்

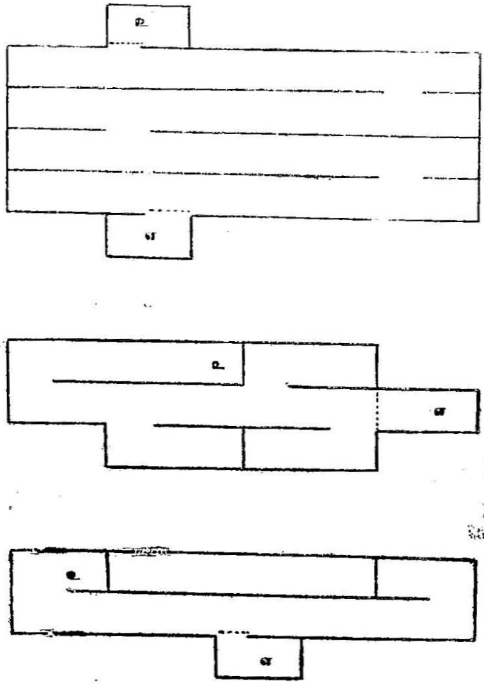
கதவினைத் திறக்க முயற்சி செய்கிறது. சில விலங்குகள் குறிப்பிட்ட வழியினில் சென்றால் அங்கு தீங்கு விளைவிக்கும் உபகரணங்கள் இருக்குமாயின் அவ்வழியினின்று விலகி வேறு வழியினில் செல்ல முயல்கின்றது. மேலே குறிப்பிட்ட ஒழுகலாறு விலங்குகளின் சூழ்நிலைக்கேற்ப உண்டாகலாம். இவ்வாறு சூழ்நிலைக்கேற்றவாறு கருவிகளை இயக்கவோ அல்லது செயல்படவோ செயல்கள் தோன்றினால் இச்செயல்கள் கருவி நிபந்தனைக்குட்படல் (Instrumental Conditioning) என்று அழைக்கப்படும். கருவி நிபந்தனைக்குட்படலில் விலங்குகள் பல செயல்களுக்குட்படுகின்றன. அச்செயல்களில் முக்கியமானதும் காப்பதுமாக இருப்பதே துணைவரும் பொருள் அல்லது சக்திச் செயல் ஆகும். துணை வரும் பொருள் அல்லது சக்திச் செயல் தொடர்ந்திருக்கும் பொழுது குறிப்பிட்ட விலங்கு கருவி நிபந்தனைக்குட்படலில் வெற்றி பெறுகின்றது. கருவி நிபந்தனைக்குட்படலில் பலவகை உண்டு. ஒரு விலங்கு உண்ணுவதற்கான உணவினைப் பெறுவதற்கு ஒரு கருவியின் கொண்டியை நீக்கவோ அல்லது தள்ளவோ செய்து உணவினைப் பெற்றால் அது பரிசுப் பயிற்சியாகும் (Reward Training). சில அபாயங்களிலிருந்து தப்பிச் செல்வதற்கு, அல்லது தவிர்க்கச் செய்வதற்குச் செயல்படும் செயல்கள் தப்புவதற்கான பயிற்சியாகும் (Escape Training.)

தவறுதிருந்த அறிதல்: தவறு—திருந்த அறிதல் விலங்குகளிலும் மனிதர்களிலும் அன்றாட வாழ்க்கையில் காண முடிகின்றது. ஒரே மாதிரியான இரண்டு அறைகள் அல்லது வெவ்வேறு அளவுடைய அல்லது வாசல்களையுடைய இரண்டு அறைகளினுள் ஒன்றில் ஒருபொருள் வைத்திருக்கின்றது. குறிப்பிட்ட பொருள் எந்த அறையில் வைத்திருக்கின்றது என்று தெரியாதபொழுது அந்த அறை எது என்று பாராது இரண்டு அறைகளில் ஒன்றில் நுழைந்து பார்க்கிறோம். குறிப்பிட்ட பொருள் முதல் அறையில் இல்லையென்றால் இரண்டாவது அறையில் தேடுகிறோம். முதல் அறையில் இல்லையென்றால் ஏமாற்றம் கொள்கின்றோம். அல்லது சில வேளைகளில் இன்னல்களும் ஏற்படலாம். இரண்டாவது அறையில் தேடும்பொழுது பொருள் இருப்பது பார்த்து திருப்தி கொள்கிறோம்.

விலங்குகளில் தவறு திருந்த அறிதல் எவ்வாறு செயல்படுகின்றது என்பதைப் பல சோதனைகள் மூலம் அறியலாம்.

வட்ட வடிவமுள்ள இரண்டு கதவுகளில் ஒன்று கருப்பு வண்ணம்பூசியும், மற்றது வெள்ளை வண்ணம்பூசியும் உள்ளது.

கருப்பு வண்ணக்கதவு எப்பொழுதும் திறந்தும் வெள்ளை வண்ணக் கதவு எப்பொழுதும் அடைத்தும் வைக்கப்பட்டுள்ளன. இவை இரண்டும் இடப்பக்கம் அல்லது வலப்பக்கம் உள்ளனவா என்பது பற்றிக் கருத்து வேறுபாடு கொள்ள வேண்டியதில்லை. இவ்விரண்டு கதவுகளையும் பார்த்து அவற்றின் எதிரே உள்ள எலி எந்தக் கதவினை நோக்கிப் பாய்ந்தால் உண்ண உணவு கிடைக்கும் என்பது அறியாது விழிக்கின்றது.



படம் 84

தவறு திருந்த அறிதலை விளக்குவதற்கான குழப்பவழிகளைக்கொண்ட மூன்று நிலை படங்கள். உ. உணவு உள்ள இடம் எ. எலி புறப்படும் இடம்

தவறு திருந்த அறிதலை விளக்குவதற்குக் குழப்ப வழிகளைக் கொண்ட கருவிகளை (Maze) அல்லது இடங்களைப் பரிசோதனைப் பொருட்களாக வைத்து ஆராய்தலும் உண்டு. இக்கருவிகளின் ஓரிடத்திலிருந்து குறிப்பிட்ட ஒரு விலங்கு புறப்பட்டு உணவு கிடைக்கும் மறைவிடத்தை அடைய அது பல வழிகளிலும்

முன்னேக்கிச் செல்லும். எடுத்துக் காட்டாக சோதனைக்குட் படுத்தப்பட்ட விலங்கு ஒரு எலி என்று வைத்துக் கொண்டால் அந்த எலி கண்ணுக்குத் தெரிந்ததைக் கொண்டு புலன் அறிந்து கொண்டு செல்லலாம். அல்லது நுகர்ந்து பார்த்து உணவு இருப்பிடத்தைக் கண்டறியலாம் (படம் 84).

தவறு திருந்த அறிதலைத் தெரிந்து கொள்ள ஸ்கின்னர் (Skinner) என்ற அறிவியலாளர் ஒரு பெட்டி செய்தார். அந்தப் பெட்டியில் உள்ள ஒரு கழியை அழுத்தினல் உணவுள்ள ஒரு சிறிய பாத்திரம் தென்படும். ஒரு எலியைப் பெட்டியினுள் அடைத்து வைத்து அது செயல்படுவதைக் கவனிப்போம். அது கழியை அழுத்தும் பொழுது உணவு தென்படுகிறது. அதனல் கழியை அழுத்தினல் உணவு கிடைக்கும் என்று தெரிந்து கொள்கிறது. எலி கழியை அழுத்தும்பொழுது அதன் செயலைத் தானியங்கும் விசை ஒன்று செயல்படுத்துகின்றது. உணவு கிடைப்பதை நிறுத்தி விட்டால் எலி கழியை அழுத்துவதையும் நிறுத்திக் கொள் கின்றது. வெளிச்சம் உள்ளபோதுதான் (மின்சார பல்பு பெட்டி யினுள் எரியும் பொழுது) உணவு கிடைப்பதற்கு வழி செய்தால் எலியும் பெட்டியினுள் இருட்டுச் சூழ்நிலையில் கழியை அழுத்து வதில்லை. அதிலிருந்து எலி பழக்கத்தில் வெளிச்சம் உள்ள நேரத் திற்கும் அது இல்லாத நேரத்திற்கும் உள்ள வேறுபாட்டை அறிந்து கொள்கிறது என்று முடிவு செய்யலாம்.

3. **உண்மையறிதல்;** உண்மையறிதல் விலங்குகளின் ஒழுக லாற்றில் முன்னேற்றம் அடைந்த செயல் என்று சொல்லலாம். பொதுவாக உண்மையறிதல் முன்னேற்றமடைந்த விலங்குகளில் உடனடியாகவும் பின்தங்கிய விலங்குகளில் பல இடையூறுகளைக் கடந்தும் செயல்படுகின்றது. மனிதனில் உண்மையறிதல் பல வாறு சிறப்பெய்தியிருக்கின்றது. எத்தகைய சூழ்நிலையிலும் முன்னல் நடந்தவற்றையும் அறிந்தவற்றையும் மனதில் கொண்டு உண்மையைச் சுலபமாக அறிந்து விடுகின்முன் மனிதன். ஆனல் விலங்குகளில் உண்மையறிதல் சாதாரணமாகத்தான் செயல் படுகின்றது.

விலங்குகளில் உண்மையறிதல் செயல்படுவதினை இலகுவான ஒரு பரிசோதனையின் மூலம் அறியலாம். 'சுற்று வழி' (Detour) என்ற பரிசோதனையில் ஒரு விலங்கை அதற்கு வேண்டிய உண வினின்றும் மறைவாகக் கட்டியிருத்தல் வேண்டும். விலங்குக்கு உணவு பக்கத்திலிருந்தாலும் அது மறைக்கப்பட்டிருக்கின்றது. விலங்கு சிறிது விலகிச் சென்முல் உணவினைக் காணலாம். இப்பரி

சோதனையும் தவறுதிருந்த அறிதல் போன்றுதான் என்றாலும் தவறுதிருந்த அறிதலில் விலங்குகள் உணவினைக் கண்டு பிடிக்க சில வழிகள் அல்லது சான்றுகள் கிடைக்கும். ஆனால் 'சுற்று வழி' பரிசோதனையில் உணவினைக் கண்டு கொள்ள ஆதாரங்கள் கிடையாது. விலங்குகள் தற்செயலாகவோ அல்லது சிந்தித்தோ தான் உணவினைக் காண முடியும். இச்சோதனையில் பல விலங்குகள் தவறு திருந்த அறிதல் போன்றே பல முயற்சிகளுக்குப் பிறகு தான் உணவினைக் கண்டு கொள்கின்றன. ஆனால், வாலில்லாக் குரங்குகள் இது போன்ற சோதனைகளில் உடன் உணவினைத் தெரிந்து கொண்டு உணவை நோக்கிச் செல்கின்றன. எலி, முயல், நாய் போன்ற பிராணிகளைச் சோதனைக்குட்படுத்தும் போது அவை மற்ற விலங்குகளைவிடச் சீக்கிரமாக 'சுற்று வழி' சோதனையில் வெற்றி பெறுகின்றன.

வாலில்லாக் குரங்குகளைச்சோதனைக்குட் படுத்தியதில் அவை உண்மையறிதலில் விரைவாகச் செயல் படுகின்றன என்று தெரிகின்றது. உயரமான இடத்தில் ஒரு வாழைப் பழத்தினைத்தொங்க விட்டால் வாலில்லாக் குரங்கு உடன் வாழைப் பழத்தினை எடுத்துக்கொள்ள பல முயற்சிகளில் ஈடுபடுகின்றது. பக்கத்தில் உயரமான பொருட்கள் அல்லது மேஜை, நாற்காலி போன்ற இடத்திலிருந்து பழத்தினை எடுத்துவிட முயற்சி செய்கின்றது. அல்லது பெட்டி, நாற்காலி போன்றவற்றை ஒன்றின்மேல் ஒன்றாக அடுக்கி உயரே உள்ள பழத்தை எடுத்து விடுகின்றது. இன்னும் எட்டாத ஒரு இடத்தில் இருக்கும் ஒரு பொருளை எடுக்க இரண்டு குச்சிகளைச் சேர்த்துக் கயிற்றால் கட்டி நீளமாக்கி அதைப்பயன்படுத்திப் பொருளை எடுக்கும் உபாயத்தினையும் உடன் மேற்கொள்கின்றது. மேற் சொன்ன சோதனைகளில் முன் அனுபவம் அவற்றிற்குத் துணையாக இருந்தாலும், அவை திடீரென்று அவற்றிற்கு ஞாபகம் வருவதில்லை. அதனால் பொருளை எடுக்கவேண்டுமானால் தன்னை உயரமான இடத்திற்குக் கொண்டு செல்லவேண்டும் அல்லது நீளமான பொருட்களைப் பயன் படுத்தவேண்டும் என்ற உண்மையறிதல்தான் விலங்குக்குத் துணையாக நிற்கின்றது.

மேற்சொன்ன வாலில்லாக் குரங்கு சில உபகரணங்களையோ அல்லது கருவிகளையோ பயன்படுத்துவது போலமற்றும் சில விலங்குகளும் கருவிகளைப் பயன்படுத்தும்திறன் கொண்டிருக்கின்றன. பெக்காம்ஸ் (Peckhams) என்ற ஆராய்ச்சியாளர் அம்மோபிலா (Ammophila) என்ற குளவியின் ஒழுகலாற்றினைக் கவனித்திருக்கிறார். அம்மோபிலா குளவிகள் சிறிய கூழாங் கற்களைத் தங்களுடைய தாடைகளில் இடுக்கிக்கொண்டு அவற்றின் கூடு

களின் வாயிலே அடைக்கின்றன. இந்நிகழ்ச்சியை மற்றொரு வகை குளவியில் கண்டறிந்ததாக N. ரா (N. Rau)என்ற அறிவியலாளர் கூறுகிறார். காலபேகஸ் (Galapagos) தீவுகளில் டார்வின் கண்ட பறவைகளிலும் சில கருவியைப் பயன்படுத்துகின்றன. ஒரு வகை பறவைகள் சிறிய அலகு உடையனவாக இருந்தாலும் மரப் பட்டைகளிடையே உணவுப் பொருட்களைக் கொத்தி எடுப்பதில் பழக்கப்பட்டு விட்டன. இவற்றின் அலகு சிறியனவாக இருப்ப தால் அவை சிறிய குச்சிகளை அலகுக்கிடையே வைத்து மரப் பட்டைகளின் ஊடே தென்படும் பூச்சிப் புழுக்களைத் தேடும் வழக்கத்தை பயின்றிருக்கின்றன.

விலங்குகளில் உண்மையறிதலை நாம் பலவாறு ஆராயலாம். வெவ்வேறு வண்ணமுடைய மூடிகள் கொண்ட கிண்ணங்களைக் காண்பித்து குறிப்பிட்ட விலங்குக்கு உணவாகப் பயன்படும் உணவுப் பொருளை உடைய கிண்ணத்தினை மட்டும் எடுத்துக் கொள்ளப் பழக்கலாம். இச் சோதனையை அதே முறையில் நீடிக்கும்பொழுது அதே வண்ணமுடைய கிண்ணத்தைத்தான் விலங்கு எடுத்துக்கொள்கிறது. அந்தக் கிண்ணம் சிறிது தூரத்தில் இருந்தால் அதைத் தேடிச் செல்லுகின்றது.

குரங்கு, வாலில்லாத குரங்கு, மனிதக் குரங்கு ஆகியவை நுணுக்கங்கள் நிறைந்த சோதனைகளிலும் உண்மையறிந்து செயல்பட முயலுகின்றன. அதனால் உண்மையறிதல் முன்னேற்ற மடைந்த விலங்குகளில் சிறப்பாக வளர்ச்சி பெற்றிருக்கின்றது என்று கொள்ளலாம்.

விலங்குகளில் சமூக ஒழுகலாறுகள்

சமூக ஒழுகலாறுகள் சில விலங்குகளில் உச்சநிலையை அடைந் துள்ளன. விலங்குகளின் சமூக ஒழுகலாற்றினை அலி (Allee) மூன்று நிலைகளாகப் பிரித்துள்ளார். அவை: (1) நிலஎல்லை உரிமைகள் (territorial rights) (2)ஆட்சி நிலையும் அடங்கியநிலையும் (dominance and subdominance) (3) தலைமைப் பதவி (leadership) ஆகியவையாகும். விலங்குகளில் நிலஎல்லை உரிமைகள் இனவிருத்தி காலங்களில் தீவிரமாகச் செயல்படும். குறிப்பிட்ட எல்லைக்குள் ஆண் விலங்கு மற்ற ஆண் விலங்குகளை அனுமதிப்ப தில்லை. உணவு தேடுவதிலும் இவ்வழக்கம் உண்டு. சில விலங்கு தான் உணவு தேடும் இடங்களுக்கு மற்ற விலங்குகளை அனுமதிப்ப தில்லை. ஆட்சி நிலையும் அடங்கிய நிலையும் கால்நடைகளிலும் கோழிகளிலும் அதிகம் காணப்படுகின்றன. ஆட்சிப் பண்பினை விரும்பும் கால்நடைகள் மற்றவைகளுக்கு முன்னால் செல்வதுண்டு. தலைமைப் பதவியும் ஆட்சி நிலையைப் போன்றுதான், யானையின் கூட்டத்தில் ஒரு யானை மட்டும் தலைமை வகிப்பதுண்டு.

செய்முறை பயிற்சிகள்

1. கரப்பான் பூச்சியின் உமிழ்நீர் சுரப்பியில் சுரக்கும் அமிலேஸ் நொதியை ஆராய்தல்

நோக்கம்: கரப்பான் பூச்சியின் உமிழ்நீர் சுரப்பியில் சுரக்கும் அமிலேஸ் நொதியின் பண்பினை ஆராய்ந்தறிதல்.

உபகரணங்கள்: ஒரு கரப்பான் பூச்சி, மெத்திலின்புளூ, லிட்மஸ் பேப்பர், நீர்த்த அசட்டிக் அமிலம், ஸ்டார்ச்சு திரவம், பெனடிக் திரவம், டொலியின்.

செய்முறை: ஒரு கரப்பான் பூச்சியைக் கொன்று அதன் உமிழ் நீர் சுரப்பியைத் தனியே எடுக்க வேண்டும். அதை நன்றாக அரைத்து அதன் சாற்றை ஒரு சோதனைக் குழாயில் எடுததுக்கொள்ள வேண்டும்.

1. சாற்றின் ஒருபகுதியைச் சிறிது மெத்திலின் புளூ வோடுகலந்து அதை உருப்பெருக்கியின் தளத்தில் வைத்து ஆராய வேண்டும். மேலடுக்கு சுரப்பிச் செல்களின் தோற் றத்தை உருப்பெருக்கியில் காணலாம்.

2. சிறிது சாற்றினை வடித்து அதனை லிட்மஸ் பேப்பர் கொண்டோ அல்லது pH அளவிடும் கருவியைக் கொண்டோ அமிலேஸ் நொதியின் pH அளவினைக் கணக் கிடலாம்.

3. சிறிது சாற்றினை ஒரு சோதனைக் குழாயில் எடுத்து அதனுடன் இரண்டு சொட்டு நீர்த்த அசட்டிக் அமிலத்தைச் சேர்க்க வேண்டும். சோதனைக் குழாயில் முயூசின்(Mucin) திடப் பொருளாகப் படிந்து விடும். முயூசின் ஒரு கிளைக்கோ புரதமாகும்.

4. மற்றொரு சோதனைக்குழாயில் 5c.c.வடித்த சாற்றினை எடுத்து அதனுடன் 5 c.c. ஸ்டார்ச்சு திரவத்தைச் சேர்க்க வேண்டும். இத்துடன் டொலியின் சிறிது சேர்த்து இரண்டு

அல்லது மூன்று மணி நேரம் வைத்திருக்க வேண்டும். பிறகு டொலியினை பிப்பெட் மூலம் உறிஞ்சி எடுத்து விடலாம். மேற்சொன்ன திரவத்தில் எட்டு சொட்டு எடுத்து அத்துடன் 5 c.c. பெனடிக் திரவத்தைச் சேர்க்க வேண்டும். மேற்சொன்ன சோதனைக் குழாயைக் கொதிக்கும் நீரில் இரண்டு நிமிடங்கள் வைத்த பிறகு தானாகக் குளிரச் செய்ய வேண்டும். பழுப்பு வண்ண கீழ் படிதல் தோன்றினால் அமிலேஸ் நொதி ஸ்டார்ச்சு திரவத்தை செரிக்கச் செய்திருக்கின்றது என்று அறியலாம்.

நன்னீர் சிப்பியில் சிலியாக்களின் இயக்கமும் அவற்றால் உணவு உட்கொள்ளும் முறையும்

நோக்கம்: நன்னீர் சிப்பியில் சிலியாக்கள் இயங்கு முறைகளையும் அவற்றால் உணவு உட்கொள்ளும் முறை எவ்வாறு நடைபெறுகிறது என்பதையும் அறிந்து கொள்ள.

உபகரணங்கள்: கரித்துகள்கள், நன்னீர் சிப்பி, அறுவை பாத்திரம் ஒன்று.

செய்முறை: ஒரு உயிருள்ள நன்னீர் சிப்பியை எடுத்து அதன் ஒரு பக்கத்து ஓட்டை அகற்ற வேண்டும். அதே பக்கமுள்ள போர்வையையும் வெட்டி எடுத்து விடவேண்டும். போர்வையை எடுக்கும் பொழுது சிப்பியின் உறுப்புகள் பாதிக்கப் படாது இருக்கவேண்டும். பிறகு சிப்பியை நீரில் வைத்துச் சிறிய கரித்துகள்களைச் செவுள்களுக்கு உயரே தூவ வேண்டும். தூவப்பட்ட கரித்துகள்கள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள வழிகளிலெல்லாம் செல்லும். (1) சில துகள்கள் சிப்பியின் முன்னோக்கிச் செல்லும். இவை உதட்டுப் பால்பின் (Labial palp) அருகில் வந்து, அவற்றின் சில துகள்கள் வாயினுள் சென்று விடும். மீதி உள்ளவை வெளியே தள்ளப்படும். (2) சில துகள்கள் வெளியிடும் சைஃபன் (Exhalent siphon) அருகில் வரும். அவை உடனே வெளியே தள்ளப்படும். (3) உள்ளிடும் சைஃபன் (Inhalent siphon) அருகில் வரும் துகள்கள் சைஃபன் வழியாக உள்ளே சென்றுவிடும். (4) சில துகள்கள் ஓட்டையை நோக்கிச் செல்லும்.

நன்னீர் சிப்பியில் உணவு உண்ணும் முறைக்குச் சிலியா கோழை உண்ணுமுறை (Ciliary mucoid feeding) என்று பெயர். உள்ளிடும் சைஃபன் வழியாக எப்பொழுதும் நீர்

உட்சென்று கொண்டே இருக்கும் நீர் ஆஸ்டியா வழியாகப் புகுந்து நீர்க் குழாய்களை அடைகிறது. நீர்க் குழாய்களி லிருந்து செவுள்களுக்கு மேலேயுள்ள மேல் செவுள் அறைக்குச் (Supra branchial chamber) செல்கிறது. மேல் செவுள் அறையிலிருந்து வெளியிடும் சைஃபன் வழியாக நீர் வெளியே சென்று விடுகிறது. நீருடன் சில உணவுப் பொருட்களும் காணப்படலாம். அவை ஆஸ்டியாவினுள் நீர் புகுபொழுது தடுக்கப்பட்டு விடுகின்றன. தடுக்கப் பட்ட உணவுப்பொருள் செவுள்களுக்கு மேலாகப் பரவி இருக்கும் கோழையுடன் கலந்து விடுகிறது. அங்குள்ள சிலியாக்களின் அசைவால் உணவுப்பொருட்கள் ஓடையை நோக்கிக் கொண்டுவரப்படுகின்றன. ஓடையிலும் உதட்டுப் பால்பிலும் உள்ள சிலியாக்களின் உதவியால் உணவுப் பொருள் உதட்டு பால்புகளை நோக்கித் தள்ளப்படுகிறது. உதட்டு பால்புகள் வேண்டிய உணவுப் பொருட்களை எடுத்துக்கொண்டு மற்றவைகளை விலக்கி விடுகின்றன. எடுத்துக்கொள்ளப்பட்ட உணவுப் பொருட்கள் வாயினுள் சென்று விடுகின்றன. மற்றவை காலுக்கு மேலாக ஊர்ந்து கடைசியாக வெளியிடும் சைஃபன் வழியாக வெளியே சென்று விடுகின்றன.

இவ்வாறு சிலியாக்களின் உதவி கொண்டும் கோழையில் உணவு ஒட்டிக்கொள்ளுதலாலும் நன்னீர் சிப்பியில் உணவு உண்ணப்படுகிறது.

2. விலங்குகளின் கழிவுப் பொருட்களில் யூரியா, யூரிக் அமிலம், அம்மோனியா ஆகியவற்றை ஆராய்தல்

நோக்கம்: 1. மீன் வளர்ப்புத் தொட்டியில் உள்ள நீரில் அம்மோனியா கரைந்திருக்கிறதா என்று பரி சோதிக்க.

2. ஓணனின் கழிவுப் பொருளில் யூரிக் அமிலம் சேர்ந் திருக்கிறதா என்று பரிசோதிக்க.

3. தவளையின் சிறுநீரில் யூரியா கலந்து இருக்கிறதா என்று ஆராய.

உபகரணங்கள்: சோதனைக் குழாய்கள், நெஸ்லர்ஸ் திரவம், சோடியம் கார்பனேட், சில்வர் நைட்ரேட் திரவம்.

செய்முறை: ஒரு சோதனைக் குழாயில் மீன் தொட்டியில் உள்ள நீரை எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். மீன்கள் வெளிப் படுத்திய அம்மோனியா நீரில் கரைந்திருக்கும். நீருடன்

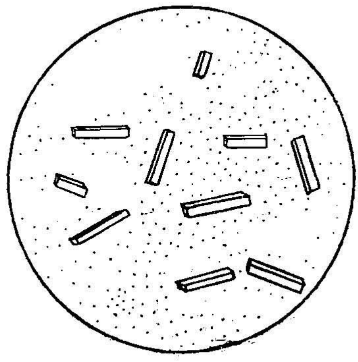
சிறிது நெஸ்லர்ஸ் திரவம் சேர்க்க வேண்டும். வெளிறிய சிவப்பு வண்ணத்தில் கீழ் படிதல் உண்டானால் நீரில் அம்மோனியா கரைந்திருக்கிறது என்பது நிரூபிக்கப் படுகின்றது.

ஓணானின் மலக்குடலிலிருந்து கழிவுப் பொருட்களை எடுத்து நன்றாக அரைக்க வேண்டும் இத்துடன் சோடியம் கார்பனேட் திரவத்தைக் கலக்க வேண்டும் ஒரு வடிதாளை எடுத்து அதை சில்வர் நைட்ரேட் திரவத்தில் நனைக்க வேண்டும். ஈரமாக்கிய வடிதாளில் முதலில் உண்டாக்கிய திரவத்தின் ஒரு சொட்டைச் சேர்க்க வேண்டும். பழுப்பு வண்ணம் கருப்பாக மாறினால் திரவத்தில் யூரிக்அமிலம் கலந்திருக்கிறது என்று அறியலாம்.

அடுத்து ஒரு தவளையை அறுத்து அதன் சிறுநீரை எடுக்கவேண்டும். 5 c.c சிறுநீருடன் 1 c.c. யூரியேஸ் கலந்து 10 நிமிடங்கள் வைத்திருக்க வேண்டும். திரவத்தைச் சிறிது சூடேற்றி நெஸ்லர்ஸ் திரவத்தைச் சேர்க்க வேண்டும். வெளிறிய சிவப்பு கீழ் படிதல் உண்டாவது சிறுநீரில் யூரியா கலந்திருப்பதைக் காட்டுகின்றது.

3. ஹீமின் படிகங்களைத் தயாரித்தல்

நோக்கம்: மனித இரத்தத்திலிருந்து ஹீமின் படிகங்களைத் தயாரிக்க.



படம் 85
ஹீமின் படிகங்கள்

செய்முறை: ஒரு கண்ணாடித் தட்டில் ஒரு துளி இரத்தத்தைச் சொட்ட வேண்டும். அத்துடன் ஒரு துளி தனித்த (Glacial)

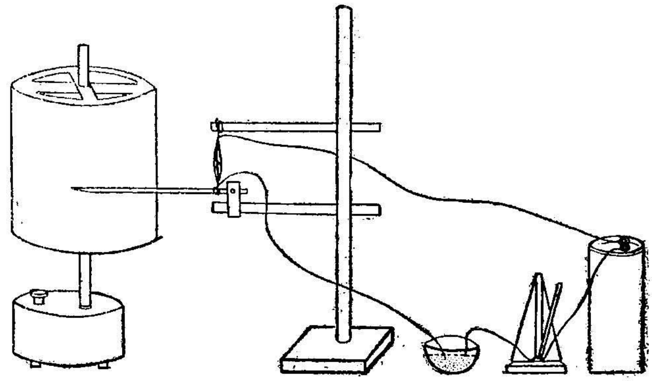
அசெட்டிக் அமிலத்தைச் சேர்க்க வேண்டும். அதன் மேல் ஒரு மெல்லிய கண்ணாடித் தகட்டினைக் (Cover Glass) கவிழ்த்து, ஒரு சுவாலையில் சூடேற்ற வேண்டும். கண்ணாடித் தகட்டில் ஹீமின் படிகங்கள் உண்டாகும். படிகங்களை உருப்பெருக்கியின் உதவியால் ஆராய வேண்டும். அவை அடர்ந்த பழுப்பு வண்ணத்தில் தோன்றும். படிகங்கள் பல வடிவங்களிலும் காணப்படும் (படம் 85).

4. தசைச் சுருக்கம்

நோக்கம் : தவளையின் முழங்கால் தசையின் சுருக்கத்தை அளவிட.

உபகரணங்கள் : கைமோ கிராஃப், தவளையின் முழங்கால் தசை, ரிங்கர் திரவம்.

செய்முறை : கைமோகிராஃப் உபகரணத்தில் ஒரு உருளை உண்டு. இவ்வுருளையை புகைப்பிடித்திருக்க வேண்டும். இவ்வுருளையை வேகமாகவும் மெதுவாகவும் சுழலவிட ஒரு சாதனம் உண்டு.



படம் 86
கைமோகிராஃப் என்ற கருவி

உருளையின் மேல் ஒரு நெம்புகோல் வரைபடமிடும். நெம்புகோலின் மற்றொரு முனை ஒரு இரும்புத் தாங்கியுடன் சேர்த்து பிணைத்திருக்கப்பட வேண்டும். இரும்புத் தாங்கியின் மேல் பாகத்திலுள்ள ஒரு குறுக்குக் கம்பிக்கும் நெம்பு கோலுக்கும் இடையே தவளையின் முழங்கால் தசையைக்

கட்டவேண்டும். தசையைத் தூண்டுவதற்கு மின் சக்தியைப் பயன்படுத்துவதால் அதை ஒரு மின் கலத்துடன் கம்பிகளால் இணைக்க வேண்டும். மின்கலத்தின் ஒரு கம்பி மெட்ரோ நோம் (Metronome) என்ற கருவியின் வழியாகத் தசையுடன் இணைந்திருக்கும். இச்சாதனத்தால் தசைச் சுருக்கத்தின் எண்ணிக்கையை அதிகரிக்கவோ, குறைக்கவோ செய்யலாம். (படம் 86).

தவளை ஒன்றை அதன் தண்டுவடத்தைச் சிதைத்து அறுபடச் செய்தால் மயக்கமுறச் செய்யலாம். பிறகு அதன் முழங்கால் தசையைத் தசை நாணுடன் எடுக்க வேண்டும். தசையை உபகரணத்துடன் சேர்த்தவுடன் அதில் மின் விசையைப் பாய்ச்ச வேண்டும். தசை சுருங்கி விரியும். தசைச் சுருக்கத்திற்கு ஏற்றவாறு நெம்புகோல் உருளையில் வரைபடமிடும். தசைச் சுருக்கத்தின் எண்ணிக்கையை ஒழுங்குசெய்ய மெட்ரோநோம் சாதனத்தைப் பயன்படுத்த வேண்டும். தசை எப்பொழுதும் சக்தியுடையதாக இருக்க அதன் மீது அவ்வப்பொழுது ரிங்கர் திரவத்தை ஊற்றிக் கொண்டே இருக்க வேண்டும்.

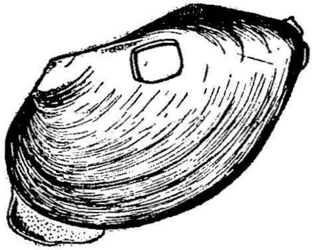
5. முதுகெலும்பல்லனவற்றின் இதயமும் தட்ப வெப்ப மாறுதலால் உண்டாகும் விளைவும்

நோக்கம்: தட்ப வெப்ப மாற்றத்தினால் நன்னீர் சிப்பியின் இதயத்துடிப்பு வேறுபடுவதைக் கணக்கிட.

உபகரணங்கள்: (1) 100 மி.லி. பீக்கர், (2) அசட்டைல் கோலின் குளோரைடு. (Acectyle choline Chloride) (3) அட்ரீனலின், (4) சாதாரண உப்பு, (5) நன்னீர் சிப்பி.

செய்முறை: ஒரு நன்னீர் சிப்பியை எடுத்து நன்றாகச் சுத்தம் செய்ய வேண்டும். அதன் உம்போ (Umbo) பாகத்திலிருந்து சில மி. மீ. தொலைவில் முன்பக்கமாக ஒரு துளையிட வேண்டும் (படம் 87) இப்படிச் செய்வதால் உடலினுள் உள்ள இதயம் துளையிடப்பட்ட ஓட்டின் வழியாகத் தெரியும். பிறகு சிப்பியை ஒரு பீக்கரில் உள்ள நீரில் போட வேண்டும். சில நிமிடங்களில் அது பழைய நிலைமையைப் பெற்று விடும். ஒரு நிறுத்துக் கடிகாரத்தைக் கொண்டு சிப்பியின் 10 இதய துடிப்பிற்கு உண்டான நேரத்தைக் கணக்கிட வேண்டும். அந்நீரின் தட்பவெப்ப

நிலையையும் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். பிறகு நன்னீர் சிப்பியை எடுத்துவிட்டு பீக்கரைச் சூடேற்ற வேண்டும். முதல் தட்பவெப்ப நிலையிலிருந்து 10°C அதிகமாகச்



படம் 87
நன்னீர் சிப்பியின் இதயச் சுருக்கத்தை விளக்கும் பரிசோதனை. இதயம் தெரிவதற்காகச் சிப்பியின் ஓட்டில் உடைத்து எடுக்கப்பட்டிருக்கிறது

சூடேற்றிய பிறகு சிப்பியைத் திரும்பவும் பீக்கரில் போட வேண்டும். சிறிதுநேரம் கழித்து 10 இதயத் துடிப்பிற்கான நேரத்தைக் கணக்கிட வேண்டும். மூன்றாவதாக பீக்கர் நீரில் பனிக்கட்டியைக் கரைத்து முதல் தட்பவெப்ப நிலைக்கு 10°C குறைக்க வேண்டும். திரும்பவும் சிப்பியின் இதயத்தின் 10 இதயத் துடிப்பிற்கான நேரத்தை அளவிட வேண்டும். மேற்சொன்ன எல்லா அளவினையும் அட்டவணையில் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். வெவ்வேறு தட்பவெப்ப நிலையில் இதயத்துடிப்பு எவ்வாறு மாறுபடுகிறது என்பதை மேற்சொன்ன அட்டவணையிலிருந்தும் அறியலாம்.

6. தவளையின் விரல் சவ்வில் தந்துகிகளின் இரத்த ஓட்டம்

நோக்கம்: தவளையின் கால் விரல்களுக்கிடையே உள்ள சவ்வில், தந்துகி இரத்த ஓட்டத்தைப் பார்க்க.

உபகரணங்கள்: தவளை, மரப்பலகை, உருப்பெருக்கி.

செய்முறை: ஒரு தவளையைக் குளோரோஃபாம் உதவியால் மயக்க முறச் செய்ய வேண்டும். ஒரு மரப்பலகையில் வட்டமான (சுமார் ½" விட்டத்தில்) ஒரு துளையிட்டு, அந்தத் துளைக்கு மேலே தவளையின் பின்னங்கால் ஒன்றின்

விரல்களை விரித்து ஆணி அடிக்க வேண்டும். தவளையின் தலை, உடல் பகுதிகளை நீரில் நனைத்த பஞ்சினை வைத்து மூடவேண்டும். பிறகு ஒரு உருப்பெருக்கியின் உதவி கொண்டு கால் விரல்களுக்கிடையே உள்ள சவ்வில் தந்துகி இரத்த ஓட்டத்தினை ஆராய வேண்டும். சவ்வில் சிறிது பனிக்கட்டியை வைத்து அதனுல் ஏற்படும் இரத்த ஓட்ட மாற்றத்தினை அறிய வேண்டும். பிறகு சூடேற்றிய ஒரு கண்ணுடிக் குச்சியை சவ்வில் வைத்து அதனுல் ஏற்படும் மாற்றத்தினையும் அறியவும்.

இதே பரிசோதனையை ஒரு தலைப்பிரட்டையின் வாலிலும் செய்து அறியலாம்.

தவளையின் இதயத் துடிப்பு

நோக்கம்: வெப்பநிலைக்கு ஏற்ப இதயத் துடிப்பின் மாற்றத்தை அறிய.

உபகரணங்கள்: தவளை, நிறுத்துக் கடிகாரம், தெர்மாமீட்டர், ரிங்கர் திரவம், வெந்நீர், பனிக்கட்டி.

செய்முறை: ஒரு தவளையை எடுத்து அதை ஒரு ஊசியின் உதவியால் தண்டுவடத் தொடர்பை நீக்கவேண்டும் (Pithing). பிறகு தவளையை அறுத்து இதயத்தை வெளியே தெரியும்படி செய்யவேண்டும். பரிசோதனைச் சாலையின் தட்ப வெப்ப நிலைக்கு இதயத் துடிப்பின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிட வேண்டும். 10 இதயத் துடிப்புக்கு எவ்வளவு காலம் ஆகின்றது என்பதை ஒரு நிறுத்துக் கடிகாரத்தின் உதவியால் கணக்கிடலாம். பிறகு ரிங்கர் திரவத்துடன் பனிக்கட்டியைக் கலந்து அதைக் குறைந்த வெப்ப நிலைக்குக் கொண்டு வரவேண்டும். அதைச் சிறிது சிறிதாக இதயத்தில் ஊற்றித் திரும்பவும் இதயத் துடிப்பின் அளவைக் கணக்கிட வேண்டும். ஒவ்வொரு நேரமும் 10 துடிப்புகளுக்கு ஆகும் நேரத்தைப் பார்த்து 1 துடிப்புக்கு எவ்வளவு நேரம் எடுத்துக் கொள்கிறது என்பதையும் கணக்கிட வேண்டும். ஒவ்வொரு நேரமும் இதயத் துடிப்பின் நேரத்தைக் கணக்கிடும்பொழுதும் அவ்வப் பொழுதுள்ள தட்பவெப்ப நிலையையும் குறித்துக்கொள்ள வேண்டும். தட்பவெப்பநிலையைச் சிறிது சிறிதாக அதிகரித்து பரிசோதனைச் சாலையின் தட்பவெப்ப நிலையை அடைந்தவுடன் திரவத்தைச் சிறிது சூடேற்றி திரும்பவும்

பயன்படுத்த வேண்டும். குறிப்பிட்ட அதிக தட்பவெப்ப நிலையில் இதயம் வேலை செய்யாது. அப்பொழுது சோதனையை நிறுத்திக்கொள்ள வேண்டும்.

இச்சோதனையின் மூலம் தவளையின் இதயம் தட்பவெப்ப நிலை குறைந்திருக்கும்பொழுது வேகம் குறைந்தும் தட்ப வெப்ப நிலை அதிகரிக்கும்பொழுது வேகம் அதிகரித்தும் துடிக்கிறது என்று அறிந்துகொள்ளலாம்.

7. அனிச்சைச் செயல்

நோக்கம்: தவளையில் அனிச்சைச் செயலை அறிதல்.

உபகரணங்கள்: தவளை, இரும்புத் தாங்கி, 1% நைட்ரஜன் குளோரைடு திரவம்.

செய்முறை: குளோரோஃபாம் கொடுக்கப்பட்ட ஒரு தவளையை எடுத்து அதை நன்றாக இடது கையால் பின்கால்களோடு பிடித்துக் கொள்ள வேண்டும். ஒரு ஊசியை எடுத்து தவளையின் இரு கண்களுக்கும் இடையே சிறிது பின்புற மாக வைத்து அழுத்த வேண்டும். எவ்விடத்தில் சிறிய பள்ளமாக உணரப்படுகிறதோ அவ்விடத்தில் ஊசியால் குத்தி மண்டையோட்டினுள் செலுத்தி மூளையைச் சிதைக்க வேண்டும். தவளை செயலற்றதாகி விட்டதா என்று தெரிந்து கொள்ளக் கண் மேல் இமையை சிறிது தொட்டுப் பார்க்க வேண்டும். இமை உடன் அசைந்தால் மூளையை இன்னும் நன்றாகச் சிதைக்க வேண்டும்.

இப்பொழுது ஒரு கொக்கியைக் கொண்டு தவளையின் தாடையில் குத்தி அதை இரும்புத் தாங்கியிலிருந்து தொங்கவிட வேண்டும். ஒரு கிண்ணத்தில் 1% சோடியம் குளோரைடு அமிலத்தை எடுத்து அதில் தவளையின் நீண்ட கால் விரலை அமிலத்தில் தொடச் செய்ய வேண்டும். அமிலத்தொடு உணர்ச்சியில் தவளை காலை இழுத்துக் கொள்ளும். இதுவே தவளையின் அனிச்சைச் செயல். அமிலத் தொடு உணர்ச்சியைப் பெற்றவுடன் எவ்வளவு நேரத்தில் தவளை காலை இழுத்துக் கொள்கிறது என்பதை நிறுத்துக் கடிகாரத்தைக் கொண்டு கணக்கிடவும். இச் சோதனையை மூன்று தடவை செய்து ஒரு அனிச்சைச் செயலின் சராசரி நேர அளவினைக் கணக்கிடவும். இதே போன்று அமிலத்திற்குப் பதிலாக காரத் திரவத்தை வைத்து அனிச்சைச் செயல் நேரத்தைக் கணக்கிடலாம்.

8. **சர்க்கரைப் பொருள் கலந்திருப்பதை ஆராய்தல்.**

நோக்கம் : *கொடுக்கப்பட்ட திரவத்தில் மாவுப்பொருள் கலந்திருக்கிறதா என்று பார்க்க.*

1. பென்டிக்ட் சோதனை (Benedict's Test)

ஒரு சோதனைக் குழாயில் 5 மி.லி. அளவுள்ள பென்டிக்ட் திரவத்தை எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். இத்துடன் சுமார் 10 சொட்டு குளுக்கோஸ் நீரைக் கலந்து சூடேற்ற வேண்டும். சிவப்பு நிறப் படிதல் ஏற்பட்டால் குளுக்கோஸ் நீரில் சர்க்கரை கலந்திருக்கிறது என்று அறியலாம்.

2. மோலிஸ் சோதனை (Molisch Test)

ஒரு சோதனைக் குழாயில் 2 மி.லி. அளவுள்ள குளுக்கோஸ் கலந்த நீரை எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். இத்துடன் 2 மி.லி. 10% ஆல்ஃபநோப்தால் கரைசலைக் கலக்க வேண்டும். இத்துடன் 2 மி.லி. அடர்ந்த கந்தக அமிலத்தை மெதுவாகக் கலந்து ஊற்றவேண்டும். சோதனைக் குழாயில் சிவப்பு கலந்த ஊதா (Red violet) *வண்ண வளையம் தோன்றினால் குளுக்கோஸ் நீரில் சர்க்கரை கரைந்திருக்கிறது என்று அறியலாம்.*

3. லூகால் அயோடின் சோதனை (Lugol's Iodine Test)

ஒரு சோதனைக் குழாயில் குளுக்கோஸ் கலந்த நீரை எடுத்து அதை ஒரு துளி அடர்ந்த ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலம் சேர்த்து அமிலத்தன்மை உடையதாக்க வேண்டும். இத்துடன் ஒரு சொட்டு லூகால் திரவத்தைக் கலக்கும் பொழுது சோதனைக் குழாயில் நீல நிறக் கலவை உண்டானால் கலவையில் மாவுப் பொருள் கலந்திருக்கிறது என்று அறியலாம்.

9. **புரதம் கலந்திருப்பதை ஆராய்தல்**

நோக்கம் : *கொடுக்கப்பட்ட திரவத்தில் புரதம் கலந்திருக்கிறதா என்று அறிய.*

1. பியூரெட் சோதனை (Biuret Test)

ஒரு சோதனைக் குழாயில் 6 மி. லி. சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு, 2 துளி 1% காப்பர் சல்பேட் இவை இரண்டையும்

கலக்க வேண்டும். மேற்சொன்ன கலவையை இரு பாதியாக்கி இரண்டு சோதனைக் குழாயில் வைத்துக் கொள்ள வேண்டும். முதல் குழாயில் முட்டை வெண் கருவையும் அடுத்ததில் வடிநீரையும் கலக்க வேண்டும். முதல் சோதனைக் குழாயில் உண்டாகும் வெள்ளை படிதல் அதில் புரதம் கலந்திருக்கிறதைக் காட்டுகின்றது

2. சானங்தோ புரோட்டியச் சோதனை (Xantho Proteic Test)

3 மி. லி. அளவு வெண் புரதம் உள்ள பரிசோதனைக் குழாயில் 1மி லி. கந்தக அமிலத்தைக் கலக்க வேண்டும். சோதனைக் குழாயைச் சூடாக்கிப் பிறகு குளிர வைக்க வேண்டும். பிறகு சோடியம் ஹைட்ராக்சைடைச் சிறிது கலந்தால் முதலில் தோன்றிய வெள்ளைப் படிதல் மஞ்சள் நிறமாகி பிறகு கடைசியாக ஆரஞ்சு வண்ணமாகும். இதனால் கலவையில் புரதம் கலந்திருக்கிறது என்று அறியலாம்.

10 கொழுப்பு கலந்திருப்பதை அறிதல்

கொழுப்புத் திரவின் அல்லது பொருளின் கரைசலைக் கீழ்க்கண்ட திரவங்களுடன் தனித்தனியே கலக்க வேண்டும்.

1. 1 மி. லி. மெத்தனால்
2. 1 மி. லி. ஈத்தர்
3. 1 மி. லி. குளோராஃபாம், மெத்தனல் (2:1)

ஒரு கண்ணாடிக் குச்சியின் உதவியால் ஒவ்வொரு கலவையிலிருந்தும் சிறிது எடுத்து ஒரு தாளில் தனித்தனியே வைக்கவேண்டும். திரவம் உள்ள இடத்தில் தாள் கண்ணாடி போன்ற ஒளி ஊடுருவும் நிலையில் இருந்தால் கலவையில் கொழுப்பு கலந்திருக்கிறது என்று பொருள்.

மேற்கோள் நூற்பட்டியல்

1. Arther C. Giese—**Cell Physiology**, W. B. Saunders Company, Maruzen Company Ltd., London.

2. Bradley T. Scheer—**Animal Physiology**, John Wiley & Sons, Inc,. New York.

3. Bykov K. M. --**Text Book of Physiology**, Foreign Languages Publishing House, Moscow.

4. Dennis W. Wood—**Principles of Animal Physiologb**, Edward Arnold (Publishers) Ltd., London.

5. Dethier Stellar — **Animal Behavior**, Prentice-Hall of India (Pvt.) Ltd., New Delhi.

6. Fairley, J. L., Kilgour, G. L. —**Essentials of Biological, Chemistry**, East-West Press Pvt. Ltd., New Delhi.

7. George, C. J., George J. C. — **Physiology and Ecology** Ivy. Thomas & P. A. Abraham, Madras.

8. Gnanamuthu, C. P., —**Animal Physiology**, 2, Fourth Main Road, R. A. Puram, Madras.

9. Herbert L. Stahnke—**Biotic Principles**, Prentice-Hall of India Pvt. Ltd. New Delhi.

10. Itta Sambasiviah, Kamalakara Rao, A. P. and Augustine Chellappa. S. — **Animal Physiology and Ecology**, S. Chand & Co., New Delhi.

11. Knut Schmidt-Nielsen—**Animal Physiology**, Prentice-Hall of India Pvt. Ltd., New Delhi.

12. Ladd Prosser, C. Fran, K. A., Brown, J. R.—**Comparative Animal Physiology**, W. B. Sunders Company, London.

13. Mark Granbard—**Foundations of Life Science**, D. Van Nostrand Company, Inc., New York.

14. Nagbhushanam, R. —**Elements of Animal Physiology** Emkay Publications, Delhi-3

15. Philip Bovier Hawk—**Physiological Chemistry**, Tata McGraw-Hill Publishing Company Ltd., Bombay, New Delhi.

16. Philip H. Mitchell—**A Text Book of General Physiology**, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York.

17. Ramsay J. A. — **Physiological Approach to Lower Animals**,—Cambridge University Press, London.

18. Tracy I. Storer, Robert, L. Usinger—**Elements of Zoology**, McGraw-Hill Book Company, New York.

19. Yapp, W. B. — **An Introduction to Animal Physiology**, Oxford at the Clarendon Press.

20. லீயோ ஷ்னீடர்— நம் உணர்ச்சி உறுப்புகள், *தமிழாக்கம்-வி. எஸ். இராமசாமி, எம். ஏ.*

கலைச்சொற்கள்

A

Absorption — உட்கிரகித்தல்
Accessory glands — துணைச் சுரப்பிகள்
Accommodation — கண்தக அமைத்தல்
Acetyl choline — அசட்டைல் கோலின்
Acetyl Chlorine — அசட்டைல் குளோரின்
Action Potential — செயல் வேக சக்தி
Activation — கிளர்ச்சியுறச் செயல்
Adeno hypophysis — அடினோ ஹைப்போபைசிஸ்
Adenosine di Phosphate — அடினோசின் டை பாஸ்பேட்
Adenosine tri Phosphate — அடினோசின் ட்ரை பாஸ்பேட்
Adrenal — அட்ரீனல்
Adrenaline — அட்ரீனலின்
Adrenal Medulla — அட்ரீனல் மெடுல்லா
Adrenergic nerve — அட்ரீனர்ஜிக் நரம்பு
Adreno cortico tropic hormones — அட்ரீனோ கார்டிகோ ட்ரோபிக் ஹார்மோன்கள்
Aerobic respiration — காற்றுச் சுவாசம்
Afferent Arteries — உட்செலுத்து தமனிகள்
Afferent nerve — உட்செலுத்து நரம்பு
Agar — கடற் கோரை
Agglutination — ஒட்டுதல் பண்பு
Air bladder — காற்றுப்பை, வாயுப்பை
Albumines — ஆல்புமின்கள், முட்டைப் புரதங்கள்
Albuminoides — ஆல்புமினொய்டுகள்
Aldosterone — ஆல்டோஸ்டீரான்
Allantoin — பனிக்குடம்
All or none — எல்லாம் அல்லது இல்லை
Amino acids — அமினோ அமிலங்கள்
Ammonia — அம்மோனியா
Ammonio telic — அம்மோனியா நீக்கி

Amoeboid movement — அமீபா இடப்பெயர்ச்சி
Ampulla — ஆம்புலா
Amylase — அமிலேஸ்
Amylose — அமிலோஸ்
Amylo pectin — அமிலோ பெக்டின்
Anabolism — ஆக்க மாற்றம்
Anaerobic respiration — காற்றற்ற சுவாசம்
Anaerobiosis — காற்றற்ற சுவாசம்
Antennary gland — உணர் கொம்பு சுரப்பி
Anti bodies — எதிர் பொருட்கள்
Anti diuretic hormone — எதிர் டையூரடிக் ஹார்மோன்
Antigens — எதிர்த் தோன்றி
Antigravity reflex — எதிர் ஈர்ப்பு அனிச்சை
Antineuritis — நியுரைட்டிஸ் எதிர்ப்பு
Antipellagra — பெல்க்ரா எதிர்ப்பு
Antiscorbutic — ஸ்கர்வி எதிர்ப்பு
Antisterility — மலட்டு எதிர்ப்பு
Antixerophthalmia — சீராப் தால்மியா எதிர்க்கும்
Antrosteron — ஆன்ட் ரோஸ்டீரான்
Aqueous humor — முன் கண் ரசம்
Aqueous vitreous — பின் கண் ரசம்
Arginine — ஆர்ஜினைன்
Ascorbic acid — அஸ்கார்பிக் அமிலம்
Asexual reproduction — பாலிலா இனப்பெருக்கம்
Assimilation — தன் மயமாதல்
Auricle — இதய மேலறை
Autonomous nervous system — தானியங்கும் நரம்பு மண்டலம்
Autotrophic — தன்னூட்டம்
Axis cylinder — அச்சு உருளை
Axon — ஆக்சான
Axoplasm — ஆக்சோபிளாசம்
Axopodia — அச்சுக் கால்கள்

B

Barbs — தசை நீட்சிகள்
Basal granules — அடித்துகள்கள்
Basal metabolism — அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றம்

Basilar membrane — பேசிலார் படலம்
Basophils — பேசோஃபில்கள்
Behaviour — ஒழுகலாறு
Beri - Beri — பெரி பெரி
Bicep's muscle — இருதலைத் தசை
Bile — பித்தநீர்
Bio - electric Potential — உயிர்மின் சக்தி
Bio luminense — உயிர் ஒளி
Bioluminescent organs — உயிர்ஒளி உறுப்புகள்
Blood — இரத்தம், குருதி
Blood groups — இரத்த வகைகள்
Blood platelets — இரத்தத் துகள்கள்
Blood pressure — இரத்த அழுத்தம்
Body builders — உடல் வளர்ச்சி செய்வன
Bowman's capsule — பௌமான் பெட்டகம் அல்லது முடிச்சு
Brachio pods — பிராக்கியோபாடுகள்
Brain stem — மூளைத்தண்டு
Branchial heart — செவுள் இதயம்
Breeding places — வளர்ப்பிடம்
Buccal cavity — வாய்க்குழி
Budding — மொட்டு விடுதல்
Bundle of His — ஹிஸ் தசைக்கட்டு

C

Calciferol — கால்சிஃபெரால்
Camera eye — காமிரா கண்
Carbohydrates — மாவுப் பொருட்கள்
Carbohydrate metabolism — மாவுப் பொருட்களின் வளர்சிதை மாற்றம்
Carbon — கரியம்
Carbon di oxide — கரியமிலவாயு
Cardiac muscle — இதயச் தசை
Cardiac stomach — முன் இரைப்பை
Casein — கேசின்
Cell body — செல் உடற்பகுதி
Cellular respiration — செல் சுவாசம்
Cellulose — செலுலோஸ்
Central nervous system — மத்திய நரம்பு மண்டலம்
Cephalization — தலை சிறப்பெய்தல்

Cephalochordates — தலை முதுகுத் தண்டினங்கள்
Cephalo pods — தலைக் காலிகள்
Cerebellar Cortex — செரிபெல்லார் கார்டெக்ஸ்
Cerebellum — சிறு மூளை
Cerebral cortex — செரிபிரல் கார்டெக்ஸ்
Cerebropleural ganglion — மூளை மார்பு நரம்புச் செல்திரள்
Chemical coordination — இரசாயன அல்லது வேதிய சம நிலைப்பாடு
Chemo receptors — வேதிய உணர்ச்சி வாங்கிகள்
Chitin — கைட்டின்
Chloragogen cells — குளோரகோஜன் செல்கள்
Chlorine — குளோரின்
Chloro cruorin — குளோரோ குருயோரின்
Chlorophyll — பச்சையம், பசுங்கணிகம்
Choanocytes — கோயன்னோ சைட்டுகள்
Cholesterol — கோலஸ்டிரால்
Cholinergic nerve — கோலினர்ஜிக் நரம்பு
Chorionic gonadotropin — கோரியானிக் கோனடோட்ரோபின்
Choroid coat — விழி உள்படலம்
Chromatophores — நிறமிகள்
Chromoprotein — குரோமோ புரதம்
Chromosome — குரோமோசோம்
Ciliary gangilon — சிலியா நரம்பு செல்திரள்
Ciliary method — சிலியா அல்லது குறுகிழை முறை
Circulatory system — இரத்த ஓட்ட மண்டலம்
Circum vallate papilla — சுற்றுமுகிழ்பு
Cirri — சிரி
Citrulline — சிட்ருலின்
Cleavage — பிளத்தல் நிலை
Cloaca — பொதுப்புழை
Cnidocil — கொட்டும் செல்முள்
Coagulation — உறைதல்
Cochlea — நத்தைச் சுருள் குழாய்
Coelomoducts — குடற்குழி நாளங்கள்
Co - enzyme — துணை நொதி
Collecting tubules — வடி நுண்குழாய்கள்
Columella auris — கொலமெல்லா ஆரிஸ்
Commissural fibres — இணைப்பு நரம்புகள்

Compound eye — கூட்டுக்கண்
Conditioned rceflex — நிபந்தனை அனிச்சை
Conductivity — கடத்தல்
Cone cells — கூம்பு செல்கள்
Conjugated protein — கலப்புப் புரதம்
Connective tissue — இணைப்புத் திசு
Contractile vacuola — சுருங்கி விரியும்குமிழ்
Contraction — சுருங்குதல்
Conus medullaris — கோனஸ் மெடுல்லாரிஸ்
Cornea — விழிவெண்படலம்
Corpora allata — கார்போரா அலட்டா
Corpora Cardiaca — கார்போரா கார்டியாக்கா
Corpus luteum — கார்பஸ் லூட்டியம்
Corpus striatum — கார்பஸ் ஸ்ட்ரையேட்டம்
Cortex — புரணி
Corticosterone — கார்டிகோஸ்டீரான்
Cortisol — கார்டிசால்
Cortisone — கார்டிசோன்
Cranial nerves — மூளை அல்லது கபால நரம்புகள்
Cranial outflow — மூளை அல்லது கபால வெளி வளர்ச்சி
Creatine — கிரியேட்டின்
Creatine Phosphate — கிரியேட்டின் பாஸ்பேட்
Crista — கிரிஸ்டா
Crop — தங்குபை
Crustacea — கிரஷ்டேஷியா. கரடுத்துணித் தற்கள்
Cryptomitosis — கிரிப்டோமைட்டோசிஸ்
Crystalline cone — கிரிஸ்டாலின் கூம்பு
Cytochrome — சைட்டோகுரோம்
Cytochrome system — சைட்டோகுரோம் மண்டலம்

D

Deamination — அமினக் குறைப்பு
Decapods — டெக்காப்போடுகள்
Defaecation — மல வெளியேற்றம்
Dendrons — நரம்புக்கிளை
Depolarization — மின்துருவ ஈர்ப்புக் குறைதல்
Derived protein — வரப்பெற்ற புரதம்

Dermal branchiae — தோல் செவுள்கள்
Dermatitis — தோல் சுழற்சி.
Deoxyribonucleic acid — டி ஆக்சிரிபோ உட்கரு அமிலம் (DNA)
Diapedesis — டயாபெடசிஸ்
Diastole — இருதய விரிவு
Diffusion — ஊடுருவுதல்
Digestion — ஜீரணம், செரித்தல்
Dioecuous — இருபால் உயிரின
Dipeptide — டைபெப்டைடு
Diptera — இருசிறகி
Disaccarids — டைசாக்கரைடுகள்
Dissociation curve — சிதைவுறு வளைகோடு
Distance perception — தூரப் புலனுணர்வு
Distant receptors — தூர உணர்ச்சி வாங்கிகள்
Dorsal fissure — மேல் ஓடை
Dorsal root — மேல் வேர்
Duodenum — முன்சிறுகுடல்

E

Ectoderm — புறத்தோல்
Ectoplasm — புறஉயிர்த்தாது
Effector organs — இயக்க உறுப்புகள் அல்லது தூண்டுதல் வாங்கும் உறுப்புகள்
Egestion — வெளியேற்றம்
Elastic fibre — இழுப்பு நாண்
Electric cat-fish — மின் கெழுத்தி
Electric eel — மின் விலாங்கு, மலங்கு
Electric organ — மின் உறுப்பு
Electric ray — மின் திருக்கை
Electropolarised — மின்துருவ ஈர்ப்பு
Endocrine gland — நாளமில்லா சுரப்பி
Endolymph — அக நிணநீர்
Endometrium — எண்டோமெட்ரியம்
Endopeptidases — எண்டோ பெப்டிடேசஸ்
Endoplasmic reticulum — எண்டோபிளாஸ்மிக் வலை அல்லது உயிர்த்தாது வலை
Endostyle — எண்டோஸ்டைல்
Endplate — முனைத்தட்டு

Endplate potential — முனைத்தட்டு சக்தி
Enterokinesis — எண்டரோகினசிஸ்
Enzymes — நொதிகள்
Enzymology — நொதியியல்
Eozinophils — ஈசனோஃபில்கள்
Epilysis — எப்பிலைசிஸ்
Epimysium — வெளித்தசை உறை
Epithelium — மேலடுக்கு
Erythrocyte — இரத்த சிவப்பு அணு
Erythrophores — எரித்திரோபோர்கள்
Escape training — தப்புவதற்கான பயிற்சி
Euryhaline — யூரிகலைன்
Eustachian canal — யூஸ்டேஷியன் குழாய்
Excretion — கழிவுப்பொருள் வெளியேற்றம்
Excretory organs — கழிவு உறுப்புகள்
Exocrine glands — நாளச் சுரப்பிகள்
Exopetidases — எக்சோ பெட்டிடேசஸ்
Exophthalmic — கண் விளிப்பிதுக்கம்
Exoskeleton — புறச்சட்டகம்
External fertilization — வெளி அல்லது புறகருவுறல்
External respiration — வெளிச்சுவாசம்
Exteroceptors — வெளி உணர்ச்சி வாங்கிகள்
Extracellular digestion — செல் வெளி செரித்தல்
Eye spot — கண்புள்ளி

F

Fasciculi — தசை இழைக்கட்டுகள்
Fat droplets — கொழுப்பு சிறுதுளிகள்
Fatigue — களைப்புநிலை
Fat metabolism — கொழுப்பு வளர்சிதை மாற்றம்
Fats — கொழுப்புகள்
Feeding mechanism — ஊட்டச் செயல்முறை
Fenestra ovalis — ஃபெனஸ்ட்ரா ஓவாலிஸ்
Fenestra rotundra — ஃபெனஸ்ட்ரா ரொட்டுண்ரா
Fertilization — கருவுறுதல்
Fibrinogen — நார்புரதம்
Filiform papilla — இழைவடிவ முகிழ்பு
Filopodia — நூலிழைக் கால்கள்

Filtration — வடித்தல்
Fission — பிரிதல்
Flagella — சாட்டை
Flame cells — சுடர்செல்கள்
Flexural movement — நெளிவு அசைவு
Folic acid — ஃபோலிக் அமிலம்
Follicle — ஃபாலிக்கிள்
Follicle stimulating hormone — ஃபாலிக்கிளைத் தூண்டும் ஹார்மோன்
Food — உணவு
Fragmentation — சிறுகூறுகுதல்
Frontal lobe — முன்நெற்றி மடல்
Fructose — ஃப்ரக்டோஸ்
Fungiform papilla — காளான் வடிவமுகிழ்பு
Funnel movement — புனல் வடிவ அசைவு

G

Galactose — காலக்டோஸ்
Gametogenesis — பால்செல் பிறத்தல் அல்லது முதிர்தல்
Ganglia — நரம்புச் செல்திரள்
Gastric mill — இரைப்பை ஆலை
Gastrocnemius muscle — பின்முழங்கால் தசை
Gastropods — உடற்காலிகள்
Gelly fishes — இழுது மீன்கள்
General metabolism — பொது வளர்சிதை மாற்றம்
Gill — செவுள்
Globulin — குளோபுலின்
Glomerulus — குளோமெருலஸ் (நுண் குழாய்த் தொகுதி)
Glucose — குளுக்கோஸ்
Glupid — குளுப்பிட்
Glutelines — குளுட்டலின்கள்
Glycerol — கிளிசரால்
Glycogenesis — கிளைக்கோ ஜெனசிஸ்
Glycogenolysis — கிளைக்கோஜீனோலைசிஸ்
Glycolysis — கிளைக்கோலைசிஸ்
Glycoprotein — கிளைக்கோ புரதம்
Goitre — முன்கழுத்துக்கழல் அல்லது சுரப்பி வீக்கம்

Grandry's corpuscle — கிராண்ரி செல்
Granulocytes — கிரானுலோசைட்டுகள், துகள் அணுக்கள்
Green glands — பச்சை சுரப்பிகள்
Gustatory cells — சுவை உணர்ச்சிச் செல்கள்

H

Habituation — பழக்கப்படுத்தல்
Haem erythrin — ஹீம் எரித்திரின்
Haemocyanin — ஹிமோசையானின்
Haemoglobin — ஹிமோகுளோபின்
Haemolymph — இரத்த நிணம்
Haemorrage — இரத்த ஒழுக்கு
Heart — இதயம்
Heart beat — இதயத் துடிப்பு
Hepato pancreas — கல்லீரல்-கணையம்
Henle's loop — ஹென்லி வளைவு
Heterotrophic — வேற்றூட்டம்
Hibernation — குளிர்கால உறக்கம்
Hippuric acid — ஹிப்பூரிக் அமிலம்
Histedine — ஹிஸ்டிடைன்
Histones — ஹிஸ்ட்டோன்கள்
Holozoic — விலங்குபோல் உண்ணல்
Hormones — ஹார்மோன்கள்
Host — ஓம்புனர்
Humidity — ஈரப்பதம்
Hydrogen — ஹைட்ரஜன், நீர்வாயு
Hydrolases — ஹைட்ரோலேசஸ்
Hydrolymph — நீர்நிணம்
Hydrolysis — நீராற்பகுத்தல்
Hydrostatic pressure — நீர்நிலை அழுத்தம்
Hyperosmotic — நிறை அல்லது அதிக ஊடுகலப்பு
Hypertonic — அதிக உப்புத்தன்மை
Hypoosmotic — குறை ஊடுகலப்பு
Hypothalamus — ஹைப்போதாலமஸ்
Hypotonic — குறைவு உப்புத்தன்மை
Hypothyrodism — தைராய்டு குறைவு சுரத்தல்

I

Imprinting — மனத்துப்படிதல்
Impulse — துடிப்பு, தூண்டல்
Incus — பட்டடை எலும்பு
Inferior cervical ganglion — கழுத்து கீழ்நரம்பு செல்திரள்
Infundibulum — இன்ஃபண்டிபுலம்
Ingestion — உண்ணல், உட்கொள்ளல்
Insulin — இன்சுலின்
Intercellular — செல்லிடை
Internal fertilization — அகக்கருவுறுதல்
Internal respiration — உட்சுவாசம்
Internode — கணு இடை
Internunical cells — ஊடு நரம்புச்செல்கள்
Interoceptors — உள் உணர்ச்சி வாங்கிகள்
Interstitial fluid — ஊடுதிரவம்
Intracellular — செல்லினுள்
Instinct — இயல் ஊக்கம்
Invagination — உள் பிதுக்கம்
Involuntary muscle — இயக்குத் தசை
Ionic balance — அயனிகள் சமநிலை
Ionic regulation — அயனிகள் ஒழுங்குபாடு
Ionisation — அயனியாதல்
Iridiophores — இரிடியோபோர்கள்
Iris — கிருஷ்ணபடலம்
Irritoceptors — உறுத்தல் வாங்கிகள்
Islets of Langerhens — லாங்கர்ஹென்ஸ் அய்லெட்டுகள்
Isoleucine — ஐசோலியூசின்
Isometric contraction — சமநீள சுருக்கம்
Isomotic solution — சமஊடுகலப்புத் திரவம்
Isotonic contraction — சம இழுப்புச் சுருக்கம்
Isotonic solution — சம உப்புத்திரவம்
Isthmus — இஸ்துமஸ்

K

Katabolism — அழிப்பு மாற்றங்கள்
Keber's organ — கீபர் உறுப்பு
Kidney — சிறுநீரகம்
Kinocilium — கினோசிலியம்

Kreb's cycle — கிரெப் சுழற்சி
Kymograph — கைமோகிராஃப்

L

Labial palps — கீழுதடு
Labyrinth — லேபிரின்த்
Lactase — லாக்டேஸ்
Lactic acid — லாக்டிக் அமிலம்
Lasso — லாசோ
Latent period of muscular contraction — தசைச் சுருக்கத்தின் உள்ளார்ந்த நேரம்
Lateral line of sense organ — பக்ககோட்டு உணர்ச்சி உறுப்பு
Learning — கற்றறிதல்
Lecitho protein — லெசித்தோ புரோட்டீன் அல்லது புரதம்
Legumelin — லெகுமெலின்
Leucine — லியூசின்
Leucosine — லியூக்கோசின்
Lipid — கொழுப்பு
Lipho phores — லிப்போ போர்கள்
Lipolytic — லிப்போலைட்டிக்
Lobopodia — விரல்கால்கள்
Local reflex action — வட்டார அனிச்சைச் செயல்
Luciferin — லூசிஃபெரின்
Lung — நுரையீரல்
Luteotrophic hormone — லூட்டியோட்ரோபிக் ஹார்மோன்
Lymph — நிணநீர்
Lymphatic channels — நிணநீர்க் குழாய்கள்
Lymphnode — நிணநீர்சுரப்பி
Lymphocytes — நிணநீர் அணுக்கள்
Lysine — லைசின்

M

Macrophages — பெருமளவில் உண்ணுவன
Maintenance activities — பராமரிப்புச் செயல்கள்
Malleus — சுத்தி எலும்பு
Malpighian tubules — மால்பீஜியன் நுண்குழாய்

Maltase	—	மால்டேஸ்
Maltose	—	மால்டோஸ்
Mantle	—	போர்வை
Mastication	—	அரைத்தல்
Maxillary gland	—	மேல்தாடை சுரப்பி
Maximal stimulus	—	உச்சத்தூண்டல்
Maze	—	குழப்பவழி கருவி
Mechano receptors	—	இயக்க உணர்ச்சி வாங்கிகள்
Medium	—	இடையீட்டுப் பொருள்
Medulla	—	மெடுல்லா
Medulla oblongata	—	முகுளம்
Medullary sheath	—	மெடுல்லா உறை
Melanin	—	மெலனின்
Membrane of corti	—	கோட்டிபடலம்
Membrane potential	—	சவ்வு மின்சக்தி
Membranous cochlea	—	நத்தைச்சுருள் குழாய் படலம்
Mesencephalon	—	நடுமூளை
Mesoderm	—	நடுஅடுக்கு
Mesonephros	—	இடை நுண் சிறுநீரகம்
Metabolism	—	வளர்சிதை மாற்றம்
Metamorphosis	—	உருமாற்றம்
Metanephridium	—	பெரிய நுண் சிறுநீரகம்
Methionine	—	மெத்தியோனின்
Microsomes	—	மைக்ரோசோம்கள்
Middle cervical ganglion	—	நடுக்கழுத்து நரம்புச் செல்திரள்
Mineral salts	—	தாது உப்புகள்
Mitochondria	—	மைட்டோகோண்ட்ரியா
Mitosis	—	மைட்டோசிஸ், மறைமுகப்பிரிவு
Molecule	—	அணுத்திரள், மூலக்கூறு
Molecular weight	—	அணுத்திரள் எடை, மூலக்கூற்று எடை
Monocyst	—	மானோசிஸ்ட்
Monoecious	—	இருபால் உயிரின
Mono saccaride	—	மானோசாக்கரைடு
Motor nerves	—	இயக்க நரம்புகள்
Motoneuron	—	இயக்க நரம்புசெல்
Motor pathway	—	இயக்க வழி
Mucin	—	முயூசின்

Mucoid method — கோழை முறை
Mucus membrane — சிலேட்டுமப் படலம், கோழைச் சவ்வு
Mucus secreting cells — கோழை சுரக்கும் செல்கள்
Multipolar neuron — பலதுரு நரம்புசெல்
Muscle — தசை
Muscle twitch — தசைத்துடிப்பு
Muscle fibres — தசை நார்கள்
Muscle protein — தசைப் புரதம்
Muscular system — தசை மண்டலம்
Myelin sheath — மைலின் உறை
Myofibrils — தசைநார் நுண் இழைகள்
Myogenic heart — தசைத்தூண்டி தயாம்
Myometrium — மயோமெட்ரியம்
Myoneural junction — தசைநரம்பு சந்திப்பு
Myxedema — மந்திப்புக் கோளாறு

N

Nasal glands — நாசி சுரப்பிகள்
Nematocyst — கொட்டும் செல்
Neopallium — நியோபாலியம்
Neoteny — நியோட்டனி, இளமை மாறு நிலை
Nephridia — கழிவு நீரகங்கள்
Nerve — நரம்பு
Nerve ending — நரம்புமுனை
Nerve fibre — நரம்புநாண்
Nerve impulse — நரம்பு உணர்வலைகள்
Nervous pathway — நரம்புத்தடம்
Nervous system — நரம்பு மண்டலம்
Neural tube — நரம்புக்குழல்
Neurilemma — நியூரிலெம்மா, நரம்புவெளியுறை
Neurogenic heart — நரம்புத் தூண்டிதயம்
Neurogloea — நரம்புப் பசை
Neuro hypo physis — நியுரோஹைப்போ பைசிஸ்
Neuro motor apparatus — நரம்பு இயக்கு உறுப்புகள்
Neuro muscular junction — நரம்புத் தசையின் சந்திப்பு
Neuro muscular system — நரம்புத் தசை மண்டலம்
Neurons — நரம்புசெல்

Neutrophil — நியுட்ரோஃபில்
Neurilemma — நரம்பு வெளிச்சவ்வு
Nicotinic acid — நிக்கொடினிக் அமிலம்
Night blindness — இரவுக்குருட்டு
Nissl bodies — நிசில் உறுப்புகள் அல்லது உடலிகள்
Nitrogen — நைட்ரஜன்
Nitrogenous waste products — நைட்ரஜன் கழிவுப்பொருள்கள்
Node of Ranvier — ரான்வியர் கணு
Non-medullated — மைலின் உறையற்ற
Non-striated muscle — இயங்குதசை, வரியற்றதசை
Nucleic acid — உட்கரு அமிலம்
Nucleo protein — உட்கரு புரதம்
Nutrition — ஊட்டம்
Nyctolopia — மாலைக்கண்நோய்

O

Ocellus — தனிக்கண்
Oestrogen — ஈஸ்ட்ரோஜென்
Oestrone — ஈஸ்ட்ரோன்
Oestrous cycle — கலவி உணர்ச்சி வட்டம்
Olfactory bulb — நுகர்ச்சிக்குமிழ்
Olfactory lobe — நுகர்ச்சிப் பகுதி அல்லது மடல்
Olfactory receptors — நுகர்ச்சி உணர்ச்சி வாங்கி
Olfactory sac — நுகர்வுப் பை
Ommatidium — ஆமட்டீடியம்
Optic chiasma — பார்வை நரம்பு குறுக்கு
Optic lobes — பார்வைப் பகுதிகள் அல்லது மடல்கள்
Oral nerve ring — வாய்ச்சுற்று நரம்பு
Organ of Bojanus — போஜனஸ் உறுப்பு
Organ of Corti — கோர்ட்டி உறுப்பு
Ornithine — ஆர்னித்தின்
Ornithine cycle — ஆர்னித்தின் சுழற்சி
Oryzenine — ஒரிசெனின்
Osmoconformers — ஊடுகலப்பு ஒத்தமைவு
Osmoregulation — ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபாடு
Osmoregulators — ஊடுகலப்பு ஒழுங்கியக்கி

Osmosis	—	ஊடுகலப்பு, சவ்வூடுபரவல்
Osmotic concentration	—	ஊடுகலப்பு அடர்த்தி
Osmotic pressure	—	ஊடுகலப்பு அழுத்தம்
Otic ganglion	—	பார்வை நரம்பு செல்திரள்
Otolith	—	ஓட்டோலித்
Ovary	—	முட்டையகம்
Oviduct	—	முட்டை நாளம்
Ovulation	—	முட்டை விடுபடல்
Oxidation	—	ஆக்ஸிகரணி
Oxygen	—	ஆக்ஸிஜன், பிராணவாயு
Oxygen carrier	—	ஆக்ஸிஜன் தாங்கி
Oxy haemoglobin	—	ஆக்ஸி ஹிமோகுளோபின்
Oxytocin	—	ஆக்ஸிடோசின்

P

Pace maker	—	துரித ஒழுங்குபாடு
Pace setter	—	துரித நிர்ணயி
Pacinian corpuscle	—	பாசினியன் செல்
Papilla	—	முகிழ்பு
Parapodia	—	பக்க கால்கள்
Parasite	—	ஒட்டுண்ணி
Parasympathetic division	—	பக்கபரிவு நரம்பு மண்டலம்
Parathyroid gland	—	பக்கதைராய்டு சுரப்பி
Parietal lobe	—	பின்நெற்றிமடல்
Parthenogenesis	—	கன்னி இனப்பெருக்கம்
Pedal ganglia	—	கால் நரம்பு செல்திரள்
Pellagra	—	பெல்லாக்ரா
Pelvis	—	பெல்விஸ்
Pendular movement	—	ஊசல் அசைவு இடப்பெயற்சி
Penis	—	ஆண்குறி
Pepsinogen	—	பெப்சினோஜன்
Peptide	—	பெப்டைடு
Peptone	—	பெப்டோன்
Perimysium	—	தசை நார்கற்றை உறை
Peripheral nervous system	—	புற எல்லை நரம்பு மண்டலம்
Peristalsis	—	தொடர்தசை அலையியக்கம்
Peristaltic movement	—	தொடர்தசை அலையியக்கம்
Phagocyte	—	விழுங்குசெல், கழிவு உண்ணி
Phenylalanine	—	ஃபினைல் அலனின்
Phono receptors	—	பேச்சு உணர்ச்சி வாங்கி

Phosphoric acid — பாஸ்பாரிக் அமிலம்
Phosphorous — பாஸ்வரம்
Phosphorylases — பாஸ்போரிலேசஸ்
Photopigment — ஒளிநிறமிகள்
Photoreceptor — ஒளி உணர்வு வாங்கி
Photosynthesis — ஒளிச்சேர்க்கை
Phytoplankton — மிதவைத் தாவரங்கள்
Physiology — உடற்செயலியல்
Pigments — நிறமிகள், நிறத்துகள்கள்
Pineal gland — பீனியல் சுரப்பி
Pinna globin — பின்னுகுளோபின்
Pituitary gland — பிட்யூட்டரி சுரப்பி
Placoderms — பட்டை மீன்கள்
Placenta — இணைத்திசு
Plasma — பிளாஸ்மா, தாது
Plasmagel — பிளாஸ்மா கூழ்
Plasmalemma — பிளாஸ்மா லெம்மா
Plasmasol — பிளாஸ்மா திரவம்
Poikilothermic — மாறு வெப்பநிலை
Polar bodies — துருவ செல்கள்
Poly chaets — பல்சுணைக்கால்கள்
Polypeptide — பாலிபெப்டைடு
Polysaccaride — பாலி சாக்கரைடு
Post gangliionic nerve — நரம்புச்செல்திரள் பின் நரம்பு
Preganglion nerve — நரம்புச்செல்திரள் முன் நரம்பு
Pressure receptors — அழுத்த உணர்ச்சி வாங்கிகள்
Primary colour responses — நேர்கோள் நிற வெளிப்பாடல்
Progesteron — புரோகெஸ்டிரான்
Pronephros — முதல் நுண் சிறுநீரகங்கள்
Proprioceptors — அக உணர்ச்சி வாங்கிகள்
Prosencephalon — முன்மூளை
Prosthetic group — புராஸ்தெட்டிக் பகுதி
Protamines — புரோட்டமின்கள்
Protective reflex — பாதுகாப்பு அனிச்சை
Protein — புரதம்
Protein metabolism — புரத வளர்சிதை மாற்றம்
Proteases — புரோட்டியேசஸ்
Proteolytic enzyme — புரோட்டியோ லைட்டிக் நொதி
Prothrombin — புரோதிராம்பின்
Protonephridium — ஆதி நுண் சிறுநீரகம்

Prothoracic gland — முதல் மார்புக் கண்டச்சுரப்பி
Pseudopodium — பொய்க்கால்
Pseudopodial method — பொய்க்கால் முறை
Ptyalin — டைலின்
Pupil — கண்மணி
Purkinje fibre system — பர்கின்ஜி நார் மண்டலம்
Pyrophosphatases — பைரோபாஸ்பட்டேசஸ்

R

Radio receptors — ரேடியோ உணர்ச்சி வாங்கிகள்
Radula — முள்நாக்கு
Rami communicants — ராமி இணைப்புகள்
Ranvier node — ரான்வியர் கணு
Reabsorption — திரும்ப உறிஞ்சப்படல்
Receptor — உணர்ச்சி வாங்கி
Rectal gland — மலக்குடல் சுரப்பி
Red blood corpuscle — இரத்த சிவப்பு அணு
Reasoning — உண்மையறிதல்
Reflex action — அனிச்சைச்செயல்
Reflex arc — அனிச்சைவில்
Reflex frog — அனிச்சைதவளை
Reflex theory — அனிச்சை நியதி
Refractory period — ஒத்திசைவற்ற அல்லது முறிவு காலம்
Relaxation period — தளர்வுகாலம்
Repolarisation — மின்துருவ ஈர்ப்புத்திரும்பல்
Reserved food material — சேமிப்பு உணவுப்பொருள்
Respiration — சுவாசம்
Respiratory quotient — சுவாச ஈவு
Respiratory pigments — சுவாச நிறமிகள்
Resynthesis — திரும்ப உண்டாதல்
Reticulopodia — வலைக்கால்கள்
Retina — விழித்திரை
Retinene — ரெட்டினேனே
Reward training — பரிசுப் பயிற்சி
Rhabdom — ராஃப்டோம்
Rhodopsin — ரொடாப்சின்
Rhomben cephalon — கடைமூளை
Riboflavin — ரிபோஃபிளேவின்

Ricket — ரிக்கட்
Rightining reflex — திருத்த அனிச்சை
Rigor mortis — உடல் விறைப்பு
Rodcells — கோல்செல்கள்
Rods of corti — கோர்டி கோல்கள்

S

Sacculus — சாக்குலஸ்
Salinity — உப்புத்தன்மை
Saprozoic — சாற்றுண்ணல்
Sarcolemma — தசைநார் உறை
Sarcoplasm — சார்கோபிளாசம், தசைநார் கூழ்
Sarcoplasmic recticulum — தசைநார் கூழ்வலை
Scala tymphany — ஸ்காலா டிம்பானி
Scala vestibule — ஸ்காலா வெஸ்டிபியூல்
Schwann cells — சுவான் செல்கள்
Sciatic nerve — கால் நரம்பு
Sclerotic coat — விழிவெளிப் படலம்
Scurvy — ஸ்கர்வி
Secondary colour responses — துணை நிற வெளிப்படல்
Segments — கண்டம்
Segmental ganglion — கண்ட நரம்பு செல்திரள்
Semicircular canal — அரைவட்டக் குழல்கள்
Seminal vesicle — விந்து தங்குப்பை
Sense organs — உணர்ச்சியுறுப்புகள்
Sensory pathways — உணர்ச்சிப் பாதைகள்
Sensory nerves — உணர்ச்சி நரம்புகள்
Sensory neurons — உணர்ச்சி நரம்பு செல்கள்
Setose method — நுண்முட்கள்முறை
Sex glands — பமல் உறுப்பு சுரப்பிகள்
Sexual reproduction — பால் இனப்பெருக்கம்
Simple protein — தனிப் புரதம்
Sino - atrial node — சைனோ ஏட்ரியல்கணு
Sino - auricularnode — சைனோ மேலறைக்கணு
Sinus venosus — சைனஸ்வினோசஸ்
Sodium hydroxide — சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு
Sodium pump — சோடியம் பம்பு
Solenocytes — சொலினோசைட்டுகள்

Soluble food	—	கரைந்த உணவு
Solution theory	—	திரவநியதி
Somatotropic hormone	—	சொமட்டோட்ரோஃபிக் ஹார்மோன்
Spasms	—	தசைச்சுரிப்பு
Special metabolism	—	சிறப்பு வளர்சிதை மாற்றம்
Spermatogenesis	—	விந்து செல் முதிர்தல்
Spinal cord	—	தண்டுவடம்
Spinal nerves	—	தண்டுவட நரம்புகள்
Spinal reflexes	—	தண்டுவட அனிச்சைகள்
Spiracles	—	சுவாசத் துளைகள்
Spores	—	சிதல் விதைகள்
Staircase phenomenon	—	ஏறுபடிநிலை
Stapes	—	அங்கவடி எலும்பு
Statocyst	—	சமநிலை சீர் உறுப்பு
Stearic acid	—	ஸ்டீரிக் அமிலம்
Stellate ganglion	—	ஸ்டெல்லேட் நரம்புசெல்திரள்
Stenohaline	—	ஸ்டீனோகலைன்
Stereotyped	—	ஒரே போக்கான
Steroid	—	ஸ்டீராய்டு
Sterol	—	ஸ்டீரால்
Striated muscle	—	வரித்தசை
Striped muscle	—	வரித்தசை
Sublingual gland	—	கீழ்நாக்குச் சுரப்பி
Submaxillary gland	—	கீழ்தாடை சுரப்பி
Sucrolytic	—	சுக்ரோலைட்டிக்
Sucrose	—	சுக்ரோஸ்
Sulphur	—	கந்தகம்
Summation	—	தொகுத்துச் சுருங்குதல்
Superficial nerve net	—	மேற்படல நரம்புவலை
Superior cervical ganglion	—	கழுத்து நரம்புசெல்திரள்
Supra renals	—	அட்ரீனல் சுரப்பி
Suprarenin	—	சுப்ராரெனின்
Symbionts	—	உடன்வாழ்பவை
Sympathetic division	—	பரிவுப்பகுதி
Synapse	—	இணைப்பு
Systole	—	இதயச் சுருக்கம்
Swim bladder	—	மிதவைப்பை

T

Tango receptors	—	தொடு உணர்ச்சி வாங்கிகள்
Target organs	—	இலக்கு உறுப்புகள்
Taxis	—	டாக்சிஸ்
Telen cephalon	—	வால்மூளை
Temperature	—	தட்பவெப்ப நிலை
Tentacular method	—	பற்றிழைமுறை, உணர்ச்சி நீட்சிமுறை
Testosteron	—	டெஸ்டோஸ்டீரான்
Tetanic contraction	—	தொடர் சுருக்கம்
Tetanus	—	நரம்பிசுவுநோய்
Thermoreceptors	—	தட்பவெப்ப உணர்ச்சி வாங்கிகள்
Thiouracil	—	தயோயுரேசில்
Thiourea	—	தயோயூரியா
Threonine	—	திரியோனின்
Threshold stimulation	—	தொடக்கத்தூண்டுதல்
Thrombin	—	திராம்பின்
Thrombocyte	—	திராம்போசைட்டு, இரத்தத்துகள்
Thromboplastin	—	திராம்போபிளாஸ்டின்
Thymus gland	—	தைமஸ் சுரப்பி
Thyroid gland	—	தைராய்டுசுரப்பி, கேடயச் சுரப்பி
Thyroid stimulating hormone	—	தைராய்டைத் தூண்டும் ஹார்மோன்
Tonicity	—	உப்புத்தன்மை
Tracer method	—	தடம்பதி வேதி முறை
Tracheal tubes	—	சுவாசக் குழல்கள்
Tracheoles	—	சுவாச நுண்குழாய்கள்
Transferases	—	ட்ரன்ஸ்ஃபெரேசஸ்
Triglyceroid	—	ட்ரைகிளிசராய்டு
Trimethyl amine	—	ட்ரைமெத்தில் அமைன்
Trioline	—	ட்ரையோலின்
Tripalmitin	—	ட்ரைபால்மிட்டின்
Trypsin	—	ட்ரிப்சின்
Tryptophane	—	ட்ரிப்டோபேன்
Tube feet	—	குழாய்க்கால்
Tympanic organ	—	செவிப்பறை உறுப்பு
Typhlosole	—	டிஃப்லோசோல், குடல்மடிப்பு

U

Ultra violet ray	—	புறவூதாக் கதிர்
Undulating membrane	—	அலையியக்கச் சவ்வு
Undulating movement	—	அலையியக்க அசைவு
Unipolar neurons	—	ஒருதுருவ நரம்புசெல்
Universal donors	—	பொதுப் புரவலர்கள்
Universal receipients	—	பொது பெறுநர்கள்
Ureotelic	—	யூரியா நீக்கி
Ureter	—	சிறுநீரக நாளம்
Uria	—	யூரியா
Uric acid	—	யூரிக் அமிலம்
Urico telic	—	யூரிக்அமில நீக்கி
Uriniferous tubule	—	சிறுநீரக நுண்குழாய்கள்
Urochordates	—	வால் முதுகுத் தண்டினங்கள்
Uterus	—	கருப்பை
Utriculus	—	யுட்ரிகுலஸ்

V

Valine	—	வாலின்
Vasa efferentia	—	விந்தக நாளம்
Vasdeferens	—	விந்து நாளம்
Ventral fissure	—	கீழ் ஓடை
Ventral root	—	கீழ் வேர்
Visceral nervous system	—	உள்ளுறுப்பு நரம்புமண்டலம்
Visual pigments	—	பார்வை நிறமிகள்
Vitamins	—	வைட்டமின்கள்
Voluntary muscle	—	இயங்குதசை

W

Warm blooded	—	வெப்ப இரத்தம்
Water loss	—	நீர் இழப்பு
Water lungs	—	நீர் நுரையீரல்கள்
Water vascular system	—	நீர் இரத்த ஓட்டம்
Weberian ossicles	—	விபேரியன் துண்டு எலும்புகள்
White blood corpuscles	—	இரத்த வெள்ளை அணுக்கள்

X

Xeropthalmia	—	சீரோப்தால்மியா

Y

Yeast — ஈஸ்டு

Z

Zanthophores — சான்த்தோபோர்கள்
Zooplankton — மிதவை பிராணிகள்
Zymogen — சைமோஜன்