ஒப்பீட்டு விலங்கு இயங்குவியல்

முனைவர் S. சுவாமிர ாதன்

தமிழ்நாடு மாநில உயர்கல்வி மன்றம்
சென்னை - 600 005

ஒப்பீட்டு விலங்கு இயங்குவியல்

முனைவர் S. சுவாமிநாதன்

தமிழ் நாடு மாநில உயர்கல்வி மன்றம்
சென்னை-600 005

முதற் பதிப்பு : 2013

பதிப்புரிமை : தமிழ்நாடு மாநில உயர்கல்வி மன்றம்
சென்னை - 600 005

நூலின் பெயர் : ஒப்பீட்டு விலங்கு இயங்குவியல்

நூலாசிரியர் : பேரா. எஸ். சுவாமிநாதன்
விலங்கியல் துறை பேராசிரியர் (ஓய்வு)
எண். 3 தேரடிப்பிள்ளையார் கோயில் தெரு,
சிதம்பரம்.

விலை : ரூ. **62.00**

அச்சிட்டோர் : பவர்மேன் பிரிண்டர்ஸ்
எண்.6/15, டாக்டர் ராதாகிருஷ்ணன் நகர்
3வது தெரு, கொருக்குப்பேட்டை
சென்னை – 600 021.
செல் : 98846 99888, 9840823160

T P M LIBRARY * MADURAI KAMARAJ UNIVERSITY
299163

இந்நூல் ஆசிரியர் **Dr.S. சுவாமிநாதன்** அவர்கள்

அண்ணாமலைப் பல்கலைக் கழகத்தில் விலங்கியல் துறையில் B.Sc (Hons.), M.Sc (Research), Ph.D. (Research) பட்டங்களும், ஆசிரியர் பயிர்ச்சித் துறையில் M.Ed. பட்டமும் பெற்றவர். 1953ல் விலங்கியல் செய்முறைப் பயிற்றுனர், விரிவுரையாளர், உதவி பேராசிரியர், தொலைதூரக்கல்வி விலங்கியல் துறைப் பேராசிரியராகவும் இருந்து ஒய்வு பெற்றவர். பின்பு மேலையூர் பூம்புகார் கல்லூரியில் நீர்வளவியல் துறையில் தகைசால் பேராசிரியராக (Emeritus Professor) மூன்று ஆண்டுகள் பணியாற்றியவர். இவரது பல ஆய்வுக் கட்டுறைகள் அறிஞர்களால் மேற்கோள்களாக் காட்டப்பட்டுள்ளன. சென்னைப் பல்கலைக் கழகம் நடத்திய அறிவியலைத் தமிழில் பயிற்றுவிக்கும் திட்டத்தில் பங்கேற்றவர். துணை ஆசிரியர், பேராசிரியர் அருணாச்சலம் அவர்களுடன் "அறிவியல் ஆயிரம்" என்ற புத்தகம் எழுதித் தமிழ்நாடு அரசின் பரிசு பெற்றவர். அண்மையில் தமிழ்நாடு மாநில உயர்க்கல்வி மன்றம் சார்பில் "நீர்உயிரி வளர்ப்பியல்" என்ற புத்தகம் இளநிலை பட்டப் படிப்பின் விருப்ப பாடத்திற்காக எழுதியுள்ளார்.

இந்நூல் தயாரிப்பில் தேவையான உறுதுணை நூல்களைக் கொடுத்துதவிய அண்ணாமலைப் பல்கலைக் கழக விலங்கியல் துறை பேராசிரியர்களான என் மாணவ மாணிக்கங்கள் முனைவர் M.சபேசன், முனைவர் R.ராமலிங்கம், முனைவர் திருமதி, செல்வி சபாநாயகம் ஆகிய அனைவருக்கும் என் உளமார்ந்த நல்லாசிகள். இந்நூல் தயாரிப்பில் உதவிய சிதம்பரம் ஸ்ரீ வேலன் பிரஸ் உரிமையாளர், என் இனிய நண்பர் பேராசிரியர் S.கலியபெருமாள் அவர்களுக்கும் அவரின் குழுவினற்கும் என் அன்புகலந்த நன்றி உரித்தாகுக.

முனைவர் **S. சுவாமிநாதன்**

முன்னுரை

அன்பிற்குரிய மாணவச் செல்வங்களே . . . !

இயங்குவியல் என்பது சுருங்கச் சொல்லில் எவ்வாறு உயிரிகள் இயங்குகின்றன என்றும் குறிப்பாக எவ்வாறு அவைகள் தங்கள் சூழ்நிலைகளில் வெற்றிகரமாக இயங்குகின்றன என்பதுமே ஆகும்.

விலங்கு இயங்குவியல் பொதுவாக இரண்டு விதமான தொடர்புகளைக் கொண்டது. ஒன்று பொதுமுறையும் மற்றொன்று ஒப்பீட்டு முறையும் ஆகும். பொது முறை, செல்களின் இயங்கு முறை இரண்டும் ஒன்றெனக் கருதப்படுகிறது. பொது முறையில் எல்லா விலங்கினங்களிலும் செல்களின் இயங்கு முறைகளில் வேதியியல், இயற்பியல் மாறுபாடுகளும் ஒரு பொது ஒழுங்கு முறையைக் கடைப் பிடித்தலைக் காண்கிறோம். ஒப்பீட்டு முறை என்பது வெவ்வேறு சூழ்நிலைகளில் உள்ள விலங்குகளின் தக அமைப்புகளுடன் கூடிய இயங்கு முறைகளை அறிவதாகும். இவ்விரு முறைகளும் வெவ்வேறாக தோன்றினாலும் ஒன்றுக் கொன்று தொடர்புடையதே யாகும். இவற்றால் பலவிதமான சூழ்நிலையில் உள்ள விலங்குகளின் பிரச்சனைகளைத் தெரிந்து கொள்வதுடன், அவற்றை அவை எவ்வாறு சரி செய்துக் கொள்கின்றன என்பதனையும் அறிந்து கொள்கின்றோம்.

ஒப்பீட்டு விலங்கு இயங்குவியல்

பாடத்திட்டம்

தொகுதி 1.0 ஒப்பீட்டு இயங்குவியலின் நோக்கங்களும், குறிக்கோள்களும்

1.1 பொதுவான இயங்கு விதங்களும், முறைகளும்

1.2 ஒப்பீட்டு முறையின் மதிப்பீடு

1.3 விலங்கு மற்றும் செல் இயங்குவியல்

தொகுதி 2.0 சுவாசித்தல், உறுப்புகள் மற்றும் பலவித விலங்கின தொகுதிகளில் சுவாச நிறமிகள்.

தொகுதி 3.0 உணவு உண்ணும் முறைகளும் அவற்றின் சீராக்கமும்.

தொகுதி 3.1 செரித்தலின் ஒப்பீட்டு செயல்பாடு

தொகுதி 4.0 வெவ்வேறு விலங்கினத் தொகுதிகள் நைட்ரஜன் கழிவு வகை முறைகள்

தொகுதி 5.0 வெவ்வேறு விலங்கினத் தொகுதிகளில் ஊடுறுவற் சீரமைப்பு முறைகள்

தொகுதி 6.0 வெப்பச் சீரமைப்பு

6.1 வெப்ப இரத்த விலங்குகள்

6.2 தட்ப இரத்த விலங்குகள்

6.3 குளிர் உறக்கம், வெப்ப உறக்கம்

தொகுதி 7.0 உடற் திரவங்களின் சுழற்சியும் அவைகளில் சீரமைப்பும்

தொகுதி 8.0 உணர் வேற்பு இயங்குவியல் ஒரு ஒப்பீடு
8.1 இயக்க உணர்வேற்பு
8.2 ஒளி உணர்வேற்பு
8.3 ஒலி உணர்வேற்பு
8.4 வேதிப்பொருள் உணர்வேற்பு

தொகுதி 9.0 விலங்குகளிடையே தகவல் தொடர்பு
9.1 உயிரி ஒளிக்கதிர்கள்
9.2 ஃபெரோமான்களும் மற்றும் ஏனைய குறை வேதிப்பொருள்களும்
9.3 கேட்கும் சமிக்ஞைகள்

தொகுதி 10.0 வளர்சிதை மாற்ற வழிகளும் விலங்கினத் தொகுதிகளில் அவற்றின் மாறுபாடுகளும்

தொகுதி 11.0 சுருங்கி விரிதல் அமைப்பு காரணிகள்.

வெவ்வேறு விலங்கின தொகுதிகளில்

செல்களும் திசுக்களும்

11.1 தசை அமைப்பும் இயங்கு முறையும், தொடர்பும்

11.2 இடப்பெயர்ச்சிகள் - அமீபா போன்று, குன்றிழைகள் மூலமாக மற்றும் நீள் இழைகள் மூலமாக

11.3 தனித்தன்மை உறுப்புகள் (எ.கா) மின்விசை உறுப்புகளும், திசுக்களும்

தொகுதி 12.0 நிறமிகளும் அவைகளின் இயங்கு முறைகளும்

பொருளடக்கம்

		பக்கம்
1.	ஒப்பீட்டு இயங்குவியலின் நோக்கங்களும் குறிக்கோள்களும்	1
2.	சுவாசித்தல்	5
3.	உணவு உண்ணும் முறைகளும் அவற்றின் சீராக்கமும்	34
4.	வெவ்வேறு விலங்கினத் தொகுதிகளில் நைட்ரஜன் கழிவு வகை முறைகள்	55
5.	வெவ்வேறு விலங்கினத் தொகுதிகளில் ஊடுருவச் சீரமைப்பு முறைகள்	65
6.	வெப்ப சீரமைப்பு	98
7.	திரவங்களின் சுழற்சியும் அவைகளின் சீரமைப்பும்	107
8.	உணர்வேற்பு இயங்குவியல் ஒரு ஒப்பீடு	117
9.	விலங்குகளிடையே தகவல் தொடர்பு	154
10.	வளர்சிதை மாற்ற வழிகளும் வெவ்வேறு விலங்கினத் தொகுதிகளில் அவற்றின் மாறுபாடுகளும்	176
11.	சுருங்கிவிரிதல் அமைப்புக் காரணிகள். வெவ்வேறு விலங்கினத் தொகுதிகளில் செல்களும். திசுக்களும்	201
12.	நிறமிகளும் அவைகளின் இயக்குமுறையும்	230

தொகுதி 1.

ஒப்பீட்டு இயங்குவியலின் நோக்கங்களும் குறிக்கோள்களும்

தற்போதுள்ள உயிரியல் கல்வி என்பது கடந்த பத்து ஆண்டுளுக்கு முன்பாக பயிலப் பட்ட அல்லது தெரிந்து கொள்ளப்பட்ட செய்திகளை விட மிக நுணுக்கமானதாகவும், புதுமையானதாகவும் அமைந்துள்ளன. ஆராய்ச்சிகளின் அதிவேக முன்னேற்றம், அவற்றிற்கு உதவியான புதிய யுக்தி கருவிகள், மிக விரைவில் முடிவுகளை பரிமாற்றம் செய்தல் போன்றவைகளால் உயிரியல் ஆதாரங்களையே மிக வலுப்படுத்துவதாகவும் அமைந்துள்ளன. இவ்வாறு கிடைத்த முடிவுகள் தனித்தனி விலங்குகளில் இயங்கும் முறை, மற்றய தொகுதி விலங்குகளில் இயங்கும் முறை போன்றவைகளை ஒப்பிட்டு கவனிக்கும் போது, அவை எவ்வாறு ஏற்பட்டுள்ளன, பரிணாம வளர்ச்சியில் அதன்பங்கு எவ்வாறு உள்ளது என்ற நோக்கத்திற்குரிய விடைகள் கிடைக்கின்றன. மேலும் இவ்விடைகளை ஆதாரமாகக் கொண்டு செயலியலில் ஏற்படும் முக்கிய முடிவுகளின் அமைப்பையும் எதிர்கால வளர்ச்சிக்கு அவற்றை எவ்வாறு பயன் படுத்தலாம் என்பதையும் தெரிந்து கொள்ளவும் வாய்ப்பாக உள்ளது. நோக்கத்தைத் தெரிந்து கொண்டு அதனை எவ்வாறு பயன்படுத்தலாம் என்பது குறிக்கோள் ஆகும்.

தற்போது இக்குறிக்கோள்களை செயல்படுத்தும் துறைகள் (1) நோய் அறிகுறி செயலியல் *(Pathological physiology)* (2) மருத்துவ ஆதாரச் செயலியல் *(Clinical*

physiology) மற்றும் (3) சுற்றுச்சூழ் செயலியல் *(Ecological physiology)* என்பனவாகும்.

கடந்த பத்தாண்டுகளில் உயிரியல் என்பது வெகுவாக முன்னேற்றம் அடைந்துள்ளது. புது உத்திகளும் உபகரணங்களும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு புதிய பிரிவுகளான மூலக்கூறு உயிரியல், *(Molecular,biology)* கணினி தொழில் நுட்ப உயிரிக்கம் *(Computational biology)* போன்றவை வழக்கத்திற்கு வந்துவிட்டன. இவ்விரு பிரிவுகளையும் சேர்த்து உயிரி செய்தியியல் *(Bioinformatics)* என்ற புதிய பிரிவும் நடைமுறைக்கு வந்துள்ளது. இதனால் சுகாதாரம், தேக ஆரோக்யம், மருத்துவ ஆய்வு, விவசாயம், நோய் உண்டாக்கும் காரணிகள், சூழ்நிலை விபரங்கள், மருந்து வகைகள் போன்ற பல நிலைகளுக்கு தெளிவுகள் கிடைக்கப்பெறுகிறோம்.

1.1 பொதுவான இயங்கு விதங்களும், முறைகளும்

பொது இயங்குவியல், செல்களின் அமைப்பு, செயல்கள் போன்றவைகளைச் சார்ந்துள்ளது. பொது இயக்கம் என்பது விலங்குகளின் எல்லா வித செயல்பாடுகளிலும் ஒரு அடிப்டையான முறையைப் பின்பற்று வதைக் காண்கிறோம் இம்முறை வெவ்வேறு சூழ்நிலைகளில் உள்ள விலங்குகளிலும் பொதுவாகக் காணப்படுகிறது. 1940-ல் மின்னணு நுண்பெருக்கி *(Electron Microscope)* கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பின்னர் செல்களின் உள் அமைப்பு, அதனுள் இருக்கும் மிக நுண் பொருள்களின் அமைப்பு, செயல்திறன் போன்றவைகளையும் தெரிந்து கொள்ள முடிந்தது.

1.2 ஒப்பீட்டு முறையின் மதிப்பீடு

விலங்கினங்களின் செயல்பாடுகளைத் தெரிந்து கொள்ளும் போது அவை வெவ்வேறு சூழ்நிலைகளில் இயங்கும் போது சந்திக்கும் பிரச்சனைகளும் அவற்றை எம்முறையில் சரி செய்துக் கொள்கின்றன என்பதை ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும் போது, விலங்கினங்களின் ஒற்று, உறவுகளையும் அவை எவ்வாறு பரிணாம வளர்ச்சி அடைகின்றன என்பதையும் நன்கு தெரிந்து கொள்ள முடிகிறது.

1.3 விலங்கு மற்றும் செல் இயங்குவியல்

சுமார் 3.5 மில்லியன் வருடங்களுக்கு முன்னால் பூமியின் வெப்பநிலையில் இருந்த கடல்நீரில் கந்தகக் கூட்டுப் பொருள்கள் இருந்தன. இந்நிலையில் இருந்த கடல் நீரில் முதன் முதலாக உட்கருவற்ற *(Prokaryotic)* செல்கள் தோன்றின. இவையே பின்பு உட்கருவுடன் கூடிய முதலுயிரிகளின் முன்னோடிகளாகும். இவை பாக்டிரியாவைப் போன்றவை களாகவும், எல்லா சூழ்நிலைகளிலும் தக அமைப்புகளுடன் இருந்து தற்காலம் வரை நீடித்து உள்ளன. பின்னர் உட்கருவுடன் கூடிய உயிரிகள் தோன்றி விலங்கின, உயிரிகளென தனிவழியில் பரிணாமவளர்ச்சி பெற்று எல்லா செயல்பாடுகளையும் மிக நுணுக்கமான முறையில் இயங்கி, பல செல்களாலான உயிரிகளின் தோற்றத்திற்கு முன்னோடியாக இருந்தன. ஒரேசெல்லில் இயங்கிய பல விதமுறைகளைச் செயல் படுத்துவதற்கு பல செல்களுடன் கூடிய திசுக்களால் ஆன உறுப்பாகவும், ஒவ்வொரு செயலுக்கும் குறிப்பிட்ட திசுக்களும், மேலும் சுற்றுச்

சூழலுக்கேற்ப, மாறுபட்ட செல்கள், திசுக்கள் போன்றவைகளுடன் விலங்கினங்கள் பெருகி பரிணாம நிலையில் பல தொகுதி விலங்குகளும், பல சூழ்நிலைகளில் வாழும் விலங்கினங் களாகவும், பல்கிப் பெருகின.

தொகுதி 2

சுவாசித்தல்

சுவாசித்தலால் நாம் உயிரோடு இருக்கிறோம் என்பதை நாம் எல்லோரும் அறிவோம். அதாவது வெளிக்காற்று உடலுக்குள் சென்று உள்காற்று வெளி விடப்படும் முறைக்கு சுவாசித்தல் என்றும் மற்றும் வாயுக்களின் மாற்றம் என்றும் சொல்லப்படும். இதில் நமது உடலுக்கு வேண்டிய பிராணவாயு எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டு உடல் இயங்குவதை பிராணன் (உயிர்) என்பதால் இவ்வாயுவை பிராணவாயு என்கிறோம், நமது உடலிலுள்ள உறுப்புகளின் செயல்களுக்கும், அவைகளில் உள்ள செல்களுக்கும் சக்தி தேவைப்படுகிறது. இச்சக்தி உடலிலுள்ள சத்துப்பொருள்களோடு சேர்ந்து வெளிப்படுகிறது. எல்லா உயிரிகளுக்கும் சக்தியின் பொருட்டு பிராணவாயு தேவைப்பட்டு இவ்வாயு சுவாசித்தலால் கிடைக்கப்பெறுதலால், சுவாசித்தல் என்பது ஒரு இன்றியமையாததும், தவிர்க்க முடியாததுமான செயலாகும்.

சுவாசித்தலின் முறையில் செல்லில் உள்ள முதனுயிரிசத்தில் *(Protoplasm)* வேதிமாற்றங்கள் ஏற்பட்டு, சக்தியுடன் உபபொருளான கரியமில வாயுவும் வெளிவருகிறது. ஒரு செல் உயிரிகளிலும், கடற்பஞ்சுகள், உட்குடலிகளிலும் பிராணவாயு நேராக சுற்றுப்புறத் தண்ணீரிலிருந்து எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டு, அவ்வாறே கரியமிலவாயுவும் வெளிப்புறத்திலுள்ள தண்ணீரில் விடப்படுகிறது. உருவம் பெரிதாக இருப்பதாலும், வெவ்வேறு சூழ்நிலைகளில் இருப்பதாலும், திசுக்களின் மாறுபாடுகள், செயல்முறைகள்

வேறுபடுவதாலும் ஒரு தனித்தன்மை உள்ள இயங்குமுறையினால் உள்ளிருக்கும் செல்களுக்கு பிராணவாயு எடுத்துச்செல்லப்படும் அவயவங்களுக்கு சுவாச உறுப்புகள் *(Respiratory organs)* என்று பெயர், பெரிய உயிரிகளில், தோல், செவுள்கள், புப்புசங்கள் போன்ற நன்கு செயல்படும் உறுப்புகள் அமைந்துள்ளன. பெரிய விலங்குகளில் எவ்வளவு பெரிய சுவாச உறுப்புகள் இருந்தாலும், வாயு பரிமாற்றம் ஒவ்வொரு செல்லிலும் நடக்க வேண்டும். மேலும் பிராணவாயு இடைவிடாது செலுத்தப்பட வேண்டியதால் அதை உட்செலுத்தும் முறையும் *(Ventilation)* தக அமைப்புடன் இருத்தல் வேண்டும். எனவே பரிணாம முறையில் பிராணவாயுவைச் செலுத்தும் முறை, அதை எடுத்துச்செல்லும் திரவம் போன்றவை படிப்படியாக முன்னேற்றம் அடைந்துள்ளன.

ப்ரீஸ்ட்லி *(Priestly)* என்பவர் பிராண வாயுவைக் கண்டுபிடித்தும், ராபர்ட் ஹூக் *(Robert Hook)* என்பவர் சுவாசித்தலில் பிராணவாயுவின் பங்கு பற்றியும், லவாய்சர் *(Lavoisier)* என்பவர் சுவாசித்தலின் போது பிராணவாயு எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டு கரியமிலவாயு வெளிப்படுதல் என்னும் முறையை விளக்கினர்.

சுவாசித்தல் முறைகள் :

(1) வெளிச்சுவாசம் *(External respiration)* நாம் மூச்சை இழுத்து வெளியே விடும் முறை, நம்மால் உணரப்பட்டு, இழுக்கும் தன்மையை உட்சுவாசம் *(Inspiration)* என்றும், வெளி விடுவதை வெளிச்சுவாசம் *(Expiration)* என்றும்

பெயரிடப்பட்டுள்ளன. உட்சுவாசத்தினால் வெளியிலுள்ள பிராணவாயு உள்ளே சென்றும் வெளிச்சுவாசத்தின் போது உள்ளே இருக்கும் கரியமிலவாயு வெளிச்செல்லுதலும் ஆகும். வாயு மாற்றங்கள் விலங்குகளில், தோல், செவுள்கள், புப்புசங்கள் போன்ற உறுப்புகளால் செயல்படுத்தப்படும்.

உட்சுவாசம் :

செல்களுக்கும் ஆக்ஸிஜனை எடுத்துச்செல்லும் திரவங்களுக்கும் இடையே ஏற்படும் வாயு மாற்றங்கள் உட்சுவாசம் எனப்படும். மேலும் இம்முறையில் வாயு மாற்றம் ஏற்படுவதால் இதை செல்லின் சுவாசம் எனவும் அழைக்கிறோம்.

*G.S.*கார்ட்டர் *(G.S.Carter)* என்பவரின் அணுகுமுறைக் கேற்ப, சுவாசித்தல் மூன்று நிலைகளாகக் கருதப்படுகிறது. (1) புப்புசங்கள், செவுள்கள், தோல் போன்றவைகளில் வாயு மாற்றம் (2) புப்புசங்களிலிருந்து வாயுக்களை திசுக்களுக்கு எடுத்துச் செல்லுதல் (3) திசுக்களுக்கும் இரத்தத்திற்கும் இடையே உள்ள வாயு மாற்றம்.

சுவாச உறுப்புகள் (Respiratory organs) :

புறத்தோல் :- முதனுயிரிகள் (படம் 1), கடற்பஞ்சு, குழி உடலிகள், புழுவகைகள், இருவாழ்விகள் போன்றவை புறத்தோலின் வழியாக வாயு மாற்றத்தைப் பின்பற்றுகின்றன. புறத்தோல் ஈரப்பதமுள்ளதாகவும், இரத்தக் குழாய்கள்

படர்ந்திருப்பதாலும் பிராணவாயு ஊடுருவல் சாத்தியமாகிறது. கீடாப்டீரஸ் *(Chaetopterus)* மற்றும் நேரிஸ் (ழிமீகூசீமீவீஉ) போன்றவை இரு பக்கங்களிலும் உள்ள துடுப்பு போன்ற அமைப்பினால் *(Parapodia)* (படம் 2) தண்ணீரை நன்றாக புறத்தோலில் செலுத்து கின்றன.

செவுள்கள் (Gills) :

மல்லுடலி வகைகளில், மட்டிகள், கணுக்காலிகள், மீன்வகைகள் போன்றவை செவுள்களால் சுவாசிக்கின்றன. செவுள்கள் இழைகளால் ஆனதும், அதிகமாக இரத்தத் தந்துகிகளினால் சூழப்பட்டும் உள்ளன. உடலின் உள்ளே அமைந்துள்ள செவுள்களுக்கு உட்செவுள்கள் *(Internal gills)* என்றும் புறத்தோலில் அமைந்துள்ள செவுள்களுக்கு புறச்செவுள்கள் *(External gills)* என்றும் பெயர். சில உயிரிகளில், வளர்ச்சியின்பொழுதோ, உருமாற்றத்தின் பொழுதோ, உயிரியின் வெளிப்புறத்தில், நீழ்ச்சியாகவும் இரத்தத் தந்துகிகள் உடையனவாகவும் இருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக தவளையின் உருமாற்றத்தின் போது லார்வா (Larva) நிலையில் இத்தகைய உறுப்பு தோன்றுகிறது.

கணுக்காலிகளில் நண்டுகள், இறால்கள், முள்இறால் போன்றவைகளில் செவுள்கள் உள்ளன. (படம் 3), உடல் முன்புறத்திலுள்ள கணுக்கள் செவுள்களை உடையனவாகவும், இச்செவுள்கள் கடினமான தோலினால் மூடப்பட்டும் இருக்கும். கணுக்காலிகளில் உள்ள துடுப்பு போன்ற உறுப்பினால் (Scaphograthite) தண்ணீர் செவுள்களின் மேல் செலுத்தப்படுகிற [illegible] ச்சிகளில் வயிற்று பாகத்திலோ,

அல்லது வால் புறத்திலோ வெளிச்செவுள்கள் போன்றுள்ளன. தும்பியின் லார்வாவில் இத்தகைய செவுள்கள் உள்ளன. இச்செவுள்களில் மெல்லிய நுண் காற்றுக் குழாய்கள் உள்ளன. இரத்த ஓட்டம் இல்லை. மெல்லுடலிகளின் செவுள்கள் பலவகைகளாக உள்ளன.

மட்டி :

செவுள்கள் இருபக்கங்களிலும் விதானத்திற்கும் உடலுக்கும் நடுவே அமைந்துள்ளன. விதானம் மட்டியின் பின்புறம் குவிந்து தண்ணீரை உட்செலுத்தி, செவுள்களின்மேல் தண்ணீர் பாய்ந்து, மேல்புறத்தில் பின்புறமாகவே தண்ணீரை வெளியேற்றிவிடும். இத்தண்ணீரால் வாயு மாற்றம் ஏற்படுகிறது. (படம் 4), கைடானில் (Chiton) 6 முதல் 80 வரை மெல்லிய நீள் செவுள்கள் வாய்க்கால் போன்ற உயிரியின் அடிப்பாகத்தில் உள்ளது. நத்தை வகைகளில் விதானத்தின் உட்புறமாக பல அடுக்குகளைக் கொண்ட செவுள்கள் உள்ளன. (படம் 5), கணவாய் மீன்களில் (Cephalopods) மிகப்பெரிதானதும், நன்கு இரத்த ஓட்டம் உள்ளதுமான செவுள்கள் உள்ளன. முட்தோலிகளில் உடற்குழியிலிருந்து சிறிய விரல் போன்ற உறுப்புகள் தோலின் வெளிப்புறத்தின் வழியாக வெளிவந்துள்ளன. கடல் தண்ணீரில் அமிழ்ந்து இருப்பதால் வாயு மாற்றம் ஏற்படுகிறது. முதுகெலும்பிகளில் முக்கியமாக மீன்களில்தான் உண்மை செவுள்கள் (True gills) உள்ளன. செவுள்களை ஒரு கடின மூடியால் (Operculum) மூடவும், திறக்கவும் முடியும். வாய் வழியே செலுத்தப்பட்ட தண்ணீர் இச்செவுள்களின்மேல் பாய்ந்து வெளியே வந்து விடும்.

அப்போது செவுள்களில் வாயு மாற்றம் ஏற்படும். சில மீன் வகைகளில் உப அல்லது துணை செவுள்கள் உள்ளன. இவை செவுள்களிலிருந்து விரல் போன்ற நீட்சிகளாக இருந்து சுவாசித்தலுக்கு உற்ற துணையாக உள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக கிளாரியஸ் (Clarias) அனபாஸ் (Anabas) சாக்கோபிராங்கஸ் (Saccobranchus) முதலியன. இந் நீர்வாழ் விலங்குகளில் வெளிச்சுவாசம் நடக்கிறது. (படங்கள் 6,7),

தவளை சுவாசித்தல் :

நீரிலும், நிலத்திலும் வாழும் தவளை சுவாசிப்பது குறிப்பிடத்தக்கது. நீரில் தலைப்பிரட்டை நிலையில் வெளிச்செவுள்கள் போன்ற உறுப்பினால் சுவாசித்தல் நடைபெறுகிறது. (படம் 8), நிலவாழ் முதிர் தவளைகளில் வாயு மாற்றம் இரண்டு நிலைகளில் இயக்கப்படுகிறது. முதல் நிலையில் நாசித்துளைகளைத் திறந்து கீழ்தாடைகளை இறக்கி வாயின் கொள்ளளவை அதிகப்படுத்துகிறது. இதனால் வெளிக்காற்று நாசித்துளைகள் வழியாக வாய்க்குள் புகுந்து வாயின் கொள்ளளவுக்கு மேல் நிரப்பப்படுகிறது. இரண்டாவது நிலையில் நாசித்துளைகளை மூடிக்கொண்டு கீழ்த்தாடைகளை உயர்த்தி வாய்க்குள் இருக்கும் வாயுவின் அழுத்தத்தை அதிகமாக்கி, இவ்வாறு அதிக பரிமாண வாயு தொண்டை வழியாக புப்புசங்களுக்குள் செலுத்தப்படுகிறது. இம்முறையை மாற்றி அதாவது புப்புசங்களிலிருந்து வாய்க்குள் வருவித்து, நாசித்துளைகளைத் திறந்து தாடை உதவியால் வெளியேற்றப்படுகிறது. (இதற்கு எடுத்துக்காட்டாக சைக்கிள் பம்பின் இயங்கு முறையைக் குறிப்பிடலாம். இப்பம்பின் கைப்பிடியை மேலே இழுக்கும்போது, பம்பின்

உட்பாகத்திற்குள் காற்று புகுந்து விடுகிறது. கைப்பிடியை அழுத்தும் போது உட்பாகத்தில் உள்ள காற்று கீழே உள்ள குழாய் வழியாக வெளியே, அதாவது சைக்கிள்சக்கரத்தின் உள்ளே செலுத்தப்படுகிறது (படங்கள் 9, 10).

நிலம் வாழ் உயிரிகளின் சுவாச உறுப்புகள் :-

புப்புசங்கள் (Lungs) என்பவை நிலம் வாழ் விலங்குகளின் முக்கிய உறுப்பாகும். உயிருள்ள எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும், ஊர்வன, பறப்பன, மற்றும் பாலூட்டிகளில் இவ்வமைப்பு உள்ளது. கருவியல் ரீதியாக இப் புப்புசங்கள் சீரண மண்டல குழாய் தோன்றும்போது, அதன் வெளிஉறுப்புகளாக வளர்ந்து பின்பு தனி உறுப்புகளாக வளர்ந்து பின்பு தனி உறுப்பாக அமைகிறது. நேரடியாக காற்றை எடுத்து உட்காற்றை வெளிவிடும் திறமை உள்ள இம்முறை சில முதுகெலும்பிலா உயிரிகளிலும் உள்ளது. தேள், சிலந்தி (வெப்பப் பிரதேச நத்தைகள் போன்றவை) இவ்வாறு காற்றை நேராக உட்செலுத்தி சூழப்பட்ட இரத்தத்துடன் சேர்ந்து மற்றும் அவ்வழியே வெளிக்காற்றை விட்டுவிடும். இம்மாதிரியான புப்புசங்கள் உட்செலுத்தும் புப்புசங்கள் (Diffusion Lungs) எனப்படும். ஆனால் பரிணாம முன்னேற்றத்தில் இத்தகைய புப்புசங்களுக்குள் காற்றை செலுத்துவதற்கும் வெளியேற்று வதற்கும் உரிய உறுப்புகளைக் கொண்டுள்ளதால் இவற்றை வீசு புப்புசங்கள் (Ventilation Lungs) என்கிறோம்.

காற்றுப்பைகளும் புப்புசங்களும் (Air bladder and lungs):

சில எலும்புச் சட்டக மீன்களில் பலவித பை போன்ற

உறுப்பு முதுகெலும்பிற்கு கீழேயும் உணவுக்குழலின் மேற்புறத்திலும் உள்ளது. இப்பைக்கு காற்றுப்பை (Air bladder) என்று பெயர். பொதுவாக இப்பை மீனின் சமநிலை இயக்கத்திற்காக இருந்தாலும் பிராணவாயு அதிகமாக இருப்பதால் சுற்றுச்சூழல் தண்ணீரில் பிராணவாயு குறைவாக இருந்தாலும், அதை சரிக்கட்டுவதற்காக உள்ளது. இதை மற்ற முதுகெலும்பிகளின் புப்புசங்களின் முன்னோடியாகக் கருதலாம். இக்காற்றுப் பையை உணவுக்குழாயுடன் இணைக்கும் குழாய்க்கு காற்று இணைக்குழாய் (Pneumatic duct) எனப் பெயர். ஏமியா (Amia) என்ற மீனின் காற்றுப் பையின் உட்சுவற்றில் சிறு சிறு முட்டை வடிவங்களாக மடிப்புகள் உள்ளன. சில மீன்களில் இக்காற்றுப்பை துண்டிக்கப்பட்டிருக்கும் (Physoclistic Condition).

வெப்பநில வாழ் நத்தைகள் (Pulmonate gastropods):

வெப்பநிலத்தில் வசிக்கும் நத்தைகள் சுவாசித்தலுக்கு காற்றைச் சார்ந்துள்ளதால் விதானத்தில் மாறுதல்கள் அடைந்து புப்புசங்கள் போல் செயல்படுகின்றன. நத்தையின் மேல் புறத்தில் உள்ள விதானத்தில் பல குழிபோன்ற இடைவெளிகள் உள்ளன. இக்குழிகளுக்குள் இரத்த தந்துகிகள் வலைபோல் பின்னப்பட்டு இருப்பதால் பிராணவாயுவை இரத்தம் எடுத்துக்கொண்டு கரியமில வாயுவை வெளிவிட்டுவிடும்.

ஊர்வன (Reptiles) :

பாம்புகள், அரணை போன்றவைகளில் புப்புசங்கள் ஒரே மாதிரியாக இருப்பதில்லை. பாம்பின் இடதுபக்க புப்புசம்

மிக நீளமாகவும், பல்லிவகைகளில் வலது புப்புசம் நீளமாகவும் இருக்கும். மற்ற புப்புசம் மிகச்சிறியதாகவும், இல்லாமலும் இருக்கலாம். ஓணான் போன்ற விலங்குகளில், புப்புசம் தடுப்புச் சுவர்களால் பல சிறு அறைகள் போன்று பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். உடும்பு, முதலை, ஆமை போன்றவைகளில், புப்புசங்களுள் காற்றுக்குழாய் மேலும் மேலும் பிரிந்து, புப்புசத்தை நிரப்பி ஒரு பஞ்சுபோன்ற அமைப்பாக உள்ளது.

பறவைகள் (Birds) :

பறவைகளில் புப்புசங்கள் முதுகெலும்புடனும், விலா எலும்புகளுடனும் சேர்ந்து இருப்பதால், உட்சுவாசத்தின்போது பரிமாணத்தில் அதிக மாற்றம் ஏற்படுவதில்லை. ஒவ்வொரு காற்றுக்குழாயும் புப்புசத்தில் புகுந்து மேலும் கீழுமாகவும், பக்கவாட்டிலும் கிளைகளாகப்பிரிந்து, சிறுபைகள் போன்று முடிவடைகின்றன. (படம் 11), பறவைகளின் சுவாச உறுப்பு களில் முக்கியமாகக் கருதப்படுவது காற்றுப்பைகள் (Air sacs).

பொதுவாக மற்ற விலங்குகளை விட பறவைகளுக்கு அதிக சக்தி பறப்பதற்காகத் தேவைப்படுகிறது. எனவே சுவாசித்தல் என்பது மிக அவசியமானதாகவும், நன்கு செயல்படும் தன்மையுடையதாகவும் இருக்க வேண்டும். இதற்கு ஏதுவாக புப்புசங்களுடன் காற்றுப்பைகள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

காற்றுப்பைகள் (Air Sacs) :

பறவைகளின் சுவாச உறுப்புகளில் அவைகளுக்கே உரித்தான காற்றுப்பைகள் உள்ளன. வெளிக்காற்று

பறவையின் உள்ளே செல்லும் வழி அலகிற்கு பின்னால் உள்ள நாசித்துவாரம், வாய், தொண்டை, காற்றுக்குழாய், காற்றுக்குழாய் பிரிவு மற்றும் இரண்டு புப்புசங்கள் ஆகும். இவற்றுடன் பக்கத்திற்கு நான்கு வீதம் காற்றுப்பைகள் உள்ளன. முன்பக்க கழுத்து காற்றுப்பைகள் (Cervical air sacs) இணைந்து ஒருபை போல் உள்ளது. அதன்பின் முன் மார்பு பை (Anterior thoracic air sac) அதன்பின்பு பின் மார்பு பை (Posterior thoracic air sac) கடைசியாக வயிற்றுப்பாக காற்றுப்பை (Abdominal air sac) என வரிசையாக உள்ளன. காற்றுக் குழாய்களிலிருந்து மெல்லிய குழாய்கள் இக்காற்றுப் பைகளுக்குள் செல்கின்றன. இவ்வாறு காற்றுப் பைகளுக்குள் காற்று நேரடியாக செலுத்தப்பட்டாலும் காற்றுக் குழாய்களிலிருந்து வெளியேறும் நுண்காற்றுக்குழாய்கள் புப்புசங்களில் புகுந்து பிராணவாயுவைக் கொடுக்கும் திறமை வாய்ந்தவை. இக்காற்றுப்பைகளிலிருந்து வெளிப்படும் சில சிறு குழாய்கள் எலும்புகளின் உள்ளேயும் செல்கின்றன. எனவே பறவைகளின் எலும்புகளை காற்றெலும்புகள் (Pneumatic bones) என்று பெயரிடப்பட்டுள்ளன. மேலும் காற்றுப்பைகளால், பறவைகள் பறக்கும்போது சமநிலை (Equilibrium) அடைவதற்கும் ஏதுவாகிறது. புப்புசங்களுக்கேற்ப, இரத்தக்குழாய்களும், நுண்குழாய்களும் ஊடுருவி ஆக்ஸிஜன் கரியமிலவாயு மாற்றங்களைச் செயல்படுத்துகின்றன. உட்சுவாசக்காற்றில் 75% விழுக்காடு இக்காற்றுப்பைகளில் செலுத்தப்படும். பறவைகளின் தொண்டைக்கு அருகே உள்ள குரல் வளையிலுள்ள குரல் நாண்களால் பறவைகள் சப்தமிட முடியும். குயிலின் மென்குரல், காக்கையின் கரைதல், கிளிப்பிள்ளையின் மொழி

போன்றவை காற்றுப்பைகளின் அழுத்தும் சக்தியைக் கொண்டு குரலின் வெளிப்பாடு அமைகிறது. பறவைகள் குரல்கொடுக்கும்போது அவை இறக்கைகளைத் தூக்கியும் இறக்கியும் செய்வது முறை.

பாலூட்டிகள் (Mammals) :

பாலூட்டிகளின் சுவாச உறுப்புகளை அவைகளின் இயக்கத்திற்குடத் தக்கவாறு இரண்டு பிரிவுகளாகத் தெரிந்து கொள்ளலாம். முதல் பிரிவில் நாசி, தொண்டை, காற்றுக்குழாய், பிரிவுக்குழாய்கள், நுண்காற்றுக் குழாய்கள் மற்றும் புப்புசங்கள். இரண்டாவதாக இவற்றை நன்கு இயக்குவதற்காக, அதாவது மார்புக்கூட்டை விரிவுபடுத்தவும், சுருங்கச்செய்வதுமான உறுப்புகளாவன, விலா எலும்புகள் (Ribs) அவற்றின் இடையே உள்ள விலாத்தசைகள் (Intercostal muscles) உதரவிதானம் (Diaphragm) மற்றும் வயிறுபாகத் தசைகள் ஆகும். மார்பெலும்புகள் குறுத்தெலும்புகளால் இணைக்கப் பட்டுள்ளதால் முறிவு ஏற்பட வாய்ப்புகள் இல்லை. மேலும் காற்று உட்புகும் வழிகளில் சளிப்படலம், சிலியா செல்கள் படலமும் இருப்பதால் காற்று எப்போதும் உள்ளது.

வெளிக்காற்றுடன் நேராக இணைந்துள்ளது நாசி. இது வாய்க்கு மேற்புறத்தில் இருதுளைகளுடன் கூடியது. நடுவில் ஒரு தடுப்புச்சுவர் போன்ற (Septum) அமைப்பினால் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. இதற்குப் பிறகு நாசிக்குள் இருக்கும் இடைவெளி (Nasal cavity) யிலும், நாசியின் உட்புறத்திலும் சளிப்படலமும், சிலியாசெல் படலமும் இருப்பதால் தூசிகளும், நுண்கிருமிகளும் தடுக்கப்பட்டு சளியுடன் வெளிவிடப்படும்.

இங்கு தந்துகிகள் அருகில் இருப்பதால் காற்றும் உடல் வெப்பநிலைக்கு மாற்றப்படுகிறது.

தொண்டையும் காற்றுக்குழாயும் :

தொண்டைப் பகுதியில் பின்புறம் உணவுக்குழாயும், காற்றுக்குழாயும் பிரிகின்றன. காற்றுக்குழாய் முன்பும், உணவுக்குழாய் பின்புமாக உள்ளது. காற்று உட்செல்லும்போது உணவுக்குழாய்க்குள் போகாமலோ, அல்லது உணவுக்குழாய்க்குள் செல்ல வேண்டிய உணவு காற்றுக்குழாய்க்குள் போகாமலோ இருப்பதற்கு நடுவில் ஒரு மூடிபோன்ற உறுப்பு உள்ளது. இதற்கு தொண்டைமேல் மூடி (Epiglottis) என்று பெயர். காற்றுக்குழாயின் ஆரம்ப நிலையில் குரல்வளை என்ற பகுதி உள்ளது. கழுத்தின் வெளிப்புறத்தில் சிறிய பந்து போன்று வெளியே நீட்டிக்கொண்டிருக்கும் உறுப்பு. இதை ஆங்கிலத்தில் Adam's apple எனக்கூறுவர். இதன் உள்ளே குரல்நாண்கள் (Vocal chords) எனப்படும் மெல்லிய நார் போன்றவை இருக்கின்றன. இவற்றைக் கடந்து காற்று வரும்போது இவைகள் சலனமடைந்து ஒலியை உண்டாக்கி அவ்வொலிகள் வாய்வழியாக வரும்போது அதிகமாக உரத்த சப்தமாக வெளிப்படுகிறது (படம் 12),

காற்றுக்குழாயின் சுவற்றில் குருத்தெலும்பு வளையங்கள் உள்ளன. இவை காற்றுக்குழாயை மீள் தன்மைக் கொண்டதாக மாற்றுவதோடு அதனை சிதைந்துவிடாமலும் பாதுகாக்கிறது. இதன் உட்பாகத்தில் குறு இழைகள் (Cilia) கொண்ட படலம் அமைந்துள்ளது.

புப்புசங்கள் :

முக்கிய சுவாச உறுப்பாகிய புப்புசங்கள் கூம்பு வடிவமாகவும், பஞ்சு போன்றும் உள்ளன. இவை மார்பு அறையின் பெரும்பகுதியை நிரப்புகின்றன. வலது புப்புசம் பொதுவாக இடது புப்புசத்தை விடச் சிறிது அதிக பரிமாணமாக உள்ளது. இவற்றின் அடிப்பரப்பு உட்குவிந்து (Concave) இருப்பதால் அப்பகுதியில் உதரவிதானம் (Diaphragm) உள்ளது. புப்புசங்களைச் சுற்றி இரு அடுக்குகளைக்கொண்ட படலம் உள்ளது. இதற்கு ப்ளூரா (Pleura) என்று பெயர். இப்படலத்திற்குள் இருக்கும் திரவம் ப்ளூரல் திரவம் (Pleural fluid) எனப்படும். இத்திரவம் ப்ளூரல் குழியை ஈரமாக வைத்திருப்பதோடு உராய்வினைக் குறைக்கவும் உதவுகிறது. இவ்விரு புப்புசங்களுக் கிடையேதான் இதயமும் அதன் பின்புறத்தில் உணவுக்குழாயும் அமைந்துள்ளன. காற்றுக்குழாய்கள் புப்புசங்களுக்குள் ஊடுருவி பல நுண்குழாய்களாகப் பிரிகின்றன. இவற்றிற்கு காற்று நுண் குழல்கள் (Branchioles) என்று பெயர். இவை மேலும் நுண்குழாய்களாகப் பிரிந்து முடிவில் ஒரு நுண் காற்று அறையில் முடிகின்றன. மனிதனின் புப்புசங்களில் சுமார் 300 மில்லியன் நுண் காற்று அறைகள் உள்ளன. இவ்வறையின் மேற்பரப்பில் அடர்த்தியாக இரத்தத் தந்துகிகள் வலைப்பின்னல் போல் இருக்கின்றன. இவை புப்புச தமனியிலிருந்து வந்து முடிவில் புப்புச சிறையில் சேருகின்றன (படம் 13).

சுவாசித்தல் இயங்குமுறை :

உட்சுவாசத்தின்போது உதரவிதானம் சுருங்கி கீழ்மட்டத்தில் சமதளமாக ஆகிறது. எனவே மார்பறை அளவு நீளவாக்கில் அதிகரிக்கிறது. விலா எலும்புகள் சுருங்கி மார்பளவு மேலும், கீழும் மற்றும் குறுக்குவாட்டில் பெரிதாகி மார்பறையின் பரிமாணம் அதிகரிக்கிறது. இதனால் காற்றின் அழுத்தம் குறைந்து அதை சமன் செய்வதற்காக வெளிக்காற்று உட்செல்லுகிறது. விலா எலும்புகளும், உதரவிதானமும் பழைய நிலையை அடையும்போது மார்பறை சுருங்கி காற்று வெளிவிடப்படுகிறது.

சுவாச நிறமிகள் (Respiratory pigments) :

இரத்த சிவப்பு செல்களில் மிக முக்கியமான பகுதி ஹீமோகுளோபின் (Haemoglobin) ஆகும். இது புரதச்சத்தையும் இரும்பு சத்தையும் கொண்டுள்ள ஒரு கூட்டு சேர்க்கை ஆகும். புரதப்பொருளில் குளோபுலின் என்னும் பகுதி 94%மும், இரும்புச்சத்துப் பகுதி 6%மும் ஆகும். மாறுபடுத்தப்பட்ட HBOC எனப்படும் மூலக்கூறுகள் இரத்ததானம் செய்யப்பட்ட இரத்தத்திலிருந்து தயார் செய்யப்படுகிறது. DNA மாற்றுச்சேர்க்கை நுட்பம், மனித ஹீமோகுளோபினுக்கு தேவைப்படும் முன்னேற்ற நிலைகளுக்கு உதவியாக உள்ளது. ஒவ்வொரு ஹீமோகுளோபின் மூலக்கூற்றிலும் 4ஹீம் கூட்டுகள் உள்ளன. இதன் மூலக்கூறு எடை 872. ஹீமோகுளோபின் விழுக்காடு விலங்குகளில் வேறுபடும். மனித இரத்தத்தில் 20மில்லி லிட்டரில் 10கிராம் அளவில் உள்ளது. சாதாரண

வெப்பநிலையில் இதற்கு பிராணவாயுவையும், கரியமிலவாயுவையும் சேர்த்துக்கொள்ளும் இயல்பு உண்டு. பிராணவாயுவோடு சேர்ந்து இருக்கும்போது இதற்கு ஆக்ஸிஹீமோகுளோபின் என்று பெயர்.

$$Hb + O_2 \rightleftarrows HbO_2$$

இவ்வித ஆக்ஸிஹீமோகுளோபின் திசுக்களின் செல்கள் அருகே செல்லும்போது, குறைவு அழுத்தம் இருக்கும்போது, பிராணவாயுவை வெளிவிட்டுவிடும்.

சாதாரணமானதும், மிக முக்கியமானதாகவும் உள்ள ஹீமோகுளோபின் செல்களுக்கு வெளியே பிளாஸ்மா திரவத்தில் கரைந்துள்ள நிலையிலும் இருக்கும். இவ்வித கரைசல் பிளாஸ்மா, மெல்லுடலிகள், வளைபுழுக்கள் கணுக்காலிகளில் காணப்படும். ஆனால் முதுகெலும்பிகளில் சிவப்பு செல்களின் உள்ளே இருக்கிறது. இவ்வித சிவப்பு நிறமி பறவைகளின் தசைகளிலும், பாலூட்டிகளின் தசைகளிலும் கூட காணப்படும். இதற்கு மையோகுளோபின் (Myoglobin) என்று பெயர்.

சிவப்பு செல்கள் முள்ளெலும்புகள், விலா எலும்புகள் போன்ற எலும்புகளின் மஜ்ஜையில் உண்டாகின்றன. அப்போது ஹீமோகுளோபினும் தயார் செய்யப்பட்டுவிடும். சிவப்பு செல்லின் வாழ்நாட்கள் சுமார் 100 முதல் 200 நாட்கள் ஆகும். பின்பு அவை மண்ணீரலிலும், கல்லீரலிலும் சிதைக்கப்பட்டு மூலக்கூறுகளாக மாற்றப்படும்.

ஹீமோகுளோபின் மாறுபாடு :

(1) மெத்ஹீமோகுளோபின் (Methaemoglobin) சில சமயங்களில் ஹீமோகுளோபின் பிராணவாயு மூலக்கூறுகளைக் கூட்டாகச் சேர்த்துக்கொள்ளும் போது பிராணவாயுவை வெளிவிட முடியாது. மருந்து வகைகளில் பொட்டாசியம் ஃபெர்ரீசைனட், நைட்ரைட்ஸ், நைட்ரேட்ஸ் போன்றவை இவ்வித மாற்றத்தை ஏற்படுத்தி விடும். ஸல்ஃப் ஹீமோகுளோபின் (Sulph haemoglobin) சில சமயங்களில் கந்தகப் பொருள்கள் கலந்த மருந்துகளை (Sulpha drugs) உட்கொள்ளும்போது, இரத்தத்தில் தோன்றி விடும். இதை மறுபடியும் சாதாரண ஹீமோகுளோபினாக மாற்றுவது முடியாது. ஹீமோகுரோமோஜன் (Haemochromogen) ஹீமோகுளோபின் காரத்துடன் சேரும்போது அதன் சக்தியை இழந்து ஹீமோ குரோமோஜன் என்று மாறி பிராணவாயுவை வைத்துக்கொள்ளும் சக்தியை இழந்துவிடும்.

விலங்கினங்களில் மற்றுமுள்ள இரத்த நிறமிகள் வருமாறு : 1. ஹீமோஎரைத்ரின் (Haemoerythrin) 2. ஹீமோசையானின் (Haemocyanin) 3. குளோரோ கு%வோரின் (Chlorocruorin) 4. பின்னா குளோபின் (Pinna globin) 5. எகைனோகுரோம் (Echinochrome) முதலியன.

1. ஹீமோஎரைத்ரின் :

இரும்புச்சத்துள்ள சிவப்பு நிறம் கொண்ட நிறமி. இந்நிறமி செல்கள் உள்ளே இருப்பது, இந்நிறமி பிராணவாயுவை எடுத்துச்செல்லும் திறன் ஹீமோகுளோபினைவிடக் குறைவானது. சைபன்குலஸ்

(Sipunculus) மற்றும் லிங்குலா (Lingula) என்ற பிரிவிலுள்ள உயிரியிலும் உள்ளது.

2. ஹீமோசையானின் :

இந்நிறமி ஹீமோகுளோபினுக்கு அடுத்த படியாகப் பல உயிரிகளில் உள்ளது. இது செம்பு உலோக மூலக்கூறுடன் புரதம் சேர்ந்த ஒரு கூட்டு. இரண்டு செம்பு மூலக்கூறுகள் ஒரு மூலக்கூறு ஆக்ஸிஜனை எடுத்துக்கொள்ளும் திறமை உடையது. இந்நிறம் இரண்டு நிலைகளில் பிராணவாய்வு ஒருநிலை பிராணவாய்வு இல்லாத ஒருநிலை. இந்நிலையில் ஊசிபோன்ற நிலையுள்ளதும், முக்கோண வடிவிலுமான திடத்துகள்களாக இருக்கும். இந்நிலையில் தண்ணீரில் கரையக்கூடியது. இவ்வகை நிறமிகள் கணவாய் மீன், ஆக்டோபஸ், லாலிகோ, சில கணுக்காலிகள் மற்றும் தேள் போன்ற உயிரினங்களில் உள்ளன. நான்கு ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறுகளை ஹீமோகுளோபின் இரண்டு பிராணவாயு முலக்கூற்றைத்தான் எடுத்துக்கொள்ளமுடியும்.

3. குளோரோகுருவோரின் (Chlorocruorin):

இப்பச்சை நிறமியுடைய மூலக்கூறு பிளாஸ்மா திரவத்தில் உள்ளது. அதிகஅளவில் கூட்டாக இருக்கும்போது சற்று சிவப்பு நிறமாகவும் இருக்கும். 1838-ல் **Milne Edwards** என்பவர் ஆய்வில் பாலிகீட் புழுக்களில் இன்நிறமி இருப்பதைக் கண்டுபிடித்தார், பின்பு **DIJARDIN** மற்றும் **QUADRIFAGES** என்பவர்கள் இந்நிறமி வளையப்புழுக்களிலும் இருப்பதை அறிந்து கொண்டனர். இந்நிறமி பிராணவாயுவைத்

தக்கவைத்துக் கொண்டும், வெளிப்படுத்தும் திறமை உள்ளதெனக் கண்டுபிடித்தார்

4. பின்னாகுளோபின் (Pinnaglobin):

இது ஒரு பழுப்பு (Brown) நிறம்கொண்ட மாங்கனிஸ் உலோக மூலக்கூற்றை உடையது. திரவநிலையில் உள்ள இந்நிறமி Pinna என்ற இருஓடுகள் கொண்ட மெல்லுடலியில் உள்ளது.

5. எகைனோகுரோம் (Echinochrome):

முட்தோலி உயிரினங்களின் கடல் விசமி (Sea urchin) எனப்படும் உயிரியின் உடற்திரவத்தில் சிவப்புநிறமி உள்ளது. உடல்திரவத்தில் உள்ளசெல்களில் ஹீமோசையானின் உள்ளது. அதிக எண்ணிக்கையில் இருக்கும்போது இச்செல்கள் உடற்திரவத்திற்கு சிவப்பு நிறத்தைக் கொடுக்கிறது எடுத்துக்காட்டு, குகுமேரியா (Cucumaria) மோல் பேடியா (Molpadia)

6. ஹீமோவெநேடியம் (Haemo vanadium)

என்ற உலோக மூலக்கூறு உள்ள கரையக்கூடியதும் பிராணவாயு எடுத்துக் கொள்ளக்கூடியதுமான மூலக்கூறுகள் செல்களில் உள்ளது. இம்மூலக்கூறுகள் உள்ளசெல்கள் மொருலாசெல்கள் (Morulacells) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இச்செல் பலசெல்கள் ஒன்றுசேர்ந்து ஒரு பந்துபோல இருக்கும் தோற்றத்தை உடையது. இச்செல்களை வெநேடியம் செல்கள் என்றும் கூறுவர் இவை பச்சைநிறமாகவும் உள்ளது. கடல்

நீரில் வெநேடியம் 0.3-3.0 p.p.m அளவில் உள்ளது. இச்செல்கள் கடல்நீரிலிருந்து 3700 p.m வரை சேகரித்து வைத்துக் கொள்ளளும் திறனுடையவை இவை கடல்உமிழியில் உள்ளது.

(Vanadium toxic silvery white metallic element used in steel alloys. Symbol 'V' atomic No 23. atomic weight 50.94, Valency 2-5, relative density 6.1 melting point 1890.C, Boiling 3380.c, Latin term "Vanadio" name of a Goddess)

நிறமிகள் அட்டவணை

நிறமி	வண்ணம்	இருக்கும் இடம்	உலோக பொருள்	இருக்கும் உயிரிகள்
ஹீமோகுளோபின்	சிவப்பு	செல்களில்	இரும்பு	எல்லா முதுகெலும்பிகளிலும்
ஹீமோஏரைத்ரின்	சிவப்பு	செல்களில்	இரும்பு	சைபன்குலிட்ஸ் மற்றும் பிராக்கியோபாடுகள்
ஹீமோசையானின்	நீலம்	திரவம்	செம்பு	கணவாய் மீன்கள் கணுக்காலிகள்
குளோரோகூவோரின்	பச்சை	திரவம்	செம்பு	வளையப்புழுக்கள் (Sabella)
பின்னாகுளோபின்	பிரௌன் (பழுப்பு)	திரவம்	மாங்கனீஸ்	மட்டி வகைகள் (Pinna)
எகைனோகுரோம்	சிவப்பு	திரவம்	இரும்பு	கடல் வெள்ளரி (Cucumaria) மொல்பேடியா (Molpadia)
வெனேடியம்	பச்சை	செல்களில்	வெனேடியம்	கடல் உமிழி (Sea squirt)

வெளிக்காற்றிலா சுவாசித்தல் : (Anaerobic Respiration)

காலம்காலமாக வெளிக்காற்றில் ஆக்ஸிஜன் இல்லா விட்டால் உயிரியால் வாழமுடியாது என்ற எண்ணம் ஒரு சித்தாந்தமாவே இருந்தது. ஆனால் உயிரி இயங்குவியல் ஆய்வுகள் மேற் கொள்ளப்பட்டபோது வெளிக் காற்று ஆக்ஸிஜன் இல்லாமல் கொஞ்ச நேரத்திற்கோ அல்லது நீண்ட காலத்திற்கோ உயிர் வாழ முடியும் என்பது தெளிவாகிறது. இம்மாதிரியான சுவாசித்தல் வெளிக் காற்றிலா சுவாசித்தல் (Anaerobic Respiration) என்று குறிப்பிடப்படுகிறது. இவ்வித சுவாசித்தல் முறை குளிர் இரத்த விலங்குகளில் (Cold Blooded Animals) காணப்படும்.

குட்டியினிக்களின் குடலில் உள்ள ஒட்டுண்ணிகள் இருக்கும் குறைந்த அளவில் உள்ள ஆக்ஸிஜனையோ அல்லது ஆக்ஸிஜன் இல்லாமலேயே இருந்தாலும் சுவாசித்தலைச் செயல்படுத்தும்.

தாவரங்களிலும், விலங்குகளிலும் மாவுப்போருள் இன்றியமையாதது. இம்மாவுப் பொருளே வெளிக்காற்றில்ா சுவாசத்தலுக்கு முக்கியக் காரணியாகும். புரதக் கொழுப்புப் பொருளுகள் அவ்வளவாக இம்முறைக்கு சார்ந்தனவை அல்ல. கரப்பான் பூச்சியில் ஆய்வு செய்த வகையில் இப்பூச்சிக்கு ஒருமணி நேரத்திற்கு மேல் வெளிக்காற்று ஆக்ஸிஜன் இல்லாமல் வாழ முடிகிறது. மாவுப் பொருள் சிதைமாற்றத்தின் போது ஆக்ஸிஜன் கலப்பு இல்லாமல் பால் அமிலம் (Lactic Acid) உண்டாகிறது. பின்பு பால் அமிலம்

ஆக்ஸிஜனோடு சேர்ந்து கரியமில வாயுவாகவும், தண்ணீராகவும் வெளிப்படும். கரப்பான் பூச்சியை ஒரு மணிநேரம் ஆக்ஸிஜன் இல்லா நிலையில் வைத்திருந்து பின்பு வெளிக் காற்றில் வைக்கும்போது ஏற்படும் நிகழ்ச்சிகள்,

(1) மிகுந்த அளவில் பால் அமிலம் உண்டாயிருந்தது

(2) மிகுந்த அளவில் கரியமிலவாயு வெளிப்பட்டிருந்தது

(3) வெளிக் காற்றில் வைத்தபோது மிகுந்த அளவில் ஆக்ஸிஜனை எடுத்துக் கொண்டது

(4) குறைந்த அளவில் கரியமில வாயுவை வெளிவிடுகிறது

இவ்வாய்வில் தெரிந்துகொண்ட இயக்கம் வருமாறு :

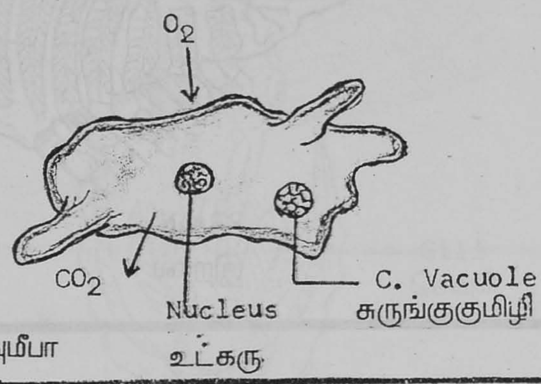
(1) ஆக்ஸிஜன் இல்லாவிட்டாலும் மாவுப் பொருள்

(2) சிதைமாற்றம் நடக்கிறது. வெளிப்பட்ட பால் அமிலம் ஆக்ஸிஜன் இல்லாமையால் சேகரித்து வைத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. சாதாரண நிலைக்கு வந்தபின்பும் கரியமில வாயுவைக் குறைந்த அளவில்தான் வெளிப் படுத்தப்படுகிறது. இதன் காரணம் திசுக்களில் பால் அமிலம் அதிகமானதால் அமிலத்தன்மை ஏற்பட்டு ஆக்ஸிஜனை அளிக்கும்போது பால் அமிலம் ஆக்ஸிஜனோடு சேர்ந்தும் கரிமில வாயுவைத் தக்கவைத்தும் கொள்கிறது. ஆக்ஸிஜனோடு சேர்ந்து பால் அமிலத்தை ஈடு செய்வதால் கரியமில வாயுவின் வெளிபாடு குறைகிறது. இம்மாதிரியான இயக்கம் நீண்ட நேரங்களுக்கு சாத்தியமில்லை.

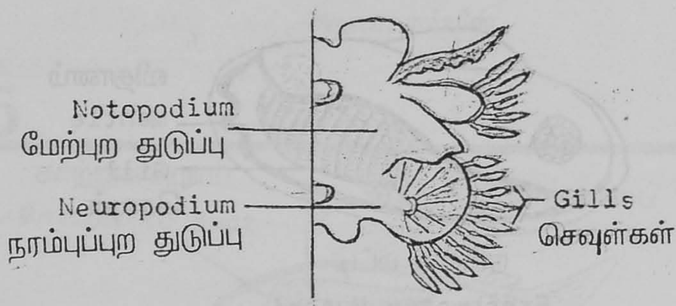
வெளிக் காற்றிலா சுவாசித்தல் தசை சுருங்கிவிரியும் நிலைகளில் ஏற்படும். இவ்வாறு சுருங்கி விரியும்போது தேவையான சக்தி குளுகோஸ் சிதைந்து பால் அமிலமாக மாறும் போது கிடைக்கிறது. ஆனால் சக்தியின் அளவு குறைவாகக் காணப்படும். ஏனெனில் குளுகோஸ் அயனிகள் முற்றிலுமாகச் சிதைக்கப்படுவதில்லை. வெளிப்பட்ட சக்தி வெளிப்பட்ட ஆக்ஸிஜனில் தக்கவைத்துக் கொள்ளப்படுகிறது.

இம்முறை சுவாசித்தலில் பால் அமிலம் போன்று வேலரிக் (Valeric), ஃபார்மிக் (Formic), அசிட்டிக் (Acetic), புரோபியோனிக் (Propionic) மற்றும் ப்யூட்ரிக் (Butric) அமிலங்களும் உண்டாவதால் உயிரிக்கு ஆபத்து விளைவிக்கக் கூடியதாக இருக்கும். குடற்புழுக்கள் உடலில் உண்டாகும் பால் அமிலத்தைத் தங்கியிருக்கும் விலங்கின் குடலில் செலுத்திவிடும்.

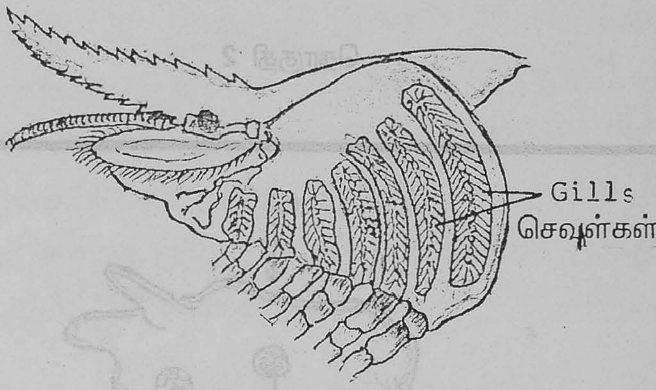
தொகுதி 2



1 அமீபா



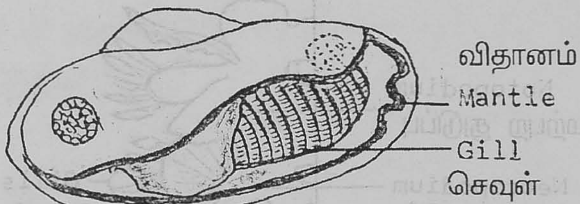
2 நேரீஸ் துடுப்புகள் Nereis parapodium



PRAWN

இறால்

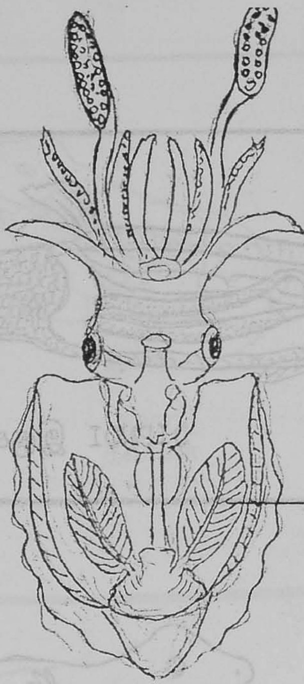
3



நன்னீர் மட்டி

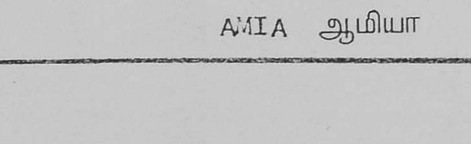
Freshwater Mussel

4



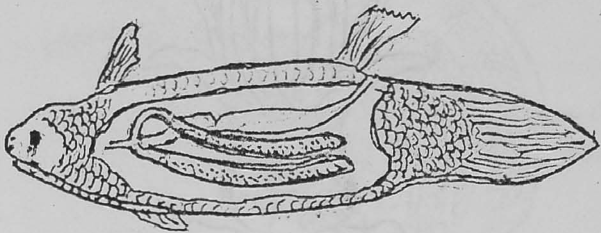
கணவாய்மீன்
SEPIA

5

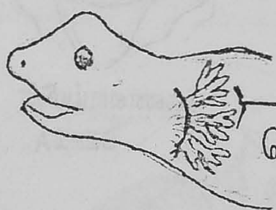


6

AMIA ஆமியா



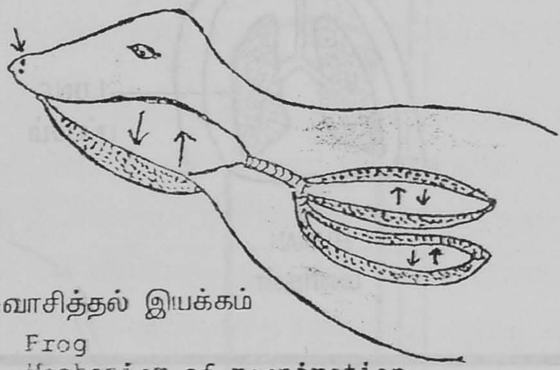
7 DIPNOI இருசுவாசி



8 தலைப்பிரட்டை FROG TADPOLE

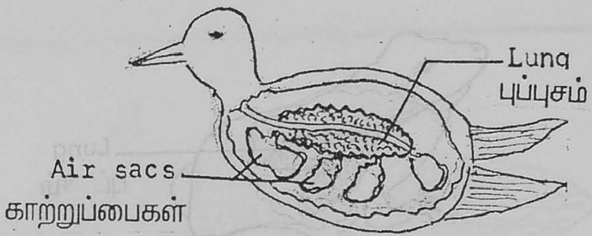
FROG
தவளை

9



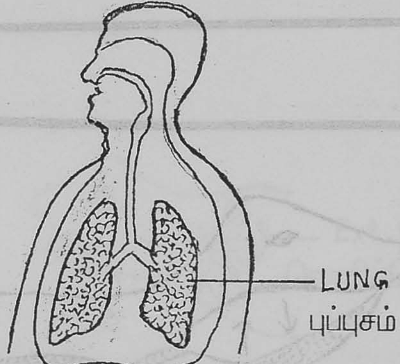
தவளை சுவாசித்தல் இயக்கம்

10 Frog
Mechanism of respiration



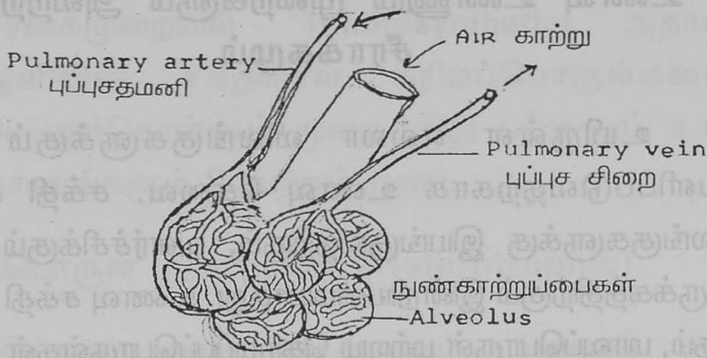
பறவை
BIRD

11

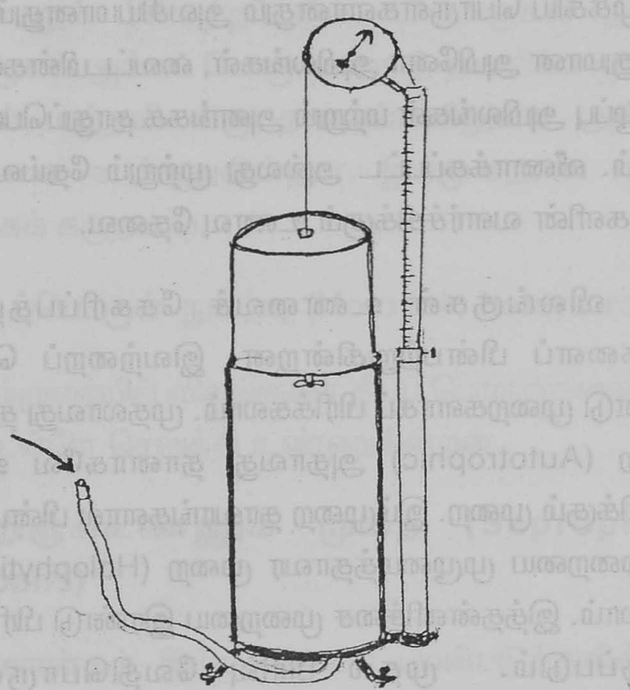


HUMAN
மனிதன்

12



13



14 சுவாசமானி SPIROMETER (Vital capacity)

தொகுதி 3

உணவு உண்ணும் முறைகளும் அவற்றின் சீராக்கமும்

உயிருள்ள எல்லா விலங்குகளுக்கும் சக்தி வெளிப்படுவதற்காக உணவு தேவை. சக்தி என்பது விலங்குகளுக்கு இயங்குவதற்கும், வளர்ச்சிக்கும், இனப் பெருக்கத்திற்கும் இன்றியமையாதது. உணவு சக்தி என்பது புரதம், மாவுப்பொருள் மற்றும் கொழுப்புப்பொருள்கள் ஆவன. சில முக்கிய பொருள்களானதும் அவசியமானதும், தேவைக் கானதுமான அமினோ அமிலங்கள், வைட்டமின்கள், அவசிய கொழுப்பு அமிலங்கள் மற்றும் அனங்கக தாதுப்பொருள்களும் ஆகும். வீணாக்கப்பட்ட அல்லது முற்றும் தேய்வான, புதிய திசுக்களின் வளர்ச்சிக்கும் உணவு தேவை.

விலங்குகள் உணவைச் சேகரிப்பதற்குப் பல வழிகளைப் பின்பற்றுகின்றன. இவற்றைப் பொதுவாக இரண்டு முறைகளாகப் பிரிக்கலாம். முதலாவது தன்னிச்சை முறை (Autotrophic) அதாவது தானாகவே உணவைத் தயாரிக்கும் முறை. இம்முறை தாவரங்களால் பின்பற்றப்படும். இம்முறையை முழுமைத்தாவர முறை (Holophytic) என்றும் கூறலாம். இத்தன்னிச்சை முறையை இரண்டு பிரிவுகளாகக் கருதப்படும். முதல் பிரிவு வேதிபொருள் முறை (Chemosynthetic): இம்முறையில் பிரிவு, சேர்க்கை போன்றமுறைகளால் சக்திதரும் கரிம பொருள்களைப் பெறுவது. எடுத்துகாட்டாக கந்தக பாக்டீரியா (Sulphur Bacteria). ஏற்கனவே உள்ள தனிப்பொருள்களை

பிராணவாயுவுடன் இணைத்து கரிமப்பொருள்களைத் தன்னிச்சைமுறையில் பெறும் இரண்டாவதாக ஒளிசேர்கைமுறையில் (Photosynthetic) அதாவது சூரியஒளியின் சக்தியால் கரிமப்பொருள்களைத் தயார்செய்துக்கொள்ளும் முறை. இது பச்சையம் உள்ள எல்லாதாவரங்களும் பின்பற்றும் முறை.

வேதிப்பொருள் நுகர்முறை (Heterotrophic)

இம்முறை எல்லாவிலங்குகளும், பச்சையம் அற்ற தவரங்களாலும் பின்பற்றப்படும். விலங்குகள் தங்கள் சக்தியின்மூலம் அங்கப் பொருள்களைத் தயாரிக்க முடியாத தாகையால், மற்றவிலங்கு தாவரங்களிலுள்ள அங்ககப் பொருள்களை உண்ணுகின்றன. இம்முறையை மூன்று பிரிவுகளாகக் கருதலாம்.

1. திடப்பொருள் நுகர்வு (Holozoic heterotrophs)

இம்முறையில் விலங்குகள் திடப் பொருள்களை வாய் வழியாக உள்ளே செலுத்தி உண்ணுகின்றன.

2. உறிஞ்சிஉண்ணும் முறை (Saprophytic heterotrophs)

காளான்கள் இம்முறையைப் பயன்படுத்துகின்றன. கறைக்கப்பட்ட அங்ககப் பொருள்களைப் பொதுவாக எல்லாபாகங்களும் உறிஞ்சுகின்றன

3. ஒட்டுண்ணி வேற்று நுகர்வு (Parasitic heterotrophs)

ஒட்டுண்ணிகள் மற்ற உயிர்களின் மேல் புறத்திலோ அல்லது உட் புறதிலோ சென்று தாக்கப்பட்ட உயிரின் பாகங்களை உண்ணுகிறது. இதனால் தாக்கப்பட்ட உயிரி சில சமயங்களில் இறந்துவிடவும் வாய்ப்புகள் உண்டு.

உட்கொள்ளும் முறைகள் (Feeding methods)

சி.வி.சீஷீஸீரீமீ என்பவர் உயிரிகள் உட்கொள்ளும் முறைகளைப் பின் வருமாறு வரையறுத்துள்ளார்

1. பொய்க் கால் முறை (Pseudopodial feeding)

அமிபா போன்ற முதனுயிரிகள் வேற்றுப் பொருள் மீது ஒரு கிண்ணம் போன்று வெளிச்சுவற்றால் மூடி சிறிது தண்ணீருடன் உட்செலுத்திவிடும் (படம் 1). ரேடியோலேரியன் (Radiolerian) மற்றும் ஃபெராமினி ஃபெரன் (Foraminiferan) போன்றவை தங்களுடைய மேற் புறத்தை நீட்சிகளால் ஒரு வலைபோல் அமைத்து உணவைமூடி பின் உட்செலுத்துகிறது.

2. நுண் நீட்சி, நீட்சிமுறை (Ciliary and flagellate)

இம்முறையில் நுண்நீட்சிகளை வெளியேவிட்டும், நீட்சிகளை ஒன்றுபடுத்தியும் இறையைப் பிடித்து உடலுக்குள் செலுத்தப்படும். இவ்வகை நுகர்வு முறை சிலமுதனுயிரிகள், வலைப் புழுக்கள் ரோடிபர், என்டோபுரோக்டா, மட்டிகள், கடல் உமிழி போன்றவைகளால் பயன் படுத்தபபடுகிறது.

3. கோழைத் திரவ முறை (Mucoid feeding)

சில மெல்லுடலிகள், கைரோனோமஸ் லார்வாக்கள்

(Chironomus larva) போன்றவை கோழை திரவத்தை ஒருவலை போல்மாற்றி தண்ணீரில் மிதக்கவிடும். சிறிதுநேரம் சென்றுஇவ்வலையை இழுத்து வாய்க்குள் செலுத்திவிடும். இதனிடையே வலையில் சிக்கிய பொருள்களோ, உயிரிகளோ உணவாகின்றன.

4. வாய்நீட்சிகள், மென்முடிகள் (Tentacles and setose hairs)

பாலிகீட்டுகள், குழியுடலிகள் போன்றவைகளின் வாய்வட்டத்தைச் சுற்றி சிலியா செல்களைக் கொண்டதும் விரல்போன்ற நீளமான வாய் நீட்சிகளும் உள்ளன. இவற்றால் உணவுப் பொருள்களைப் பிடித்து, சுருக்கி வாய்க்கு அருகில் கொண்டு செல்லப்பட்டு உள்ளேசெலுத்தப் படுகின்றன(படம் 2). கணுக்காலிகளில் மென்முடிகள் கால்களுக்கு அருகில் உள்ளன. இவற்றால் தண்ணீரைச் சுழற்சி முறையால் வாய்க்கு அருகில் கொண்டு செல்லப்பட்டு உணவுப் பொருள்கள் வாய்க்குள் செலுத்தப்படுகின்றன.

5. தசையால் நுகரும் முறை (Muscular feeding)

ஜெல்லி மீன்கள் போன்ற குழியுடலிகள் தங்கள் மணிபோன்ற பகுதியைச் சுருக்கியும். விரித்தும் செய்துக்கொண்டே இருக்கும். அவ்வமையம் உணவுப் பொருள்கள் உள்ளே செலுத்தப்படும். இவையாவும் சிறிதும், மிகச்சிறிதுமான உணவுப் பொருள்களை அடையும் முறைகள்.

பெரியபொருள்களை உணவாகக்கொள்ளும் உயிரிகளின் நுகர் முறைகள்

1. சலனமில்லா உணவுப் பொருள்களை விழுங்கும் முறை:-

மண்புழு, ஆர்னிக்கோலா (Arenicola) போன்ற உயிரிகள் மண்ணில் அல்லது சேற்றில் உள்ள அங்ககப் பொருள்களை உண்ணுகின்றன. இவை தங்கள் தொண்டைப் பாகத்தை வெளியே விட்டு மண் அல்லது சேற்றைக் கவர்ந்து பின் உள்ளே இழுத்துக் கொண்டுவிடும். கணுக்காலி வகைகளில் உபோஜிபியா (Upogibia) மற்றும் காலியாநாஸா (Callianasa) போன்றவை தங்கள் வாய் உறுப்புகளால் உணவைக் கவர்ந்து விழுங்கிவிடுகின்றன. அங்ககப் பொருள்கள் செரிக்கப்பட்டு மற்றவை புழுக்கைகளாக வெளிவிடப்படும்.

2. சுரண்டலும், துளைத்தலும் (Scraping and boring)

சுரண்டல் முறை மெல்லுடலிகளில் ராடுலா (Radula) வாலும் (படம் 3,4). முட்தோலிகளில், நீண்ட, கடின முட்களையுடைய வகை (Echinoidia) யில் அரிஸ்டாடலின் விளக்கு (Aristotle lantern) என்கிற பிரத்யோக உறுப்புகளால் நுகரப்படுகிறது (படம் 8). டெரிடோ (Terido) என்ற மெல்லுடலியும், கரையான்களும் (Termites) துளைப்போட்டு பொருள்களை நுகர்கின்றன.

3. இரையைப் பிடித்துண்ணல்

இம்முறையைப் பின்பற்றி நுகரும் விலங்குகள் அதற்கேற்ப தக அமைப்புகள் பெற்றுள்ளன. டிடினியம் (Didinium) தும்பிக்கைபோன்று நீட்சியை உடையது. இதனால் இரையை வளைத்துப்பிடித்து வாய்க்குள் தள்ளிவிடும் (படம் 5). குழியுடலி நீட்சிகளும் அவற்றில் கொட்டும் செல்களும் (Nematocysts) உள்ளன. எனவே இறையைக் கொட்டி செயலிழக்கச் செய்து விழுங்கிவிடும்.

பிடித்தும், கடித்தும் உண்ணும் முறை

இம்முறை பலவித உயிரிகளால் பின்பற்றப் படுகிறது. கணுக்காலிகள், பலவிதபற்களை உடையதாடைகள் கொண்ட முதுகெலும்பிகள், தேள், வண்டுகள் போன்ற பூச்சிகளும் இம்முறையைப் பின்பற்றுகின்றன. நட்சத்திரமீன் (Starfish) போன்றவை இறையைப் பிடித்து, இறைப்பையை வெளிக் கொணர்ந்து, இறையின் மேல்கவிழ்ந்து செரித்துக் கொண்டுவிடும்.

திரவ வடிவ உணவு மென் தசைகள் உள்ள இறைகள் போன்றவைகளை நுகர்வதற்கு பிரத்யேக அமைப்புகளைச் சில உயிரிகள் பெற்றுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக கொசுக்கள் (படங்கள் 9,10). கொக்கிப்புழுக்கள், இரத்தம் உரிஞ்சும் அட்டைகள், (Leeches) (படம் 6). வட்டவாய் மீன்கள் மற்றும் மூட்டைப்பூச்சிகள் (Bed bugs) போன்றவைகளால் பின்பற்றப் படுகிறது. எல்லாஉயிரிகளும் தங்கள் இறைக்கேற்றவாறு தக உறுப்புகளையும், அமைப்பையும் பெற்றுள்ளன (படம் 11).

செரித்தலின் ஒப்பீட்டு செயற்பாடு

செரித்தல் (Digestion) என்பது உயிரிகளின் மிக முக்கியமான இயக்கமுறையாகும். உணவு நுண்ணிய பொருள்களாகவோ அல்லது பெரிய தாவரங்களின் பாகங்களாகவோ அல்லது விலங்குகளின் பாகங்களாகவோ இருப்பினும் செரித்தல் தேவை. சில ஒட்டுண்ணிகள் அடுத்துள்ள உயிரிகளில் உள்ள செரிக்கப்பட்ட உணவை உரிஞ்சிவிடும். எடுத்துக்காட்டு: நாடாப்புழு (Tapeworm). இவ்வித உயிரிகளில் செரிப்பதற்கான உறுப்புகள் இல்லை.

வெளியிலிருந்து எடுத்துக்கொள்ளப்படும் எந்த உணவுப் பொருளும் நேரடியாக செல்களால் எடுத்துக் கொள்ளமுடியாது. தண்ணீரில் கரையாத உணவுப் பொருள்கள் மற்றும் வேதிக் கூட்டுப் பொருள்கள் போன்றவை செல்களால் எளிதில் எடுத்துக்கொள்ளும் பொருள்களாக மாற்றப்படுதல் அவசியம். செரித்தல் என்பது வேதிமாற்றங்களைக் கொண்டு இவ்வகைப் பொருள்களைக் கரையக்கூடியதாகவும், மூலக்கூறுகளாகவும் பிரித்து செல்களால் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டு சக்தியை வெளிப்படுத்த ஏதுவாகிறது.

முதலாவதாக கடினப்பொருள்கள் வாயில் உள்ள பற்களால் அல்லது பற்கள் போன்ற கடினமான உறுப்புகளால் சிதைக்கப்பட்டும் நன்றாகக் கடையப்பட்டும் செரிப்பதற்குத் தயார் செய்யப்படுகிறது.

இடண்டாவதாக பெரியகூட்டு மூலக்கூறுகளாலான உணவுப் பொருள்களை வேதியியல் முறையில் சிறு

மூலக்கூறுகளாகவோ, தனித்தனி மூலகங்களாகவோ பிரிக்கப் படுகிறது. இதற்கான செரிவுத்திரவங்கள் குடலிலும் மற்றும் தனித்தனி உறுப்புகளிலிருந்து சுரக்கப்பட்டு குடற்குழியில் கலந்து மாற்றங்களை ஏற்படுத்துகின்றன. இத்திரவங்கள் நொதிகள் (Enzymes) எனப்படும். ஒவ்வொரு நொதியும் குறிப்பிட்ட ரசாயன முறையில் செரித்தலை முடிக்கின்றன. இன் நொதிகள் காரம், அமிலம் போன்றவைகளைச் சார்ந்ததாக உள்ளன.

செரித்தல் வகைகள்

செரித்தல் முறைகளைப் பொதுவாக இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். முதலாவதாக செல்லிற்குள் செரித்தல் (Intracellular digestion) என்றும், இரண்டாவதாக செல்லிற்கு வெளியே செரித்தல் (Extracellular digestion) என்றும் கூறப்படும். செல்லின் உள்ளே செரித்துக் கொள்ளும் முறை: முதனுயிரி, கடற்பஞ்சு, சில குழியுடலிகள் போன்றவற்றில் பின்பற்றப்படுபவை. செல்லிற்குவெளியே செரித்தல் என்பது பரிணாமத்தில் முன்னேறிய விலங்குகளில் செயல்படுத்தப் படுகிறது. இம்முறையில் செல்களுக்கு வெளியே ஒரு குழியிலோ அல்லது ஒரு குழாயிலோ அல்லது ஒரு பைபோன்ற உறுப்பிலோ நிகழ்கிறது. நொதிகள் சுரக்கப்பட்டு உணவுடன் கலந்து இக்குழிகளில் செரித்தல் நடைபெறுகிறது.

முதனுயிரிகளில் செரித்தல்

உணவு குமிழியில் (Food vacuoles) நடக்கிறது. லைசோ சோம்ஸ் (Lysosomes) என்ற நுண்குமிழ்களில் உள்ள

நொதிகள் வெளிப்பட்டு செரிக்கப்பட்ட பொருள் சைட்டோபிளாஸத்தில் (Cytoplasm) இணைந்துவிடுகிறது. அதனால் ஒட்டுண்ணி முதனுயிரிகளான டிரிபனசோமா (Trypanasoma) மானோசிஸ்டிஸ் (Mononcystis) போன்றவை ஏற்கனவே தாக்கப்பட்ட விலங்கினுள்ளே இருக்கும் செரிக்கப்பட்ட உணவை எடுத்துக் கொள்கின்றன.

கடற்பஞ்சுகளில்

கழுத்துப் பாகத்தின் செல்களின் (Collar cells) குமிழிகளின் செல்லினுள் செரித்தல் நடைபெறுகிறது. அமிபா போன்ற செல்கள் (Amoebocytes) கழுத்துச் செல்களிலிருந்து உணவை மற்றச் செல்களுக்கு எடுத்துச்செல்கின்றன.

குழியுடலிகளில்

இரண்டுவகை செரித்தல் முறைகளும் பின்பற்றப்படும். ஒட்டுண்ணி புழுக்களில் கல்லீரல் நங்கூரப்புழு (Liver Fluke) பித்தநீர், இரத்தம், நிணநீர் சிதைக்கப்பட்ட செல்கள் போன்றவைகளை உட்கொள்ளும். மேலும் கரைந்த சர்க்கரைப் பொருள்களான குளுகோஸ் (Glucose), ஃபரக்டோஸ் (Fructose), காலக்டோஸ் (Galactose), மால்டோஸ் (Maltose) போன்றவைகளை தோல்வழியாக உறுஞ்சிவிடும். மேலும் புரோட்டினேஸ் (Protinase) என்ற நொதியைச் சுரந்து உணவுக் குழலில் உள்ள கடினபுரதப் பொருள்களையும் செரித்துவிடும்.

வளையப் புழுக்களில் (Annelida) சிறுகுடலில் எல்லாவகை நொதிகளும் சுரக்கப்பட்டு செரிமானம் நடைபெறுகிறது. நொதிகளாவன: டயாஸ்டேஸ் (Diastase),

லிபேஸ் (Lipase), அமைலேஸ் (Amylase) போன்றவை கழுத்திற்கு கீழேஉள்ள உமிழ்நீர் சுரப்பிகளில் ம்யூஸின் (Mucin) மற்றும் புரதத்தைச் சிதைக்கும் நொதியும், (Proteolytic), சுரக்கின்றன.

கணுக்காலிகள்:

நண்டுவகைகளில் உணவு செரித்தல் உறுப்புகளின் உள்ளே கடினமான சிதைக்கும் உறுப்பு உள்ளது. இதற்கு காஸ்ட்ரிக்மில் (Gastric mill) என்று பொயர் இங்கு உணவு நன்றாகச் சிதைக்ப் படும்போது இதன் பின்புறத்தில் உள்ள செலுத்தல் பிரிவு (Digestive diverticulum) என்ற உறுப்பிலிருந்து புரோட்டினேஸ் (proteinase) என்ற கூட்டுப் புரதத்தைப் பிரிக்கும் நொதி முன்புறமாகத் தள்ளப்பட்டு செரித்தல் முடிந்ததும் மெல்லிய இழைகளால் வடிக்கப்பட்டு குடலுக்குள் செலுத்தப்படும்.

பூச்சிவகைகளில் செரித்தல்:

குழிகள், குழாய்கள் மற்றும் பை போன்ற உறுப்புகளில் நடைபெறுகிறது. நொதிகள் சுறந்து உணவுடன் கலந்து செரித்தல் முடிவடையும். பூச்சிகளில் வாய்க்கருகில் தொங்குபை (Crop) உள்ளது. கரப்பான் பூச்சியின் வாயில் சுரக்கும் அமிலேஸ் (Amylase) நொதியும் தேனீயில் சுக்ரேஸ் (Sucrase) என்னும் நொதியும் சுரக்கின்றன. இவைத் தொங்குபையில் உணவுடன் கலந்து செரித்தல் நடைபெறும். கடினப் பொருள்களை உண்ணும் பூச்சிகளில் உணவுச் சுற்றுபடலம் (Peritrophic membrane) என்பது முன் குடலைச்

சுற்றி உள்ளது. இப்படலம் நொதிகளையும், செரிக்கப்பட்ட உணவையும் ஊடுருவச் செய்யும். வண்ணத்துப் பூச்சிகளில் நொதிகள் இல்லை. ஆனால் சர்க்கரைப் பொருளைச் செரிக்கச் செய்யும் சுக்ரேஸ் (Sucrase) என்ற நொதி உள்ளது (படங்கள் 9, 10, 11)

மெல்லுடலிகளில் செல்லின் உள்ளேயும், செல்லின் வெளியேயும் செரித்தல் நடைபெறுகிறது. செரித்தல் கிரந்திகள் (Digestive glands) சுரக்கும் நொதிகள் சிறுகுழாய்கள் வழியாக இறைப்பையை அடைகின்றன. மட்டிவகைகள் சிலவற்றில் தனித்தன்மை வாய்ந்த படிகக் கொம்பு (Crystalline style) என்ற உறுப்பு முக்கியமானது (படம் 7) இக்கொம்பு இறைப் பையில் உள்ள கடினத்தட்டு (Gastric shield) டன் சுழன்று நொதிகளை வெளிவிடும். இதன் முக்கிய நொதிகள் அமைலேஸ் (Amylase) என்ற நொதியும், லிபேஸ் என்ற நொதியும் (Lipase) ஆகும். கணவாய் மீன்களில் (Cephalopods) குடற்குழியில் செரித்தல் நடைபெறுகிறது.

முட்தோலிகளில் செல்லுக்கு வெளியேயும், செல்லுக்கு உள்ளேயுமான இருவகைகளிலும் செரித்தல் நடைபெறுகின்றன. நட்சத்திரமீன் (Starfish) நொதிகளை வெளியேவிட்டு மேலும் விழுங்கு செல்களால் (Phagocytes) சிறு பெருள்கள் விழுங்கப்பட்டு குடல் சுவர்வழியாக வெளிவரும். மற்ற முட்தோலிகளிலும் இரண்டுமுறைகளும் கையாளப் படுகின்றன.

முதுகெலும்பிகள்:

முதுகெலும்பிகளில் பொதுவாக செரித்தல் ஒரு ஒழுங்கு

முறையையும், உறுப்புகளையும் கொண்டுள்ளது. மாமிசம் உட்கொள்ளும் விலங்குகளில் குடல் அமைப்பு தாவரங்களை உண்ணும் விலங்குகளின் குடல் அமைப்பிலிருந்து மாறுபட்டுள்ளது. குடலின் நீளம் மாமிசஉண்ணிகளில் குறைவாகவும், தாவர உண்ணிகளில் நீளம் அதிகமாகவும் உள்ளது. முதற்கண் உணவு சிதைக்கப்படுதல், இரண்டாவது வழியே எடுத்துசெல்லுதல், மூன்றாவதாக பெரிய கூட்டு மூலப்பொருள்கள் அடங்கிய உணவு சிதைக்கப்பட்டு நொதிகளால் தனித்தனியே பிரிக்கப்பட்டு கரையக்கூடிய பொருள்கள், குடல்சுவற்றின் வழியே பிளாஸ்மா (Plasma) போன்ற திரவத்தால் எடுத்துச் செல்லப்பட்டு திசுக்களுக்கும், செல்களுக்கும் கொடுக்கப்படுகிறது. திசுக்கள் தங்கள் சக்திக்காகவும், திசுக்களுக்கேஉரிய மூலப்பொருள்களைத் தயாரித்துக் கொள்ளவும் முடிகிறது.

செரித்தலின் பொருட்டு உறுப்புகளை இவ்வாறு வகைப்படுத்தலாம். 1. ஏற்கும் உறுப்புகள், 2. எடுத்துச் செல்லும் மற்றும் சேகரித்து வைத்துக்கொள்ளும் உறுப்புகள் 3. உட்சிதைவு மற்றும் செரித்தல் உறுப்புகள், 4. செரித்தலின் முடிவில் உரிஞ்சப்படும் உறுப்புகள் மற்றும் 5. செரிக்கப்படாததும், வேண்டாத பொருள்களை வெளியேற்றும் உறுப்புகள்.

உயிரிகளில் செரித்தல் முறை :

முதனுயிரிகளில் செரித்தல் உணவுக்குமிழிகளில் நடைபெறும். நொதிகள் லைசோசோம்ஸ் (Lysosomes) என்ற நுண்பைகள் நொதிகளை குழிக்குள் செலுத்தி செரித்தல்

முடிந்து செரிக்கப்பட்ட பொருள்கள் சைட்டோபிளாஸத்தில் (Cytoplasm) சேர்ந்துவிடும். கடற்பஞ்சுகளில் செரித்தல் செல்களுக்குள் நடக்கிறது. கழுத்துசெல்களில் (Collar cells) உள்ள உணவுக் குழிகளில் செரித்தல் முடிந்த உடன் ஆமீபா போன்ற செல்களால் (Amoebocytes) மற்றும் உள்ள செல்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படும்.

குழியுடலிகள்:

இவ்உயிரிகளில் செல்களின் உள்ளேயும், செல்களின் வெளியேயும் ஆகஇரண்டு முறைகளிலும் செரித்தல் நடைபெறுகிறது. முதல்முறை உணவை விழுங்கி செல்களின் உள்ளே உணவுக்குழியில் செலுத்துதல் நடைபெறுகிறது. இரண்டாவதாக குழியில் உள்ள உணவின் மேல் நொதிகளைச் செலுத்தி செரிக்கப்பட்டு செரிக்கப்பட்ட நுண்பொருள்கள் செல்களால் ஏற்றுக்கொள்ளப்படும்.

ஒட்டுண்ணி புழுக்கள்:

பொதுவாக எல்லா ஒட்டுண்ணிகளிலும் செரித்தல் செல்லுக்குவெளியே நடைபெறுகிறது. கல்லீரல் ஒட்டுண்ணி (Liver fluke) யில் செல்லுக்கு வெளியே செரித்தல் நடைபெறுகிறது. இவ் வொட்டுண்ணி பித்தநீர் (Bile) இரத்தம், நிணநீர், மற்றும் சிதைந்த செல்களை உண்ணும். குளுகோஸ் (Glucose), ப்ரக்டோஸ் (Fructose), காலக்டோஸ் (Galactose), மால்டோஸ் (Maltose) போன்ற கரைசல்களை தோல் வழியே உரிஞ்சிவிடும். ஆனால் குடலில் சுரக்கும் ப்ரொடினேஸ் (Proteinase) என்னும் நொதி குடலுக்குள் இருக்கும்

திசுப்பொருள்களைச் செரிக்க உதவும்.

வளைய புழுக்கள்:

அனேகமாக எல்லா வளைதசைப் புழுக்களிலும் செரித்தல் செல்லுக்கு வெளியே இயங்குகிறது. மண்புழுவில் கழுத்துப்புரத்தில் உமிழ்நீர் சுரப்பிகள் சுரக்கும் புரதச்செறிவு நொதியும் (Proteolytic enzyme) கோழையும் உணவைச் சுலபமாகச் செலுத்தவும், செரித்தல் ஆரம்பநிலையை இயக்குவதும் குறிப்பிடத்தக்கவை. குடலில் சுரக்கும் லிபேஸ் (Lipase) கிளைகோஜனை செரிக்கும் கிளைகோஜினேஸ் (Glycogenase) அமைலேஸ் (Amylase) மற்றும் புரதச்சத்துகளைச் செரிக்கும் நொதிகளுமாகும். இரத்தத்தை உரிஞ்சும்போது அட்டைகள் (Leeches) இரத்தம் உரையாமலிருக்க ஹைருடின் (Hirudin) என்ற திரவத்தை முதலில் செலுத்தி பின்பு இரத்தத்தை உரிஞ்சும். குடலில் சேமிப்பு பைகள் உள்ளதால் வேண்டிய அளவு சேமிக்கப் பட்டவுடன் உரிஞ்சுவதை நிறுத்விடும். குடலில் எல்லாவித நொதிகளும் செரித்தலை நன்றாகச் செய்துவிடும்.

கணுக்காலிகள்:

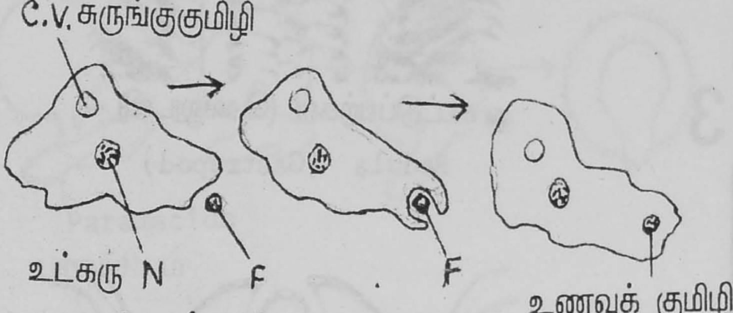
குடலிலுள்ள கடினஉறுப்பான குடல்மில் (Gastric mill) லில் உணவுப் பொருள்களைச் சிதைத்தும், செரித்து முடித்ததும் நீள்சதைகளாலும், வட்ட சதைகளாலும் அழுத்தப்பட்டும், வடிக்கப்பட்டும் செரிவுபைகளுக்கு அனுப்பப்படும். பூச்சிகளில் சிதைக்கும் வாய் அமைப்பு, உரிஞ்சும் வாய் அமைப்பு, துளைபோடும் வாய் அமைப்பு

போன்றவை உள்ளதால் எந்தவித உணவுப்பொருள்களையும் விழுங்கி குடலில் செரித்தல் இயங்கும்,

மெல்லுடலிகள்:

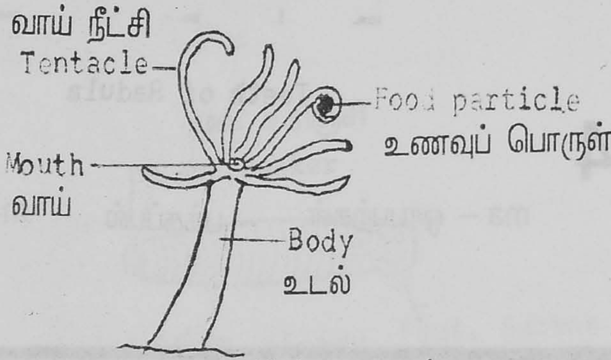
மெல்லுடலிகளிலும் வெட்டுதல், துருவுதல் மெல்லுதல், விழுங்குதல் போன்ற வகைகளால் உணவு விழுங்கப்பட்டு செல்லுக்கு வெளியே, செல்லுக்கு உள்ளே செரிக்கப்படும். சிலவகை மட்டிகளில் படிகக்கொம்பு (Crystalline style) என்பது ஒரு தனித்தன்மை வாய்ந்த உறுப்பாகும். குடல் சுரப்பிகள், நொதிகள் உணவுக்குத் தகுந்தவாறு அமைந்துள்ளன.

1



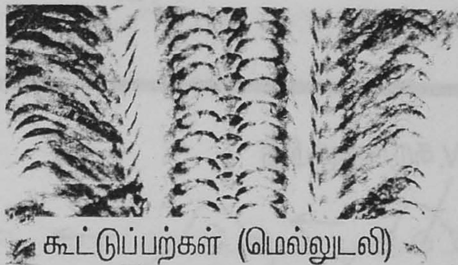
அமீபா Amoeba - Food vacuole

2



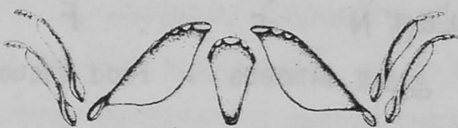
Hydra ஹைட்ரா

3



கூட்டுப்பற்கள் (மெல்லுடலி)

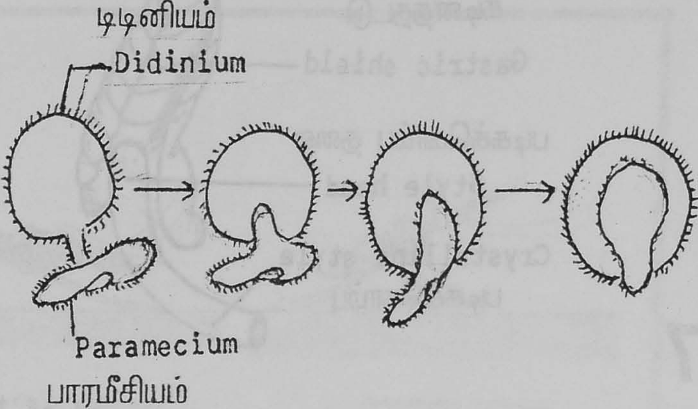
Radula (Gastropod)



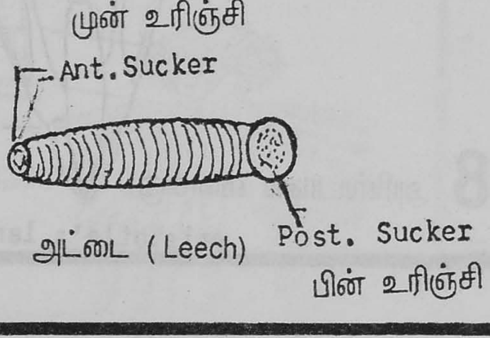
Teeth of Radula

4

ma – ஓரபபற்கள் – பக்கப்பல் m – நடுப்பல்


டிடினியம்
Didinium
Paramecium
பாரமீசியம்

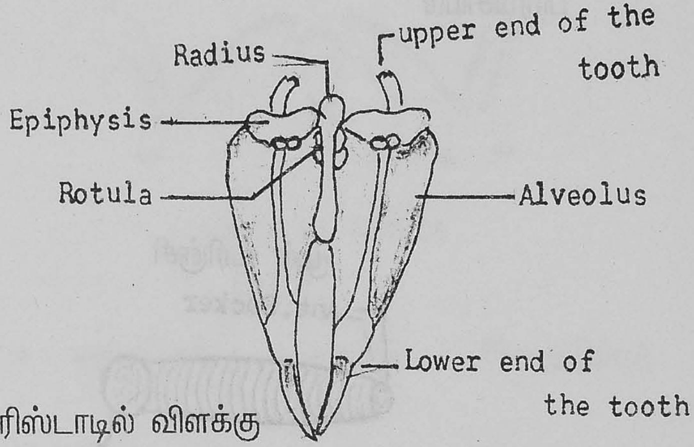
5


முன் உறிஞ்சி
Ant. Sucker
அட்டை (Leech)
Post. Sucker
பின் உறிஞ்சி

6

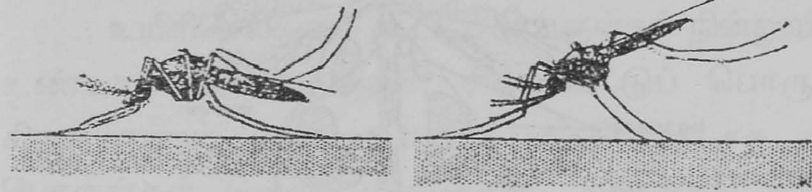
7

8



அரிஸ்டாடில் விளக்கு

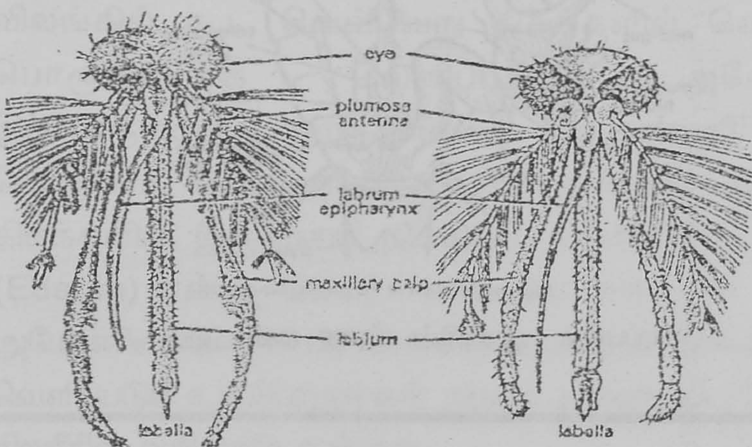
Aristotle's lantern



9

Culex (Culicidae) *Anopheles* (Culicidae)

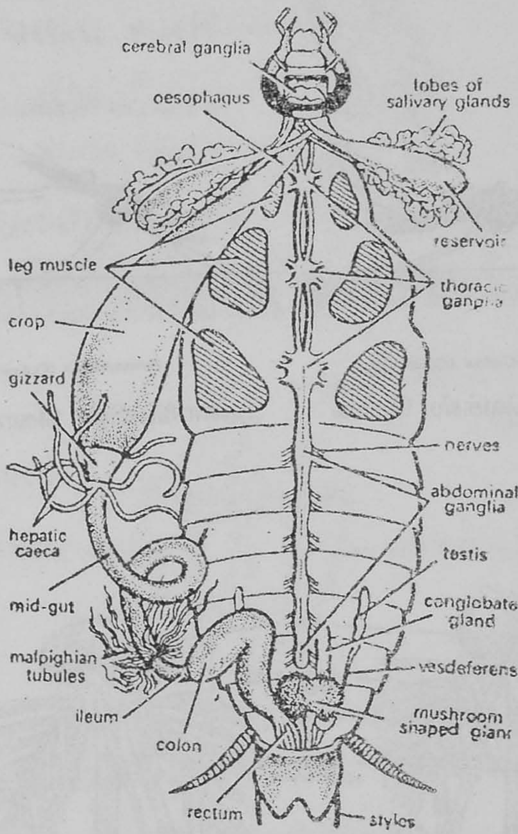
க்யூலெக்ஸ் கொசு அனாஃபலிஸ் கொசு



10

Mouth-parts of female *Culex* and *Anopheles*

கொசுக்களின் வாய் அமைப்பு



11

Digestive system of *Periplaneta americana*

கரப்பான் பூச்சியின் சீரண மண்டலம்

தொகுதி-4

வெவ்வேறு விலங்கினத் தொகுதிகளில் நைட்ரஜன் கழிவு வகை முறைகள்

உயிரிசெல்களில் கூட்டுப் பொருள்கள் நின்றுவிடாமல் உண்டாக்கப்படுவதாலும், சில கூட்டுப் பொருள்கள் சிதைமாற்றம் அடைவதாலும் பல வேண்டாத கழிவுப் பொருள்கள் வெளிப்படுகின்றன. நச்சுத்தன்மையுள்ள இக்கழிவுப்பொருள்கள் திசுக்களிலேயே இருப்பது திசுக்களுக்குக் கெடுதலாகையால், இவற்றை உடனுக்குடன் வெளியேற்றும் நிலைக்கு கழிவேற்றம் என்று பெயர். இக்கழிவுப் பொருள்கள் விலங்குகளில் மாறுப்பட்டதாகவும், ஒரே விலங்கில் கூட வெவ்வேறு திசுக்களில் வெவ்வேறு பொருள்களாக வெளிப்படும். அனேகமாக இப்பொருள்களில் ஒன்று தண்ணீர். இத் தண்ணீர் ஒரு உப பொருளாக வெளிவருகிறது. இத் தண்ணீர் அதிகமாக திசுக்களில் இருந்தால் திசுக்கள் உப்பிவிடும். இதற்கு (Edema) என்று பெயர். கரியமில வாயுவும் (CO_2), அமோனியாவும் (NH_3) வளர்சிதை மாற்றம் நிகழும்போது வெளிப்படும் உப பொருள்கள் ஆகும். யூரியாவும் ($CO(NH_2)$ சிறுநீரில் அதிகமாக உள்ளது.

நைட்ரஜன் கழிவுப் பொருள்கள்:

புரதப் பொருள்கள் உடலில் சிதைமாற்றம் (Katabolism) அடையும் போது உப பொருள்களாக வெளிப்படும் பொருள்கள். (1) அமினோ அமிலங்கள், (2) அமோனியா, (3) யூரியா, (4) யூரிக் அமிலம், (5) டிரைமிதைல் அமினோ அமிலங்கள்

(Trimethylmino acids) (6) குவானின் (Guanine) (7) ஆலன்டாயின் (Allantoin) (8) ஹிப்பூரிக் அமிலம் (Hippuric acid) (9) ஆர்னிதூரிக் அமிலம் (Ornithuric acid) (10) கிரியாடீன் (Creatine) (11) கிரியாடினீன் (Creatinine) என்பவையாகும்.

மாவு மற்றும் கொழுப்பு பொருள்கள் சிதைமாற்றத்தின் போது கரியமில வாயுவும் (CO2) தண்ணீரும் (H2O) உப பொருள்களாக வெளிவரும்.

அமோனியா:

அமோனியா மிகுந்த நச்சுத்தன்மை உடையது. எனவே அது தண்ணீருடன் கலந்து நச்சுத்தன்மையைக் குறைத்து வெளிப்படுகிறது. இத்தகைய விலங்குகள் அமோனியா விடு விலங்குகள் (Ammonotelic) எனப்படும்.

அமோனியா உருவாக்கம்:

அமினோ அமிலங்களிலிருந்து அமினோ உட்கருவை அயனிகளை எடுக்கும் நொதிகளோ அல்லது ஹைட்ரஜன் அயனிகளை எடுக்கும் நொதிகளோ தேவை. பிராணவாயுவைக் கொடுத்து அமோனியாவை வெளிப்படுத்தும் நிகழ்ச்சி

R-CHNH2COOH+202 ? RC=0.COOH + NH3

Amino acid Keto acid Ammonia

ஹைட்ரஜன் அயனிகளை விடுவிப்பது என்ற முறையில் அமினோ அமிலங்களிலிருந்து இரண்டு ஹைட்ரஜன்

அயனிகளை விடுவிப்பதாகும். எடுத்துக்காட்டாக

COOH+CH (NH2), CH2 CH2 COOH+H20--

இத்தகைய அமோனியாவை வெளியிடும் முதனுயிரிகள், கணுக்காலிகள், வளைதசைப்புழுக்கள், மெல்லுடலிகள், எலும்பு சட்டக மீன்கள், தலைபிரட்டை போன்றவை. மெல்லுடலிகளில் அப்ளிசியா (Aplysia), கணவாய்மீன் (Sepia) மற்றும் ஆக்டோபஸ் (Octopus) போன்றவை./

யூரியாவிடு உயிரிகள்:

யூரியா அமோனியாவை விடக் குறைந்த நச்சுத்தன்மை வாய்ந்தது. மேலும் தண்ணீரில் நன்கு கரையக்கூடியது. கல்லீரல், புரதச்சத்துகளை முக்கியமாக ஆர்ஜினின் என்ற அமினோ அமிலத்தைச் சிதைக்கும் போது இவ் யூரியா வெளிப்படும். யூரியா என்பது ஒரு நைட்ரஜன் சேர்க்கையால் உண்டாகிறது. இரண்டு அமோனியா மூலக்கூறுகள், ஒரு கரியமில வாயு (CO2) மூலக்கூறுடன் சேர்ந்து தண்ணீர் மூலக்கூற்றை வெளி ஏற்றுகிறது.

யூரியா

இது கல்லீரலில் ஆர்னிதீன் சுழற்சி (Ornithine Cycle) என்ற முறையில் வெளிவரும். கிரெப்ஸ் (Krebs) என்பவர் எலியின் கல்லீரல் பகுதிகளில் ஆராய்ச்சி செய்த போது சிட்ருலின் (Citrulin) என்ற மூலக்கூறுவிற்கும் ஆர்னிதீன் என்ற மூலக்கூறுவிற்கும் இடையே உண்டாகும் அமினோ அமிலம்

என்று கண்டுகொண்டார். பின்பு நுட்ப கருவிகள் உதவியுடன் ஆராய்ந்ததில் இந்த ஆர்னிதீன் சுழற்சியில் மேலும் இரு இணைப்புகள் உள்ளன என்ற முடிவு ஏற்பட்டது.

1. The Carbamyl phosphate link through which one unit each of CO2 and NH3 are added between ornithine and Citrulin.

2. The argino succinic acid இணைப்பு இரண்டாவது அமினோ கூட்டை இணைக்கிறது.

ஆர்னிதீன் சுழற்சியில் வெளிப்பட்ட அமோனியா கரியமில வாயுவுடன் கலந்து கார்பமைல் ஃபாஸ்பேட் (Carbamyl pohsphate) என உண்டாகிறது. இதற்கு Carbamyle pohsphatase என்ற நொதியும் துணை பொருள்களான மக்னீசியம் மற்றும் குளூடோமேட்டும் இதற்கு சக்தி அளிப்பதற்கு இரண்டு ATP மூலக்கூறுகளும் தேவைப்படும்.

இவ்வித கார்பமைல் (Carbamyl) கூட்டுபொருள் ஆர்னிதீன் சுழற்சியில் மாற்றப்பட்டு கடைசியில் யூரியா உண்டாகிறது. இவற்றைத் தவிர நன்கு தெரிந்து கொள்ளப்பட்ட மற்றும் இரண்டு முறைகள் உள்ளன. முதலில் ஆர்ஜினின் அமினோ அமிலம், ஆர்ஜினேஸ் என்ற நொதியின் உதவியுடன் யூரியாவை வெளிப்படுத்தும். இரண்டாவதாக ப்யூரின் சிதை மாற்றத்தின்போது யூரியா கடை பொருளாக உண்டாகிறது. தவளை போன்ற முதிர் இருவாழ்விகள், தரைவாழ் மெல்லுடலிகள், மண்புழுக்கள், ஆமைகள் இவ்வாறு

யூரியாவைக் கழிவுப் பொருளாக வெளியிடும். எனவே இவ்விலங்குகள் யூரியா விடு விலங்குகள் எனப்படும். (Ureotelic) /

99162

DR. T. P. M. LIBRARY
MADURAI KAMARAJ UNIVERSITY

யூரியாவின் சாதகமான நிகழ்வுகள்:

1. சிறுநீர் உண்டாவதற்கு குறைந்த அளவு நீரே போதுமானது.

2,. யூரியா அமோனியாவை விட விஷத்தன்மை குறைந்தது. மேலும் வெளியேற்றப்படுவதற்கு முன்பு இரத்தத்தில் சிறிது நேரம் இருப்பதால் கெடுதல் ஒன்றும் இல்லை.

3. மூன்றாவதாக நைட்ரஜன் வெளிப்படும் முறை யூரிக் அமிலம் (Uric acid) என்பதாகும். இது அமோனியாவின் விஷத் தன்மையைக் குறைத்தும், மேலும் தண்ணீரில் கரையமுடியாத பொருளாகவும் உள்ளது. மேலும் கூட்டுப்பொருள்கள் கரைசலிலிருந்து சுலபமாக கட்டித்தன்மையை அடைந்து கீழே சேர்ந்துவிடும். எனவே இதை கடினப் பொருளாகப் பிரித்தெடுப்பது சுலபம். மேலும் இதை வெளிப்படுத்தும்போது தண்ணீர் தேவை இல்லை. எனவே தண்ணீர் இழப்பு குறைக்கப்படுகிறது. காற்றுள்ள நிலவாழ் விலங்குகள் இம் முறையைப் பின்பற்றுகின்றன. நிலவாழ் மெல்லுடலிகள், பூச்சிகள், பல்லிகள் போன்றவை யூரிக் அமிலம்விடு விலங்குகள் (Uricotelic animals) எனப்படும். பறவைகளின் எச்சம் பாதி கருமைக் கட்டியாகவும், பாதி வெள்ளைக்

கட்டியாகவும் உள்ளது. இதில் கருமைக்கட்டி செரிக்கப்படாத உணவாகும். வெள்ளைக்கட்டி யூரிக் அமிலம்.

யூரிக் அமிலச் சுழற்சி (Uric acid Cycle:

புரதச் சிதைமாற்றத்தினால் உண்டாகும் அமோனியா யூரிக் அமிலமாக மாற்றப்படுகிறது. இம்முறையில் இது ஆர்னிதீன் சுழற்சியைவிட அதிகச் சிக்கனமான முறையுடன் உள்ளது. இம் முறையில் வரிசைக்கிரமமான வேதிமாற்றங்கள் நடைபெறுகின்றன. முதன் முதலாக முக்கியமான நிகழ்ச்சியில் கிளைசின் (Glycine) எனும் அமினோ அமிலம், குளூடாமிக் அமிலம் (Glutamic acid) ஹெக்ஸோஸ் (Hexose) ரைபோஸ் (Ribose) எனும் சர்க்கரைப் பொருள்கள் கூட்டுச் சேர்க்கையாக்கப்பட்டு Inosine-5-phosphate என்ற பொருளாக மாற்றப்படுகிறது. பின்னர் ரைபோஸ் மிகுதி Xanthine எனும்பொருள் பிராணவாயுவோடு சேற்கப்பட்டு யூரிக்அமிலம் ஆக்கப்படுகிறது. பறவைகளின் கல்லீரலில் யூரிக்அமிலம் தயார் செய்யப்படுகிறது. இவ்வகை வேதி மாற்றங்களுக்கு 8 கிஜிறி மூலக்கூறுகள் கிஞிறி யாக மாற்றப் படுகின்றன.

உட்கரு புரத வளர்சிதை மாற்றப் பெபாருள்கள் (Products of nucleoprotein metabolism) :

முதனுயிர் சத்தில் (Protoplasm) உள்ள அமினோ அமிலங்கள் தவிர உட்கரு அமிலங்களும் (Nucleic acids) உள்ளன. இவற்றிலும் நைட்ரஜன் கழிவுப்பொருளாக வெளியேற்றப்படும். முதலில் பாஸ்பாரிக் அமிலம் பிரிக்கப்பட்டு நியூக்ளியோசைட் (Nucleoside) விடப்படும்.

இந்நியூக்ளியோசைட் பென்டோஸ் (Pentose) எனும் சர்க்கரைப் பொருளும் நைட்ரஜன் கொண்ட பொருளாகப் பிரிக்கப்படும். ஸிழிகி என்றும் ஞிழிகி என்றும் உள்ள நியூக்ளிக் அமிலங்களில் உள்ள சர்க்கரைப் பொருளும், நைட்ரஜனும் வரிசையாகப் பிரிக்கப்படும். பிரிக்கப்பட்ட ப்யூரின் சிதைந்து அடினீன் (Adenine) என்றும் குவானீன் (Guanine) என்றும் தண்ணீருடன் வெளியிடப்படும். தட்டைப்புழுக்கள், வளையப்புழுக்கள் மற்றும் சில வட்டவாய் மீன்களால் இவ்வாறு வெளியிடப்படுகிறது. சிலவிலங்குகள் ப்யூரினைச் சிதைத்து யூரிக் அமிலமாக வெளியேற்றும்.

அமோனியா, யூரியா, யூரிக் அமிலம் போன்றவைத் தவிர நைட்ரஜன் பொருள்களும் வெளியேற்றப்படும். அவை யாவன: (1) அமினோ அமிலங்கள், (2) க்ரியேடினின் (Creatinine) (3) டிரைமெதில் அமின் ஆக்ஸைடு (TMO) (4) ஹிப்யூரிக் அமிலம் (Hippuric acid) (5) ஆர்னிதுரிக் அமிலம் (Ornithuric acid) மற்றும் (6) க்ரியேடின் (Creatine) ஆகும்.

1. அமினோ அமிலங்கள்: எல்லாவிலங்குகளும் தனி அமினோ அமிலங்களை சிறுநீருடன் வெளியேற்றும். மனித சிறுநீரில் சுமார் 1.5% மொத்த கழிவு பொருள்களில் அமினோ அமிலங்கள் உள்ளது.

2. கிரியேடினின்: தசைகள் சுருங்கிவிரியும் நிலைகளில் அதிகமாக உள்ள கிரியேடினின் வெளியேற்றப்படும். மனித இரத்தம் 100 மி.லி.யில் 1.0 மில்லிகிராம் கிரியேடினின் உள்ளது.

3. டி.எம்.ஓ (TMO-Trimethylamine oxide): டி.எம்.ஓ என்னும் நைட்ரஜன் கழிவுபொருள் நன்னீர் குருத்தெலும்பு சட்டக மீன்கள், கடல்வாழ் மீன்கள் போன்றவைகளின் சிறுநீரில் உள்ளது. இது மொத்த கழிவுப் பொருள்களில் 25-28% உள்ளது. இது அமோனியாவைவிட விஷத்தன்மை குறைந்தது. கொழுப்பு, புரதங்கள் சிதைமாற்றத்தின் போது (Lipoproteins) உண்டாகிறது. ஜிவிளி- தண்ணீர் அதிகமாக வெளிச்செல்வதைக் குறைக்கிறது. கடல்வாழ் மீன்களில் தண்ணீரைத் தக்கவைத்துக் கொள்ள வேண்டியுள்ளதால் டி,எம்,ஓ முறை கையாளப்படுகிறது. இது செவுள்களின் வழியாக வெளியேற்றப்படும்.

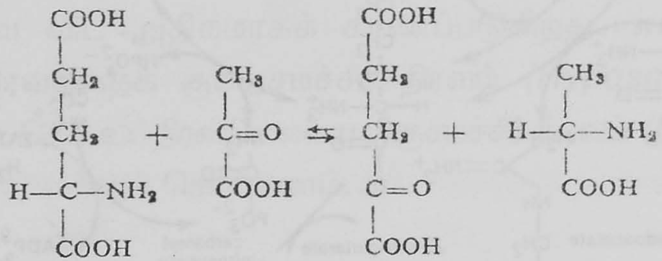
4. ஹிப்யூரிக் அமிலம் (Hippuric acid): குட்டியீனிகளில் கொழுப்பு வளர்சிதை மாற்றத்தின் போது விஷத் தன்மைவாய்ந்த பென்சாயிக் அமிலம் (Benzoic acid) உண்டாகும்போது இதன் விஷத்தன்மையைக் கட்டுப்படுத்த கிளைசீன் என்ற அமினோ அமிலத்துடன் இணைந்து ஹிப்யூரிக் அமிலமாக மாற்றி வெளியேற்றப்படும்.

5. ஆர்னிதூரிக் அமிலம் (Ornithuric acid): இவ்வமிலம் பறவைகளில் உணவுப் பொருள்களில் உள்ள பென்சாயிக் அமிலத்தைச் சிதைத்து ஆர்னிதீன் (Ornithine) எனும் அமினோ அமிலத்துடன் இணைத்து ஆர்னிதூரிக் அமிலமாக வெளியேற்றப்படும்.

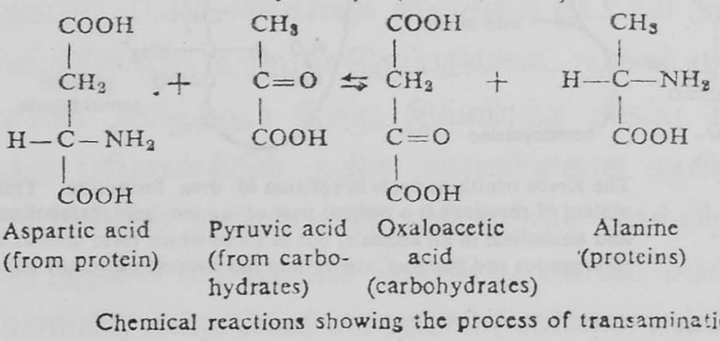
6. கிரியேட்டீன் (Creatine): இவ் வேதிப்பொருள் முதுகெலும்பிகள், முதுகெலும்பிலா விலங்குகளின் சிறுநீரில்

காணப்படும். ஆராய்ச்சிகளின் முடிவில் கிரியேட்டீன் எனும் பொருள் மூன்று அமினோ அமிலங்களின் சேர்க்கையால் உண்டாகிறது என கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. அவை யாவன : 1. ஆர்ஜினின் 2. கிளைசீன் மற்றும் 3. மெதியோனின். கிரியேடீன் இரத்தத்தில் விடப்பட்டு தசைகள் வேண்டும்போது எடுத்துக்கொண்டு அதிகமாக உள்ளதைச் சிறுநீருடன் வெளியேற்றப்படும்.

100 மில்லி லிட்டர் இரத்தத்தில் சுமார் 2 முதல் 8 மில்லிகிராம் அளவில் நைட்ரஜன் கழிவுப் பொருள்கள் அந்தந்த விலங்குகளின் கழிவு உறுப்புகளால்வெளியேற்றப்படும்.

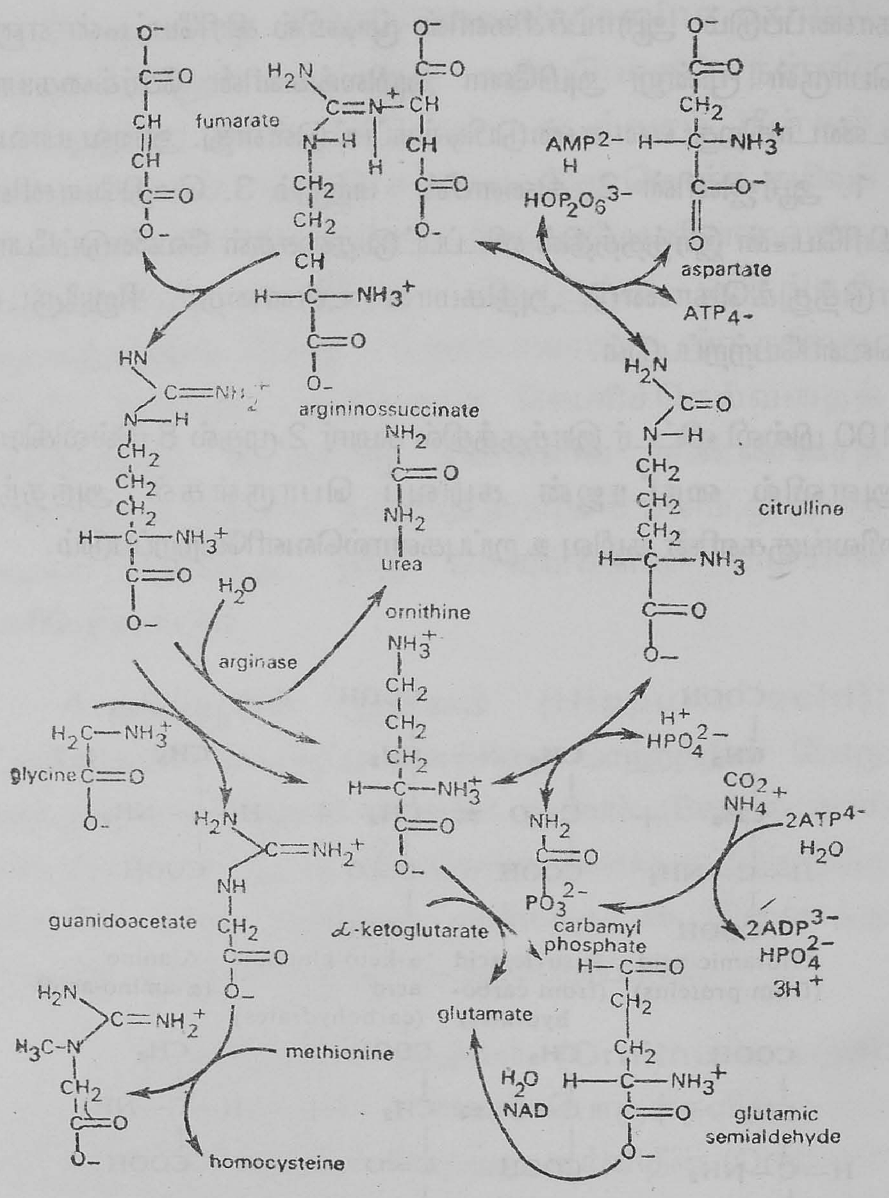


Glutamic acid (from proteins) | Pyruvic acid (from carbohydrates) | α-keto glutamic acid (carbohydrates) | Alanine (α-amino-acid)



Aspartic acid (from protein) | Pyruvic acid (from carbohydrates) | Oxaloacetic acid (carbohydrates) | Alanine (proteins)

Chemical reactions showing the process of transamination.



The Krebs ornithine cycle in relation to urea formation. This system of reactions is a normal part of amino acid catabolism and anabolism in all animals, but in those which form urea as a nitrogenous end product, the system has become especially active.

தொகுதி 5

வெவ்வேறு விலங்கினத் தொகுதிகளில் ஊடுருவச் சீரமைப்பு முறைகள்

விலங்குகளின் செல்களின் உள்ளிருக்கும் வேதியியல் சத்துப்பொருள்களின் அளவு செல்களின் வெளியே உள்ள திசுக்களில் இருக்கும் வேதியியல் சத்துப் பொருள்களின் அளவே உள்ளது. அதனால் தாவரங்களில் செல்சுவர்கள் உயிரற்ற செல்லுலோஸ் *(Cellulose)* என்ற தாதுப்பொருள்களால் ஆனதும் உட்சுவர் உயிருள்ள ப்ளாஸ்மா *(Plasma)* என்ற படலத்தால் ஆனதுமாகும். எனவே செல்களின் உட்தாதுப்பொருள்களின் அளவு வெளியே உள்ள அளவை விட அதிகமாகக் காணப்படுகிறது. எனவே திசுத்திரவத்தைக் குறைசமச்சீர் திரவம் *(Hyposmotic)* என்றும், செல் உட்திரவநிலையை மிகுசமச்சீர் திரவம் *(Hyper osmotic)* என்றும் சொல்லலாம்.

எடுத்துக்காட்டாக இரத்த சிகப்பு செல்லை *(Red Corpuscle)* 0.3M சர்க்கரைக் கரைசலில் இட்டால் அதன் பரிமாணத்தில் எந்த மாற்றமும் இருப்பதில்லை. ஆனால் யூரியா கரைசலில் அமிழ்த்தும் போது இவ்விரத்த சிகப்பு செல் பெருத்து பரிமாணத்தில் அதிக அளவுள்ளதாக ஆகிறது. இந்நிகழ்ச்சியில் யூரியாவுடன் தண்ணீரும் செல்லினுள் சென்று அதனை விரிவடையச் செய்கிறது. எனவே "சமச்சீர்" *(Iso osmotic)* என்ற பெயர் சம அயனி *(Isotonic)* என்பதை விடச்சிறந்தது எனலாம்.

மெகால்லம் *(Macallum)* என்னும் அறிவியல் ஆராய்ச்சியாளர் 1926-ல் பின் வருமாறு கருதினார். "உயிரிகளின் தோற்றம் ஆரம்பகாலத்தில் இருந்த கடலின் உப்புச் செறிவு *(Salinity)* குறைந்த அளவில் இருந்து இந்நீர் உயிரிகளின் செல்களால் எடுத்துக்கொள்ளப் பட்டிருக்க வேண்டும். பல நூற்றாண்டுகளில் இந்த உப்புச்செறிவு சிறிதளவே மாறுதல் அடைந்திருக்க வேண்டும். எனவே கடல் வாழ் உயிரினங்களில் உட்திரவம் சுற்றிலுமுள்ள கடல் நீரின் ஊடுருவச்சீர் அமைப்பிலேயே உள்ளது. பின்னர் உயிரினங்கள் கடலிலிருந்து, முகத்துவாரம், சதுப்புநிலங்கள், நன்னீர் நதிகள், குளங்கள், பின்பு நிலம் போன்ற சூழ்நிலைகளுக்குப் பரிணாம வளர்ச்சியில் முன்னேறியபோது உயிரியின் உட்திரவம் சூழ்நிலைக்குத் தக்கவாறு ஈடு கொடுத்து ஊடுருவற் சமச்சீரின் நிலைப்பாடுகளில் மாறுதல்களை அடைந்துள்ளன. இம்மாறுதல்கள் வெளிப் புறத்திலுள்ள கரைசல்கள் அளவு, வெப்பம், மற்றும் அழுத்தம் போன்றவைகளையும் சார்ந்துள்ளதாக அமைந்தது எனலாம்.

கடல் நீர் சோடியம் குளோரைட் *(NaCl)*, மெக்னீசியம் சல்பேட் *(MgSO4)* போன்ற பலவித உப்பு கரைசல்களால் ஆனது. இறால்களின் இரத்தத்தில் உள்ள வேதிக் கரைசல்கள் அதிக அளவில் இருந்தால் வெளியே இருந்து நீரை உள் வாங்கிக் கொண்டு சமநிலைக்கு வருகிறது. இதுவே இறாலின் இரத்தத்தில் வேதிக் கரைசல்கள் குறைவாக இருந்தால், அதிக அளவு கரைசல் உள்ள கடல் நீர், இறாலில் உள்ள திரவத்தை உறிஞ்சிவிடும். எனவே கடல்

வாழ் முதுகெலும்பிலா விலங்குகளில் ஊடுருவச் சமச்சீர் நிலைகளில் சிக்கல்கள் எழுவதில்லை.

ஊடுருவல் அழுத்தம் : *(Osmotic stress)*

விலங்குகளில் உட்திரவத்தின் வேதிக் கரைசலின் அளவு அதிகமாக அமையும்போது, அதை சம நிலைக்குக் கொண்டு வருவதற்கு விலங்குகள் முயற்சி செய்கின்றன. இந்நிலையை ஊடுருவல் அழுத்தம் என்கிறோம். எனவே பல சூழ்நிலைகளில் உள்ள விலங்குகள் தமது நிலையைச் சரி செய்துக் கொள்ள சில முறைகளைக் கையாளுகின்றன. மேலும் நிலத்திலிருந்து மறுபடியும் நீர் வாழ்நிலைக்கு திரும்பியுள்ள விலங்குகளில் ஊடுருவல் சீர் அமைப்பு முறைக்கு பிரச்சனைகள் ஏற்பட்டு அவைகளைச் சரி செய்துக் கொள்ளவும் சில மாறுதல்களைப் பெற்றுள்ளன.

ஊடுருவல் சீர் அமைப்பு வகைகள்

இதில் இரண்டு வகை அமைப்புகள் உள்ளன. முதல் வகையில் சில விலங்கினங்கள் சுற்றுச் சூழலில் உள்ள திரவங்களின் வேதிப்பொருள் நிலைக்குத் தகுந்தவாறு மாற்றிக் கொள்ளும் திறன் உடையன. இம்முறை விலங்குகளை ஊடுருவச் சீர் ஒற்ற நிலை விலங்குகள் *(Osmoconformers)* என்றும், இரண்டாவது வகை விலங்குகள் சுற்றுச்சூழ்நிலையில் திரவங்கள் எவ்வகை மாறுபாடுகளைக் கொண்டிருந்தாலும் உடற்திரவத்தை ஒரே

நிலையில் தக்கவைத்துக் கொள்ளும் தகைமை உடயவை. இவற்றை ஊடுருவற் சீர் ஒழுங்குநிலை விலங்குகள் *(Osmoregulators)* எனக் குறிப்பிடுகிறோம்.

இவ்வகை ஊடுருவலை சரி செய்துக்கொள்ளும் ஆற்றல் உள்ள நிலையை "சரிசமமான நிலை" *(Homeostasis)* என்கிறோம். இந்த நிலையை அடைவதற்கு விலங்குகளில் மிகவும் நுணுக்கமான வழிமுறைகள் உள்ளன. முதலில் கண்டு கொள்ளும் ஆற்றல், நரம்பின் செயல்பாடு, நொதிகளின் ஒத்துழைப்பு மற்றும் சூழ்நிலைக்குத் தக்கவாறு செயல் முறையை மாற்றிக் கொள்ளும் தகுதி போன்றவை.

முதுகெலும்பிலா விலங்குகளில் ஊடுருவற் சீரமைப்பு

கடல் வாழ் கணுக்காலிகளில் இறால், நண்டு போன்றவைகளில் நடத்தப்பட்ட ஆய்வுகளின் முடிவில் இவ்விலங்குகள் பொதுவாக ஊடுருவற் சீர் ஒற்ற நிலையாக உள்ளன எனக் கண்டுள்ளனர். இவை தட்ப, வெப்ப, அழுத்த, வேதிப் பொருள் செரிவு மாற்றம் போன்ற சூழ்நிலை மாற்றங்களைச் சரி செய்துக் கொள்ளும் திறன் பெற்றவை.

சதுப்பு நில கணுக்காலிகளில் நீல நண்டு எனப்படும் ப்ளாரிடாவில் உள்ள நண்டு குடிநீரில் கூட வசிக்கும் தன்மை வாய்ந்தது, அந்த நீரில் கால்சியம் அயனிகள் அதிகமாக இருந்தால் இனப்பெருக்கச் சமயங்களில் சதுப்புநிலத் தண்ணீருக்குச் சென்று, முட்டை, லார்வா

நிலைகளில் வளர்ச்சி பெற்று பின்பு உருமாற்றம் அடையும் நிலையில் நன்னீரை நோக்கிச் செல்கின்றன.

இந்நிலையில் நாம் இரண்டு விதப் பெயர்களின் முக்கியத்துவத்தைத் தெரிந்து கொள்ளவேண்டும் (1) குறு வேறுபாடு நிலை *(Steno Haline - Steno – narrow, hala (Greek)– Salt).* இந்நிலைத் தாவரங்களும், விலங்குகளும், ஒரு குறிப்பிட்ட கடல் நீர் தரத்தில் சிறிதளவு அதிகமாகவோ அல்லது சிறிதளவு குறைவாகவோ உள்ள உப்பு செரிவுத்தன்மையில் வாழும் தரத்தை உடையன. இரண்டாவதாக நெடுவேறுபாட்டு நிலை *(Euryhaline-Eurus - (Greek) wide, hala-salt)* - சுற்றுப் புற அதிக வேறுபாடுகளைக் கொண்ட கடல் நீரில் இவ் விலங்குகள் அவற்றைச் சகித்துக் கொண்டு வாழ்கின்றன.

எடுத்துக்காட்டாக குறுவேறுபாடுநிலை விலங்குகள் பாரம்பரிய முறையினாலேயோ, அல்லது சரி செய்துக்கொள்ளும் அமைப்புகளினாலேயோ வாழ்ந்துவிடும். முட்தோலிகள், கணவாய் மீன்கள் *(Cephalopods)* குடற்குழிகள் *(Coelenterates),* கடலுமிழிகள் *(Sea squirt)* போன்றவை. ஆனால் கம்மாரஸ் *(Gammaraus)* (படம் 1) என்ற கணுக்காலி வெற்றிகரமாக கடல் நீர், சதுப்பு நில நீர், நன்னீர் என்ற மூன்று நிலைகளிலும் வாழும் தன்மை பெற்றது. இதை நெடுவேறுபாட்டு நிலை விலங்குகளுக்கு எடுத்துக்காட்டாகக் கூறலாம்.

நன்னீர் கணுக்காலிகளும் ஊடுருவற் சீர் அமைப்பும்

நன்னீர் கணுக்காலிகளில் அதிலும் கடினத்தோல் கணுக்காலிகள் *(Crustacea)* மிகு ஊடுருவ வேதிப் பொருள் களைக் கொண்டுள்ளன. ஆஸ்டாகஸ் *(Astacus)* (படம் 2) என்னும் விலங்கு சீரமைப்புத் தன்மையை, அதிக வேதிப்பொருள்கள் சுற்றுப்புறத்தில் இருந்தாலும், சரிசெய்துக் கொள்ளும் திறமையைப் பெற்றுள்ளது. 50 விழுக்காடு தரநிர்ணய கடல் நீரில் *(Standard Sea water)* இருக்கும் போது அதன் இரத்த நிணநீரின் *(Haemo lymph)* செறிவுத்தன்மை அதிகமாகிறது. இதற்குமேலும் நீரில் வேதிச் செறிவு இருந்தால் அதற்குத்தக்கவாறு நீரை உட்செலுத்தி அதேநிலையை வைத்துக் கொள்கிறது. இத்தருணத்தில் 50 விழுக்காடு தரநிர்ணய கடல் நீரில் பலமணிநேரம் வைத்திருக்கும் போது தசை அமினோ அமிலங்கள் உப்பு கரைசலைவிட அதிகமாகிறது, மேலும் தசையிலும் இரத்த நிண நீரிலும் பொடாசியம் உப்புகள் 20 விழுக்காடு அதிகரிக்கின்றன. *(Eriochir sinensis)* (படம் 3) எனும் கடினத் தோல் கணுக்காலி நன்னீரில் இனப்பெருக்கத் தன்மை அடைந்து, முட்டையிடுதலின் போது கடல் நீருக்குச் சென்று விடும். செவுள்கள் கடல் உப்புகளை உட்செலுத்திக் கொள்வதற்கு ஏதுவாக உள்ளது.

தரையிலும் நீரிலும் வாழும் சில நண்டு வகைகளில் ஊடுருவற் சீர் அமைப்பு குறிப்பிடத்தக்கது. எடுத்துக்காட்டாக கடற்கரை நண்டுகளான கூப்பிடு நண்டுகள் *(Calling crab)* அல்லது கலவை

(Dhobi crab) (படம் 4) எனப்படும் *Uca* என்ற நண்டு மிகச் சிறந்த மிக ஊடுருவலைச் சரிசெய்துக் கொள்ளும் திறமை பெற்றது. கடலுக்கு வெளியே கரையில் காற்றுச் சூழலில் இருக்கும்போது உட் திரவத்தின் தண்ணீர் குறைந்து விட்டாலும் சரி செய்துக் கொள்கிறது. உட் திரவ வேதிப் பொருள்களின் அதிகரிப்பு சிறிதளவே உள்ளது. தென்னைமர நண்டு *(Birgus latro)* (படம் 5) தண்ணீரில் அமிழும்போது குறை ஊடுருவ நிலையில் உள்ளது. பொதுவாகத் தரையில் வசிக்கும் நண்டு வகைகள் உள்வாங்கும் அயனிகளைச் சரி செய்துக் கொள்ளும் திறமை வாய்ந்தவை.

ஊடுருவற் தனிச்சிறப்பு

அமெரிக்காவில் *UTAH* என்ற இடத்தில் உள்ள பெரிய உப்பு ஏரி *(Great Salt Lake)* யில் உப்புச் செறிவு அதிகமாக உள்ளது. சுமார் 220 விழுக்காடு உப்புத்தன்மை உள்ளது. இந்நிலையில் உப்பு, துகள்களாக வடிவம் பெற்று ஏரியின் அடிப்பாகத்தில் அமிழ்கின்றன. இத்தகைய சுற்றுச் சூழலில் ஆர்ட்டீமியா சலைனா *(Artemia salina)* (படம் 6) என்ற கடினத் தோல் கணுக்காலி வெற்றிகரமாக வாழ்கிறது. பல சோதனைகளின் முடிவுகள் வருமாறு

இவ்வுயிரிகள் 2.6 விழுக்காடு தர நிர்ணய கடல் நீரில் இருக்கும் போது தமக்கு வேண்டிய சோடியம் குளோரைடு அயனிகளை உள் வாங்கிக் கொள்கின்றன. இவற்றின் இரத்த நிண நீர் எந்த வித சூழ்நிலையிலும் குறை

ஊடுருவ செயலாகவே உள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக 25-விழுக்காடு தரநிர்ணய கடல் நீரில் நிலைத்து இருக்கும் தன்மை பெற்றது. மேலும் சுற்றுச்சூழல் நீரை விழுங்கி தண்ணீரை உள்வாங்கி உப்பு அயனிகளை குதத்தின் வழியாக வெளியேற்றி விடுகிறது. தன் உடலின் எடையையுப் போல் 3 மடங்கு தண்ணீரை உட்கொள்ள வல்லது. சோடியம் குளோரைட், தண்ணீர் இவ்விரண்டு தேவைகள் மட்டும் குடலிலிருந்து உரிஞ்சப்பட்டு மற்றவை மலக்குடலால் வெளியேற்றப்படுகிறது. மேலும் 10 செவுள்களின் மேற்படலம் வெளியே உள்ள மிகு ஊடுருவத்திரவத்தில் செலுத்திவிடுகிறது. எனவே குடல் நீரின் இரத்தத்தையும், செவுள்கள் சோடியம் குளோரைட் அயனிகளைக் கட்டுப்படுத்தும் அவயவங்கள் ஆகின்றன. இவ்வதிசயமான செயல் ஆற்றல் கொண்ட செவுள்களின் மேற்படலம் (*Epithelium*), வெளியே உள்ள மிகு ஊடுருவற் திரவத்தில் செலுத்தி விடுகிறது. எனவே குடல் நீரின் தரத்தையும், செவுள்கள் சோடியம் குளோரைட் அயனிகளைக் கட்டுப்படுத்தும் அவையவங்கள் ஆகின்றன. இவ் வதிசயமான செயல் ஆற்றல் கொண்ட செவுள்களின் மேற்படலம், பல மைடோகோண்டிரியா (*Mitochondria*) அடுக்குகளாலான இரத்த நிணநீர் திரவத்தின் அருகில் உள்ளது. இதன் சக்தியை அளவிடும் போது இக்கணுக்காலிகள் 400-விழுக்காடு தரநிர்ணயக் கடல் நீரில் இருக்கும் போது ATP (*Adenosine tri phosphate*)ன் அளவு 5 மடங்கு அதிகரித்துள்ளது. 50 விழுக்காடு தரநிர்ணய கடல் நீரில் இருப்பதைவிட 5 மடங்கு அதிகரிக்கிறது. சோடியம் ஊடுருவலை சோதனை மூலம் தடுத்து விட்டால் அதிக உப்பு நிலைத் தண்ணீரில் இறந்து விடும்.

பூச்சி வகைகளில் ஊடுருவல் சீர் அமைப்பு

பூச்சிகள் முதிர் பூச்சிகளாகவோ, லார்வாக்களாகவோ எல்லா சூழ்நிலைகளிலும் இருக்கின்றன. பெரும்பான்மை முதிர் பூச்சிகள் தரையிலும், செடி கொடிகளிலும் இருக்கின்றன. லார்வாக்கள் நிலையில் தண்ணீரிலும் உள்ளன. இரண்டு இறக்கை உள்ள *(Diptera)* சிலவற்றில் லார்வாக்கள் உப்பு ஏரிகளிலும், சதுப்பு நிலத்தண்ணீரிலும் மற்றும் சில கடல் தண்ணீரிலும் இருக்கின்றன.

பூச்சிகளின் இரத்த நிணநீரில் குறைந்த அளவு கரியமிலா *(inorganic substances)* பொருள்களும் கரிமப் பொருள்களும் *(Organic Substances)* உள்ளன. குறிப்பாக அமினோ அமிலங்கள் அதிகமாக காணப்படும். இவ்வுட்திரவம் 120-376 mM NaCl / Litre என்ற அளவில் உள்ளது.

நீர்ப் பூச்சிகளின் மேல் தோல் கடினமாக இருப்பதால் ஊடுருவல் நிகழ்ச்சி நடைபெற இயலாது. ஆனால் லார்வாக்களும், முதிர்ச்சி அடையாத *(nymphs)* பூச்சிகளும் அதிக அயனிகளை உட்கிரகிக்கும் தன்மையை உடையன. கைரோனோமிட் லார்வாக்கள் *(Chironomid larvae)* பலவித நீர் சூழல்களில் வாழ்கின்றன. ஆப்பிரிக்க இனப் பூச்சி சிறிது தற்காலிக நீருள்ள குளங்களில் இனப்பெருக்கம் செய்து, தண்ணீர் வற்றிய பின்பு மழையினால் குளம் நிரம்பும் போது உயிர்ப்பிக்கின்றன. கைரோனோமஸ் தும்மி *(Chironomus*

thummi) என்ற பூச்சியின் லார்வா 0.5% கடல் நீரில் வாழும். அதற்குமேல் செறிவுள்ள கடல் நீரில் வசிக்க முடிவதில்லை. ஆனால் கைரோனோமஸ் சலினாரியஸ் *(Chironomus salinarius)* எனும் பூச்சியின் லார்வா 1-37 விழுக்காடு கடல் நீரில் வசிக்க முடியும். ஈடஸ் ஈஜிப்டை *(Aedes aegepti)* எனும் கொசுவின் லார்வா 90% குளோரைட் அயனிகளின் மாற்றத்தைச் செயல் படுத்துவதுடன், மிகக் குறைந்த அளவில் குறைந்த குளோரைட் அயனிகள் இருந்தாலும் அவற்றைத் தன் குத இழுச்சிகளால் *(Anal Papillae)* வேகமாக உறிஞ்சிவிடும். (இந்த கொசுதான் டெங்கு காய்ச்சல் (*Dengue fever)* எனப்படும் நோயைப் பரப்புகிறது). குத இழுச்சியின் உட்படலத்தின் செல்கள் புறத்தோலின் உள் மடிப்புகளின் இடைவெளியில் நீளமானதும், தட்டையானதுமான மைடோ கோண்டிரியாவைக் (*Mitochondria)* கொண்டுள்ளது. குத இழுச்சிகளின் முனை பாகங்களில் இரத்த நிணநீர் குழாய்களும், சிதறுகளாக அமைக்கப்பட்ட மைடோகோண்டிரியாக்களையும் கொண்டது. இவ்வாறான உட்படலச் செல்கள் மிக சக்தியுடன் சோடியம் மற்றும் குளோரின் அயனிகளை உரிஞ்சிவிடும். கொசுவின் லார்வாவில் உள்ள மால்பிஜியன் குழாய்கள் (*Malpighian tubules)* உண்டாக்கும் திரவம் கொசுவின் இரத்த நிணநீர் திரவத்தைப்போலவே உள்ளது. பெருங்குடல் (*Rectum)* முடிவில் உள்ள படலச் செல்கள் நீரையும், கரைசல்களையும் உரிஞ்சிவிடும். இவ்வித சீரமைப்புகள் பூச்சியின் முதுகின் உள்ளே அமைந்துள்ள முதுகெலும்பு முடிச்சு (*Thoracic ganglia)* களால் கட்டுப் படுத்தப் பட்டுள்ளது.

சதுப்புநில தண்ணீரில் வாழும் லார்வா மற்றும் நன்னீரில் வாழும் லார்வாக்களின் ஊடுருவல் சீர் முறைகளின் வேறுபாடுகள் வருமாறு.

சதுப்புநில தண்ணீர் (*Limnophilus affinis*)	நன்னீர் (*Limnophilus stigma*)
1. இரத்த நிணத்திரவம் சூழ்நிலைக்குமேல் மிகு சீரமைப்பைக் கொண்டது.	1. சதுப்புநில தண்ணீரில் இறந்து விடும்
2. கழிவுநீர் இரத்த திரவத்தை விட மிகு சீரமைப்பை உடையது.	2. பெருங்குடல் நீர் மிகு அல்லது சம நிலை சீரமைப்பை உடையது.
3. குறை ஊடுருவ நிலையில் தண்ணீரை உருஞ்சுகிறது.	3. அயனிகள் உறிஞ்சப்படும், மறுபடி வெளியேற்றப்படும்.
4. 76 சத உப்பு நீர் வரை சகித்துக் கொள்ள முடியும்.	4. 10.8 சத உப்பு நீர் நிலையில் இறந்து விடும்.

நிலம் வாழ் பூச்சிகள்

நீர் வாழ் பூச்சிகளின் உட்திரவங்களின் செறிவுத் தன்மையை விட நிலவாழ் பூச்சிகளின் உட்திரவச் செறிவு அதிகமாக உள்ளது. இத்தகைய அதிகச் செறிவு வேதி

திரவங்கள் இருப்பது, இப்பூச்சிகள் காற்றுச் சூழலில் இருப்பதால் தான். உடல் நீர் இழப்பு ஆவியாக வெளியேறிச் சென்று விடுதலால் உட்திரவச் செரிவு அதிகமாக உள்ளது. இவ்விழப்பை பூச்சியிலுள்ள காற்றுத் துளைகள் (Spiracles) கட்டுப் படுத்துகின்றன. ஈரப்பதக் காற்றிலிருந்து தண்ணீரை எடுத்துக்கொள்ளும் சில பூச்சிகள் காற்றில் ஈரப்பதம் (Humidity) அதிகமாக உள்ள இடங்களில் வசித்து ஊடுருவற் சீரமைப்பைக் கட்டுப்படுத்திக் கொள்கின்றன. எனவே பூச்சிகளின் இடங்கள் காற்றில் அதிக ஈரப்பதம் உள்ள இடங்களே. வெப்ப நிலைக் காடுகளில் (Tropical forests) வசிக்கும் கொசுக்களான அனாஃபெலிஸ் பெல்லேடர் (Anopheles bellator) மற்றும் அனாஃபெலிஸ் கோமன்குலஸ் (Anopheles homunculus) அடர்ந்த காட்டுமரங்களின் குடைபோன்ற மேற்பரப்பின் ஊடே வசிக்கின்றன. அனாஃபலிஸ் பெல்லேடர் (Anopheles bellator) எனும் கொசு மாலை நேரத்தில் மரங்களின் மேற்பரப்பிலும் பகல் நேரத்தில் கீழேயும் இறங்கி விடுகின்றன.

நிலவாழ் பூச்சிகள் நீரும் உப்பு கரைசல்களும் சமச்சீர் நிலைக்கு கழிவு முறையில் சமன் செய்துக் கொள்கின்றன. கழிவு உறுப்புகளான மால்பீஜியன் (Malpighian tubules) நுண் குழாய்கள் நடுக்குடல், பின் குடல் (Rectum) போன்ற உறுப்புகளால் சீர் செய்து கொள்கின்றன. ரோட்னியஸ் (Rhodnius) என்ற பூச்சியின் மால்பிஜியன் நுண் குழாய்களின் மேல் பாகத்தில் சுத்தமாகவும், சமச்சீர் வகையிலும், வேதிப் பொருள்கள் காரவகை நிலையிலும் உள்ளன. ஆனால் அதன் கீழ்பாகத்தில் யூரிக் அமில படிவங்கள் (Uric acid) இருப்பதால்

அமிலத்தன்மையாக உள்ளது. எனவே தண்ணீர் மறு முறை உறிஞ்சப்படுகிறது. பொதுவாக இப்பூச்சிகளில் திரவம் செல்லும் போது பொட்டாசியமும், தண்ணீரும் திரும்ப இரத்த நிண நீரால் உரிஞ்சப்படுகின்றன.

அமினோ அமிலங்களும் மறுபடியும் உறிஞ்சப்படுகின்றன. டெனிபிரியோ (Tenebrio) என்ற வண்டின் திரவ நிலையில் வரும் கழிவுப்பொருள்கள் குதம் வழியாக வெளிவரும்போது காய்ந்த நுண் உருண்டைகளாக, புழுக்கைகளாக, இருக்கின்றன.

மீன்களில் ஊடுருவல் சீர் அமைப்பு முறைகள்

முதுகெலும்பிகளும், அவைகளின் முன்னோடிகளும் கடல் வாழ் உயிரிகளிடமிருந்து தோன்றியவை. மீன்களின் தோற்றம் நன்னீரிலிருந்தும் இருக்கலாம் என்பதற்கு தற்கால மீன்களின் இரத்தம் நீர்த்து *(dilute)* இருப்பதாலும் கடல் வாழ் இன மீனான சுறா மீன் இரத்தத்தில் உப்பின் அளவு குறைந்து காணப் படுதலேயாகும். மிகப்பழமையான கூடுமுள் மீன்களில் *(Coelocanth)*, லாடிமேரியா *(Latimaria)* என்ற மீனின் இரத்தம் கடல் நீரின் நிலையிலேயே இருந்ததால் மீன்களின் தோற்றம் கடலில் இருந்தும் ஏற்பட்டிருக்கலாம் என்ற ஒரு கருத்தும் உள்ளது. தோற்றம் எவ்வாறு இருப்பினும் குறுத்தெலும்பு சட்டக மீன்களும் எலும்பு சட்டக மீன்களும், நன்னீர் சூழலில் இருந்து கடல் நீர் நோக்கிச் சென்றிருக்க வேண்டும். சால்மன்

(Salmon) போன்ற மீன்கள் கடலில் இருந்து நன்னீருக்கு இனப் பெருக்கத்திற்காக வருகின்றன. மற்றும் சில வகை மீன்கள் கடல் தண்ணீரில் இனப்பெருக்கத்தை முடித்து வளர்ச்சிக்கும், முதிர்ச் சிக்கும் நன்னீருக்கு வருகின்றன. ஃபண்டுலஸ் (*Fundulus*) என்ற மீன் வகை நன்நீர், சதுப்பு நில நீர் இரண்டிலும் வசிக்கின்றன.

வட்டவாய் மீன்கள் (*Cyclostomes*)

மிக்ஸீன் (*Myxine*) எனும் மீன் கடல் நீரிலேயே வசிக்கிறது. உட்திரவ செறிவின் மாற்றம் சில அமினோ அமிலங்களால் ஏற்படும். குறிப்பாக புரோலின் (*Proline*), அலனீன் (*Alanine*) மற்றும் லுசீன் (*Lucine*) போன்றவை. பெட்ரோமைசான் (*Petromyzon*) நன்னீரில் இனப்பெருக்கம் செய்கிறது. முழு வாழ்க்கையையும் நன்னீரிலேயே கழிக்கமுடியும். இதன் இரத்தம் நன்னீரில் இருக்கும் போது 0.48°C நிலையில் உறைந்து விடும் தன்மையது. கடல் நீரில் இருக்கும்போது 0.59°C உறைந்து விடும். கடல் நீரிலிருந்து நன்னீருக்கு செல்லும் போது தண்ணீர் உட்கொள்ளுதல் தடை செய்யப்பட்டு, சதுப்பு நில நீருக்குத் திரும்பி வரும் போது நீரை உட்கொள்கிறது. மேலும் சோடியம் குளோரைட் அயனிகள் வெளியே செலுத்தப்படுகின்றன. நன்னீரில் இருக்கும் போது குளோரைட் அயனிகள் வேகமாக உரிஞ்சப்படுகின்றன. லேம் பெட்ரா பிளேநேரி *(Lampetra planeri)* எனும் வட்ட வாய் மீன் நன்னீரிலேயே உள்ளது. ஆனால் லாம்பெட்ராஃ ப்ளுவியாடிலிஸ் *(Lampetra fluviatilis)* எனும் மீன் நன்னீரை நோக்கிச் செல்லும். இனப்பெருக்கம்

முடிந்து லார்வாக்கள் சதுப்பு நில நீருக்கு வந்து, முதிர்ச்சி அடைந்ததும் திரும்ப நன்னீருக்கே சென்று விடும். பொதுவாக வட்ட வாய் மீன்களில் *(Myxine)* சமச்சீர் ஊடுருவலையும், லேம்ப்ரேக்கள் *(Lamprey)* குறு மற்றும் உயர் ஊடுருவச் செயல்களையும் பின்பற்றுகின்றன.

குருத்தெலும்பு சட்டக மீன்கள் *(Chondrichthyes)*

சுறா, திருக்கை வகைகள் போன்ற மீன்கள் குருத்தெலும்பு சட்டக மீன்களாகும். இவைகளில் சிலவற்றைத் தவிர எல்லா மீன்களும் கடல் வாழ் விலங்கினங்களே. எல்லா மீன்களிலும் இரத்தம் மிக ஊடுருவற் சீரிலேயே அமைந்துள்ளது. உப்புச் செரிவு *(NaCl)* 45 விழுக்காடு இரத்தத்தில் இருந்தாலும், யூரியா, டி.எம்.ஒ (*TMO-Trimethyl amine oxide)* போன்றவை இரத்தத்திலும், திசுக்களிலும் உள்ளன. இவ்வாறு இருந்தாலும் குறை ஊடுருவத்திறனை வெளியேற்றுகிறது. நாய் மீனில் *(Dog fish)* சிறு நீரகம், இரத்தத்தில் இருக்கவேண்டிய யூரியாவின் அளவிற்காக யூரியாவைத் திரும்ப உறிஞ்சுகிறது. தோலும், செவுள்களும் யூரியாவை உட்செலுத்துவதில்லை. வளரும் இம் மீன்களின் குஞ்சுகள் யூரியாவை அவைகள் இருக்கும் முட்டைப் பை *(Mermaid purse)* யில் தக்கவைத்துக் கொள்ளும்.

அமேசான் நதி நன்னீரில் இருக்கும் குருத்தெலும்பு மீன் போடாம் டோரிகான் *(Potam torigon)* இரத்தத்தில் 1.07 mM யூரியாவும் மத்திய அமெரிக்காவிலுள்ள நிகாராகுவா *(Nicaragua)* ஏரியில் இருக்கும் கார்க்காரைனஸ்

(Carcharhinus) மீனின் இரத்தத்தில் 180.0 mm யூரியாவும் உள்ளது.

கடல் வாழ் மீன்கள் அதிக வேதி உப்புகளை கடை குடலிலுள்ள சுரப்பிகளின் மூலம் வெளியேற்றி விடுகின்றன. செவுள்களில் குளோரைட் அயனிகளைப் பிரித்து வெளியேற்றும் செல்கள் இல்லை. சிறுநீரகங்களே முக்கியமான கழிவு நீக்க உறுப்பாக உள்ளன. மக்னீசியம், ஃபாஸ்பேட், சல்ஃபேட் போன்றவை சிறு நீராலேயே வெளியேற்றப் படுகின்றன (படம் 7).

எலும்புச் சட்டக மீன்கள் **(Osteichthyes)**

இத்தகைய கடல் வாழ் மீன்களின் இரத்தம் கடல் நீரை விட உப்புச்செறிவுகள் குறைந்த நிலையில் உள்ளன. அதாவது குறை ஊடுருவற்சீர் முறையில் உள்ளது. இவை உட்திரவத்தின் தண்ணீரை செவுள்கள், வாயின் உட்புற மேற்படலம் மற்றும் சுவாச அறையின் உட்புற மேற்படலம் வழியாக இழுக்கின்றன. இம்மீன்கள் கடல் தண்ணீரை விழுங்குதல் தவிர்க்க முடியாத தாகையால் தண்ணீரும் உப்புச்சத்துகளும் குடலால் வேகமாக எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றன. இதனால் உட் திரவத்தின் உப்புச்செறிவு அதிகமாக ஆகிறது. எனவே செவுள்களால் உப்புச்சத்து நீக்கப்பட்டு தண்ணீரை உட்திரவத்தின் சம நிலைக்கு சரி செய்துக் கொள்கிறது. செவுள்களில் குளோரைட் சுரக்கும் செல்கள், உப்புச் சத்துகளை மிக்க சக்தி கொண்டு வெளியேற்றி விடுகிறது. சிறுநீரகங்கள் தண்ணீரை அதிகமாக வெளியேற்றாமல் கட்டுப்பாட்டில்

வைத்துக்கொள்கிறது. சிறுநீரின் அளவும் மட்டுப் படுத்தப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக அப்ஸானஸ் (Opsanus) எனும் மீன் ஒரு நாளைக்கு 2.5 ml/kg என்ற அளவில் வெளியேற்றுகிறது. ஆனால் நன்னீரில் உள்ள மீன்கள் ஒரு நாளைக்கு 300ml / kg என்ற நிலையில் வெளியேற்றுகின்றன.

நன்னீர் மீன்கள் அதிக அளவில் சிறுநீரை வெளியேற்றி விடும். இச் சிறுநீரில் அதிக அளவு தண்ணீர் உள்ளது. கார்பைக் (Garpike) என்ற மீன் ஒரு நாளைக்கு 200 முதல் 400 ml/kg சிறு நீரை வெளியேற்றுகிறது. உட்செல்லும் நீர் அதிகமாக உள்ளதால் உட்திரவத்திலும் நீர் அதிகரிக்கிறது. சிறு நீரகங்களில் நீரைப்பிரிக்கும் குளோமாருலை (Glomeruli) நன்கு செயல்பட்டு நீரை வேகமாக வெளியேற்றி விடுகிறது. வேண்டிய அயனிகளும் திரும்ப உறிஞ்சப்படும். அசிரைனா பெர்க்கா (Acerina perca) போன்ற மீன்கள் உப்பு அயனிகளுக்கு உணவையே நம்பி உள்ளன. ஆனால் கராசிலஸ் மற்றும் லுஸிஸ்கஸ் (Carasilus and Leuciscus) போன்ற மீன்கள் உப்பு அயனிகளை நன்கு உறிஞ்சும் அமைப்பைப் பெற்றுள்ளன (படம் 7).

சூழ்நிலையை மாற்றிக்கொள்ளும் மீன்கள் ஊடுருவற்சீர் சிறந்த உறுப்புகளால் நன்கு செயல்படுத்தப்பட்டு சம நிலையில் வைத்துக் கொள்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக நடு அட்லாண்டிக் சார்கார்ஸோ *(Sargarso)* கடலில் விலாங்கு மீன், கடல் நீரில் முட்டையிட்டு எல்வர் *(Elver)* எனும் குஞ்சுகள் நிலையில் நன்னீருக்குச் சென்று முதிர்ச்சியடைந்த பின்பு கடல் நீருக்குத் திரும்புகின்றன. இவ் விலாங்கு மீனில் *(Anguilla)* சிறு நீரகத்தில் குளோமருலைகளும் *(Glomeruli)*

முனை சுருள் நுண் குழாய்களும் *(Distal convoluted tubules)* உள்ளன.

விலாங்கு மீன்	நன்னீர் சூழ்நிலை	கடல்நீர் சூழ்நிலை
1. சிறுநீர் அளவு	84ml/kg/day	15/ ml/kg/day
2. உறைநிலை	-0⁰69⁰C-0⁰73⁰C	-0⁰61⁰C'!0⁰62⁰C
3. குளோரைட் அயனிகள்	செவுள்கள் வழியாக உட்கிரகித்தல்	செவுள்கள்வழியாக வெளியேற்றுதல்
4. உப்பு சத்துகள்	உணவின் வழியாக உட்கொள்ளல்	நீர்உணவின் வழியாக உட்கொள்ளல்

இருவாழ்விகள் *(Amphibia)*

முதுகெலும்பிகளில் இருவாழ்விகளின் முயற்சி வெற்றி கண்டுள்ளது. அதாவது நீரிலேயே வாழ்ந்த முன்னோடி களைப்போல் இருந்தாலும் நிலத்திலும் வாழ்வதற்கான முயற்சியில் வெற்றிப் பெற்று தரைமட்டம், பொந்துகள், மரக்கிளைகள் போன்ற இடங்களிலும் வசிக்கும் திறமையைப் பெற்றுள்ளன. இது எவ்வாறு இவற்றால் முடிகிறதென்பது உடலின் இயங்குவியலின் திறமைச் செயலே ஆகும். உடல் எடை எவ்வளவு குறைந்தாலும் (எந்தவித உடற்கூறுகளிலும் மாறுதல் அடையாமல்) சகித்துக் கொண்டு தண்ணீர் கிடைக்கும்போது முன்பு இருந்த எடையை அடைந்துவிடுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக

பெயர்	சூழ்நிலை	% எடை குறைதல்
1. Scaphiopus	பொந்துகள்	60
2. Pseudocris	மரக்கிளைகள்	58
3. Rana pipens	பாதி நீர்-பாதி நிலம்	52
4. Rana elamitans	தண்ணீர்	39
5. Rana cepteutrionalis	தண்ணீர்	35

பொதுவாக முட்டைகள் தண்ணீர் அல்லது ஈரக் கசிவுகள் உள்ள இடங்களில் இடப்படும். தலைப்பிரட்டைகள் *(tadpoles)* நிறைய நீரைக் குடிக்கின்றன. வெப்ப நிலை நிலங்களில் உருமாற்ற நிகழ்ச்சி மிக வேகமாக, குறைந்த நாட்களில் முடித்து முதிர்த் தவளைகள் பொந்துகளுக்குள் வந்து விடுகின்றன. மழைக்காலத்தில் வெளியே வருகின்றன. மெல்லிய தோல் சூழ்நிலைக்கும், உட்திரவங்களுக்கும் இடையே தடுப்பு சுவர் போன்று இருப்பதால் தண்ணீர் உட்புகுதலும், வெளி வருதலும் ஏதுவாகிறது. ராணாபைப்பியன்ஸ் (Rana pipens) எனும் தவளை ஒரு மணி நேரத்தில் தன் உடலின் எடையில் 12% அளவுள்ள நீரை உரிஞ்சிவிடும். வெப்ப நிலையில் உள்ள ப்யுஃபோகாக்னேடஸ் (Bufo cognatus) தன் உடல் எடையில் 30% எடையுள்ள நீரை சிறு நீர் பையில் தேக்கி வைத்துக் கொள்ளும் திறனுடையது. மற்றும் ப்யுஃபோ பங்டேடஸ் (Bufo punctatus) எனும் தேரை ஒரு சதுர சென்டிமீட்டர் பரப்பயவுள்ள இடத்திலிருந்து தன்னுடைய இடைத்தோல் பாகத்தை ஈரமுள்ள நிலத்திலிருந்து ஒரு மணி நேரத்தில் 423 mg நீரை உள் வாங்கி விடும்.

தோலின் வழியாக நீர், உப்புச்சத்துகள் எடுத்துக் கொள்ளும் நிலையை தவளைகள் பின்பற்றுகின்றன. இவற்றைத் தேர்ந்தெடுக்கும் திறமையையும் பெற்றுள்ளன. ஒரு தவளையை சுத்தமான, காய்ச்சி வடிகட்டப்பட்ட நீரில் பல நாள்கள் வைத்திருந்தால் உட்திரவத்தில் உள்ள உப்புச்சத்துகளை சிறிதளவு இழக்கிறது. ஆனால் உடன் அதனை குழாய் தண்ணீருக்கு மாற்றினால் அத் தண்ணீரிலுள்ள உப்பு சத்துகளை தேர்ந்தெடுத்து உறிஞ்சிவிடும். இம் முறையில் தவளை அதிக சக்தியை உபயோகிக்கிறது.

ஊர்வன (Reptiles)

நன்னீர், கடல் நீர், வெப்பக்காற்றுள்ள இடங்கள், ஈரப்பதமுள்ள இடங்கள் போன்று பல சூழ்நிலைகளில் ஊர்வன வசிக்கின்றன. இவைகளின் மேல் தோலில் உள்ள செதில்கள் காய்ந்தும், தடிப்பாகவும் இருப்பதால், இத்தோலின் வழியே ஊடுருவற் சீர் அமைப்பிற்கு வாய்ப்பு இல்லை என எண்ணப் பட்டது. ஆனால் தற்பொழுது நீர், செதில்களின் வழியே உட்செல்லும் என்று தெரிய வந்துள்ளது. வெப்பம் குறைவாக உள்ள இடங்களில் உள்ள ஸ்ஃபினோமார்பஸ் (Sphenomorphus) எனும் விலங்கு, தோல் வழியே உட்திரவத்தின் தண்ணீரை வெளிவிடுகிறது என்று தெரிகிறது. ஒரு மணி நேரத்தில் தோலின் ஒருசதுர சென்டிமீட்டர் பரப்பளவிற்கு 0.2 mg அளவில் நீர் ஆவியாக வெளியேற்றப் படுகிறது. பாலைவனப் பாம்புகள் மிகக் குறைந்த அளவில் நீரை வெளியேற்றுவதும், பெருமழைக் காடுகளில் உள்ள பாம்புகள் அதிக நீரை வெளியேற்றுவதும் தெரிந்து கொள்ளப்பட்டது.

மிருதுவான ஓட்டை கொண்டுள்ள டிரையோனிக்ஸ் (Trionyx) என்ற ஆமை மற்ற ஆமைகளை விட நான்கு மடங்கு நீரை உட்செலுத்தி விடுகிறது.

ஊர்வனவற்றில் ஊடுருவற் சீர் இயக்கம் உரிஞ்சிக் கொண்டும், நீரை தக்கவைத்துக் கொள்வதாலும், சிறுநீர் வெளியேற்றத்தைக் கட்டுபடுத்திக் கொள்வதாலும் உட்திரவத்தின் சம நிலையை எப்போதும் பின்பற்றுகிறது. சில பாம்பு வகைகளிலும், பல்லி வகைகளிலும் சிறுநீர் கட்டியான நிலையிலோ அல்லது கூழ் போன்ற நிலையிலோ வெளிப்படும்.

சதுப்பு நில மாலாகிளாமிஸ் (Malaclamys) எனும் ஆமையை 3.3% உப்புச் செறிவுள்ள நீரிலிருந்து நன்னீருக்கு மாற்றினால் அதிக அளவில் சிறு நீரை வெளியேற்றுகிறது. ஆனால் சிறு நீரின் சத்துகள் குறைகின்றன. குதக்குழி வேண்டிய சத்துகளை உறிஞ்சிக் கொள்கிறது. இவ்வாறு நன்னீர் முதலைகள் சிறு நீரகத்திலேயே வேண்டிய அயனிகளைத் திரும்ப உறிஞ்சிக் கொள்ளும். தேவையான தண்ணீரை குதக்குழி திரும்ப உறிஞ்சிவிடும்.

உட்திரவத்தின் நீரின் அளவை நிலை நிறுத்துவதற்காக சோடியம் அயனிகளை தக்கவைத்துக் கொள்வதோ அல்லது வெளியேற்றுவதோ போன்றதான அமைப்பைப் பெற்றுள்ளதற்கு எடுத்துக்காட்டாக பாலைவனப் பல்லி என்ற ஆம்ஃபிபோலோரஸ் (Amphipolorus) உள்ளது. இப்பல்லிகள் மிகுந்த வெப்பமுள்ள இடங்களில் இருக்கின்றன. இவை சோடியம் அயனிகள் உடலில் அதிகமாக

உள்ள எறும்புகளை உணவாக உட்கொள்கின்றன. சோடியம் அயனிகள் செல்களுக்கு வெளியே உள்ள உட்திரவச் செல்களில் உள்ள நீரை வெளியேற்றுவதால், உட்திரவத்தின் பரிமாணம் குறைந்து உடல் பரிமாணமே 25% முதல் 33% வரை குறைந்து, மழைக்காலத்தில் சோடியம் அயனிகள் வெளியேற்றப்பட்டு பல்லி பழய பரிமாண நிலைக்கு வந்து விடும்.

கடற் பாம்புகள், பல்லிகள், சிலவகை ஆமைகள் உப்புச் சத்துகளை தங்கள் மூக்கு சுரப்பிகளால் (Nasal glands) வெளியேற்றி விடுகின்றன. டீனோசௌரா (Ctenosaura) என்ற விலங்கின் மூக்கு சுரப்பி திரவத்தில் சோடியம் அயனிகள் 190 விகிதம் உட்திரவத்தில் இருப்பதைவிட அதிகமாக உள்ளது. ஒரு மணி நேரத்தில் 190 மிலி அளவிற்கு வெளியேற்றுகிறது.

பறவைகள் (Birds)

பறவைகளில் நீர் உட்புகா புறச்சட்டகம் சிறகுகளால் ஆனது. நீர்வெளியேற்றம் புப்புசங்களின் மேற்பரப்பினால் ஏற்படுகிறுது. பறவைகளின் சிறு நீரகத்தில் உள்ள குளோமரூலைகள் முதுகெலும்பி விலங்கினங்களிலேயே மிகச் சிறிதாக உள்ளன. அதனால் குளோமரூலைகளால் வடிக்கப் படுபவை மிகக் குறைவு. பல பறவைகளின் நெஃப்ரானில் உள்ள ஹென்லியின் வளைவில் நீர் உறிஞ்சப்படுகிறது. மேலும் பறவைகளின் சிறுநீர்க் கழிவு யுரிக் அமிலம் எனும் சிறுகற்கள் போன்றவை. குதப்பையும், *(Cloacel sac)* குதச்சுரப்பிகளும் மலக் கழிவிலுள்ள நீரை

உறிஞ்சிவிடும். பரதேசம் செல்லும் பறவைகள் *(Migratory birds)* பல கிலோ மீட்டர் தூரம் நிற்காமல் பறந்து செல்லும்போது அதிக அளவு சக்தி தேவைப்படுகிறது. எனவே கொழுப்புப் பொருள்கள் ஆக்ஸிஜனோடு சேரும்போது வெளிவரும் தண்ணீரை *(Formed water)* உபயோகிக்கின்றன.

பறவைகளில் வளர்சிதை மாற்றம் மிக்க அளவில் நடப்பதால் வெளிவிடும் மூச்சுக்காற்றின் வழியாக அதிக நீர் ஆவியாக வெளியேறிவிடுகிறது.

Zebra Finch என்ற பாலைவனப் பறவை காய்ந்த விதைகளை உண்டு வாழ்கிறது. ஆனால் நீரைக் கொடுக்கும் போது ஒரு நாளைக்கு 100 கிராம் உடல் எடைக்கு 24 மில்லி நீரை எடுத்துக் கொள்கிறது. ஆப்பிரிக்க மெழுகு அலகுப் பறவை *(Wax Bill)* காய்ந்த விதைகளை மட்டுமே உண்ணும். ஆனால் நீரை தன்னிச்சையாக நாள் ஒன்றுக்கு 100 கிராம் உடல் எடைக்கு 42 மிலி நீர் வீதம் குடிக்கும்.

கடல்வாழ் பறவைகள், வீட்டுக் கோழிகள் மற்றும் வாத்துகள் அதிக உப்புச் சத்துகளை வெளியேற்ற மூக்கு சுரப்பிகளை (Nasal glands) பயன்படுத்துகின்றன. கார்மொராண்ட், மற்றும் கடல் கல் (Sea gull) பறவைகளின் உட்கொள்ளல் வெளி விடுதல் பட்டியல் வருமாறு.

கார்மொராண்ட்	Cl meq	Na meq	K meq	H_2O ml
3 கிராம் NaCl செலுத்தப் பட்டால் உட்கொள்ளல்	54·0	54·0	4·0	50+
குதக்குழி வெளியேற்றம்	27·5	25·6	2·7	108·0
மூக்கு சுரப்பி வெளியேற்றம்	26·1	23·8	0·3	51·4
கடல்கல் (Seagull) 0.5 கிராம் NaCl செலுத்தப் பட்டால்				-
குதக்குழி வெளியேற்றம்	191·0	183·0	18·2	-
மூக்கு சுரப்பி வெளியேற்றம்	690·0	783·0	37·8	-

ஊடுருவ அழுத்தம் இல்லாவிட்டாலும் கடல்கல் (Seagull) என்னும் பறவை, சோடியம், பொட்டாசியம் அயனிகளை அதிகமாக வெளியேற்றுகிறது. வாத்து, சிறு நீரைவிட அதிக சோடியம் அயனிகளை மூக்கு சுரப்பியினால்

வெளி விடுகிறது. தீப் பறவை (Ostrich) மூக்கு சுரப்பிகள் சோடியம் அயனிகளை விட பொடாசியம் அயனிகளை அதிகமாக வெளியேற்றுகிறது.

பாலூட்டிகள் (Mammals)

இவை அநேகமாக எல்லா சூழ்நிலைகளிலும் வசிக்கின்றன. கடல் நீர், சதுப்பு நிலம், நன்னீர், வெப்பநிலை, தட்ப நிலை போன்ற சூழ்நிலைகளில் இருப்பதற்கு உடல் நீர் கட்டுப்பாடே முக்கிய காரணமாக உள்ளது. பறவைகளை விட பாலூட்டிகள் தங்கள் இரத்தத்தை விட அதிகமான மிகச்சீர் ஊடுருவ சிறுநீரை வெளிவிடுகிறது. வேறு தனி உறுப்புகள் இதற்காக இயங்கவில்லை. தோலின் வழியாக சில உப்புகளை மிகக் குறைந்த அளவில் வெளிவிடும். எடுத்துக்காட்டாக 70 கிலோ எடையுள்ள மனிதன் நீரை 600 முதல் 2000 மிலி சிறு நீரிலும், 50 முதல் 200 மிலி செறிவுக் கழிவினாலும் (மலம்) 350 முதல் 700 மிலி தோலின் உணர்விலா வியர்வையாலும், 50 முதல் 400 மிலி உணர் வியர்த்தலாலும் வெளிவிடுவர். இவ் விகிதங்கள் வெப்ப, தட்ப நிலைகளுக்கேற்ப மாறுபடும். பாலூட்டும் தாய்மார்களுக்கு மேலும் 900 மிலி நீர், பாலுடன் வெளியேறுகிறது. மனிதன் தன் உடல் எடைக்கு 10% நீர் இழப்பு கடுமையான விளைவுகளை ஏற்படுத்திவிடும். எலிகள், ஒட்டகங்கள், ஆடுகள் போன்றவை தங்கள் உடல் எடையில் 30% நீர் இழப்பால் இறந்துவிடும். கழுதை 30% நீர் இழப்பிலும் சரியான நிலையில் இருக்கும். ஆனால் 2 அல்லது 5 நிமிடங்களில் 24 முதல் 30 லிட்டர் நீரைக் குடித்துவிடும்.

சிறுநீரகத்தின் செயல்பாடு

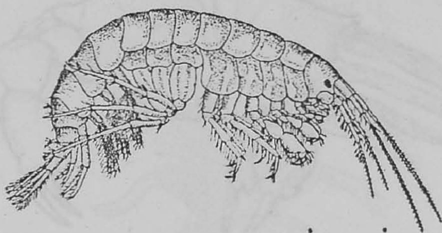
இரத்தத்தை விட மிக ஊடுருவுத்திறவத்தை சிறுநீராக வெளி விடுவதற்கான தக அமைப்பை சிறுநீரகம் பெற்றுள்ளது. அதிகமான அளவுடைய வேதிப் பொருள்களைக் கொண்ட சிறுநீரைச் சில விலங்குகள் வெளியேற்றுகின்றன. இவ்விலங்குகளில் சிறுநீரகத்திலுள்ள ஹென்லேவளைவுகள் (loops of Henle) மிக நீளமாக உள்ளன. (படம் 8). நாயின் குளோமருலேக்களின் வடிகட்டும் அளவு சுமார் 4.3 ml / min / kg உடல் எடைக்கும், மனிதனில் இந்த அளவு 1.73 ml ஆகவும் உள்ளது. இவ்வாறு உடலில் அதிகமாக உள்ள பொருள்கள், சுமார் 16 தடவைகடள் ஒரு நாளில் வெளியேற்ற சிறுநீரகம் செயல்படுகிறது. மனிதனில் 1100 லிட்டர் அளவிற்கு பிளாஸ்மா திரவம் குளோமருலைகள் வழியாகச் செலுத்தப்பட்டு 180 லிட்டர் வடிக்கப்படுகிறது. இவ்வடிகட்டிய திரவத்தில் 178.5 லிட்டர் அளவிற்கு திரும்ப உறிஞ்சப்பட்டு 1.5 லிட்டர் சிறுநீராக வெளியே செலுத்தப்படுகிறது. இவ்வடிகட்டும் முறை திரவத்தின் மாறுபாடுகளைக் கொண்ட அழுத்த விசையினாலும், பிளாஸ்மா புரதச்சத்துகளின் ஊடுருவு அழுத்தத்தினாலும் நடைபெறுகிறது. வடிக்கப்பட்ட திரவத்திலுள்ள, குளுகோஸ், அமினோ அமிலங்கள், வைட்டமின்கள், மற்றும் மின் அணு அயனிகள், திரும்ப அண்மைச் சுருள் நுண்குழாய்களினால் *(Proximal convoluted tubules)* உறிஞ்சப்படுகிறது. பேரா அமினோ கிப்யூரிக் அமிலம் *(Para amino hippuric acid)* சக்தியுடன் இவ்விடத்தில் சுரக்கிறது. அண்மைச்சுருள் நுண் குழாய்களில் இருக்கும் திரவத்தைப் போலவே சம ஊடுருவற் சீர் நிலையில் உள்ளது.

ஆர்மோன்களின் கட்டுப்பாடு (படம் 9).

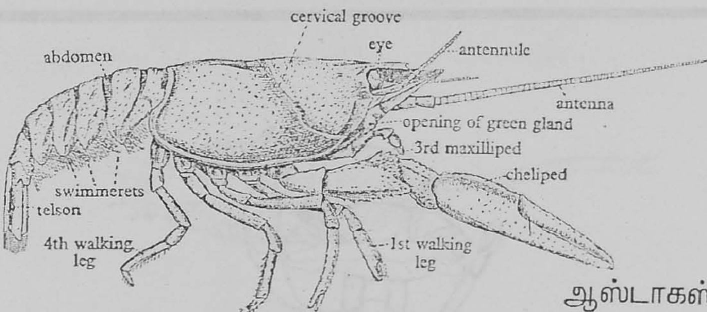
அயனிகளின் சமச்சீர், ஊடுருவற் சமச்சீர் இவைகளின் செயல்பாடுகள் ஆர்மோன்களால் கட்டுப்படுத்தப் படுகின்றன. வளர்சிதை மாற்றம் அதிகமாக நடைபெறும் தசைகள், கல்லீரல் மற்றும் மூளை போன்ற உறுப்புகளில் சுமார் 80% அளவு நீர் உள்ளது. நீரில்லா எலும்புகள், கொழுப்பு தசைகள் முழு உடம்பின் எடையில் 60-70% வரை உள்ள நீரைச்சாரும். உயிர்ச்சத்தில் உள்ள கரையக்கூடிய பொருள்கள் யாவையும் இந்த நீரில் உள்ளன. மேலும் வேதியியல் மாற்றங்களுக்கும் முக்கிய காரணியாக இருக்கிறது. பல செல்களாலான உடலைப் பெற்ற விலங்கினங்களில் நீரே திசுத் திரவத்திலும், இரத்தத்திலும் இருப்பதால் திரவச்சுழற்சி, தேவைக்கேற்ப ஊடுருவற் சீர் அமைப்பு, அயனிகளின் சீரமைப்பு போன்றவைகள் எளிதாகின்றன. மற்றும் வெப்ப சீரமைப்பு, நோய் தடுப்பு முறை, கழிவேற்றம் போன்றவைகளும் சாத்தியமாகின்றன. கரிமமிலா பொருள்கள், அல்லது தாதுப் பொருள்கள் பல முக்கிய பங்குகளை வகிக்கின்றன. சுரப்பிகளை ஊக்குவித்தல், படலங்களில் ஊடுருவத் தன்மையில் மின்சக்தியின் அளவுகள், மின்தூண்டுதல், நரம்பிலும் அதற்கேற்ப தசைகளிலும், மற்றும் புரதக்கரைசலின் அளவுகளைச் சரிசெய்துக் கொள்வதிலும், மிக முக்கியமான வேதிப் பொருள்களான கால்சியம், ஃபாஸ்பரஸ், சோடியம், பொடாசியம், குளோரைடுகள் மற்றும் அயோடின் நொதிகளால் சரி செய்யப்படுகின்றன. இவ்வகையில் செரிமான மண்டலம், சிறு நீரகம், தோல் போன்ற உறுப்புகளால் நீரும் தாதுப்பொருள்களும் எடுக்கப்பட்டோ அல்லது கொடுக்கப்பட்டோ சரி செய்துக் கொள்ளப் படுகின்றன.

பொதுவாக நீரையும், உப்பு சத்துகயையும் சமநிலைக்குக் கொண்டு வருவதற்கான ஆர்மேன் வாசோப்ரஸ்ஸின் (Vasopressin) எனப்படும். இந்த ஆர்மோன்களில் ஆர்ஜீனின் *(Arginine)* அல்லது லைசின் (Lysine) எனும் அமினோ அமிலம் 8-நிலையில் உள்ளது. இந்த ஆர்மேன் அதிக நீர் வெளிப்பாட்டின் எதிர்சக்தியுடையது *(Anti-diuretic hormone) (ADH).* : மற்றுமுள்ள ஆக்ஸிடோஸின் (Oxytocin) என்ற ஆர்மேன் 8-நிலையில் உள்ள நடுநிலை *(Neutral)* அமினோ அமிலங்கள் உள்ளன. இதற்கு மிகக் குறைவான ADH செயல்தான் உள்ளது. இவ்விரண்டு ஆர்மேன்களும் ஹைபோதாலமஸ்ஸின் (Hypothalamus) கீழ்ப்பாகத்தில் சுரக்கப்பட்டு மூளைக்காம்பின் (INFUNDIBULUm) வழியாக நரம்பு கீழ்ப்பாகத்தில் (Neurohypo physis) சேமிக்கப்பட்டு தேவையின் போது வெளி விடப்படுகிறது. கால்சியமும், ஃபாஸ்பரசும் இரத்தத்துடன் கலப்பதற்கு வைட்டமின் *D* என்பதும் ஒரு காரணி.

பரிணாம படிக்கட்டுகளில் இவ்வித ஆர்மேன்களும் மாறுபட்டு விலங்குகளின் சூழ்நிலைக்குத் தக்கவாறு அமைந் துள்ளன. ஆரம்பநிலையில் உள்ள வட்டவாய் மீன்களில் ஆர்சினின், வாஸோடோசின் உள்ள ஆர்மோன்களும் மற்றும் எல்லா மீன்களிலும், இருவாழ்விகளிலும், ஊர்வன, பறப்பன வகைகளிலும் ஆக்ஸிடோஸின் மற்றும் ஆர்சினின், வாஸோ பிரஸ்னிலும், பாலூட்டிகளில் ஆர்சினின் கலந்தும் உள்ள ஆர்மேன்கள், நீர், தாதுப் பொருள்கள், அயனிகள் இவற்றின் சமச்சீர் ஊடுறுவ முறைகளைக் கட்டுப் படுத்துகின்றன.

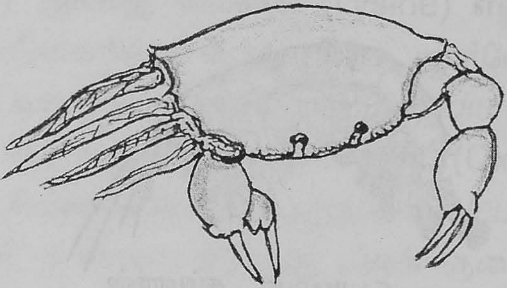


1 GAMMARUS கம்மாரஸ்



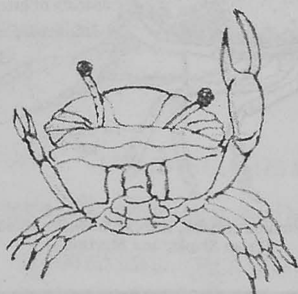
ஆஸ்டாகஸ்

2 ASTACUS The common crayfish, *Astacus fluviatilis*, seen from the side. (From Shipley and MacBride.)



ERIOCHIR SINENSIS
எரியோஷீர் ஸைனன்சிஸ்

3



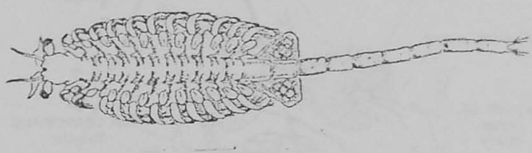
கூப்பிடு நண்டு
UCA
(Dhobi crab) (Calling crab)

4

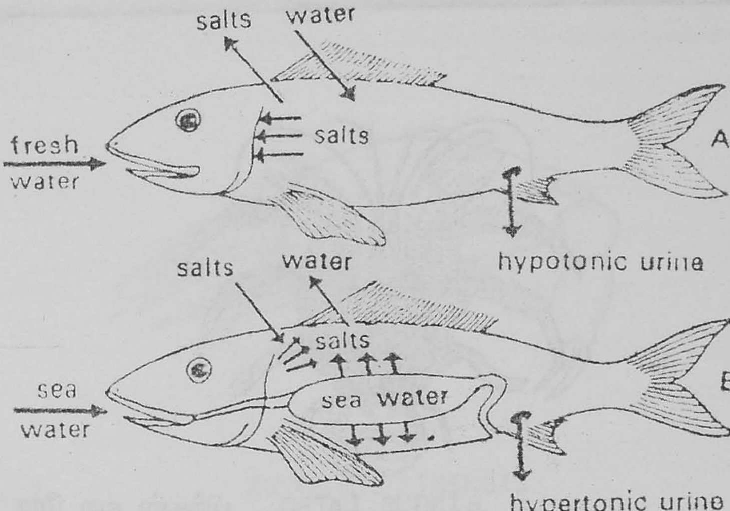
5

BIRGUS LATRO பிர்கஸ் லாட்ரோ

6

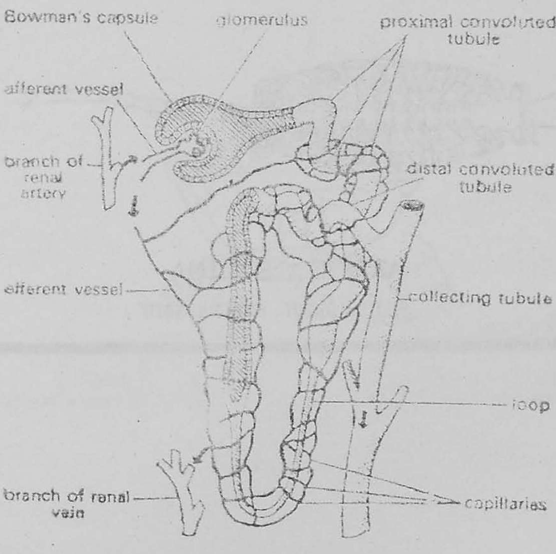


ARTEMIA SALINA
ஆர்டீமியா ஸலைனா



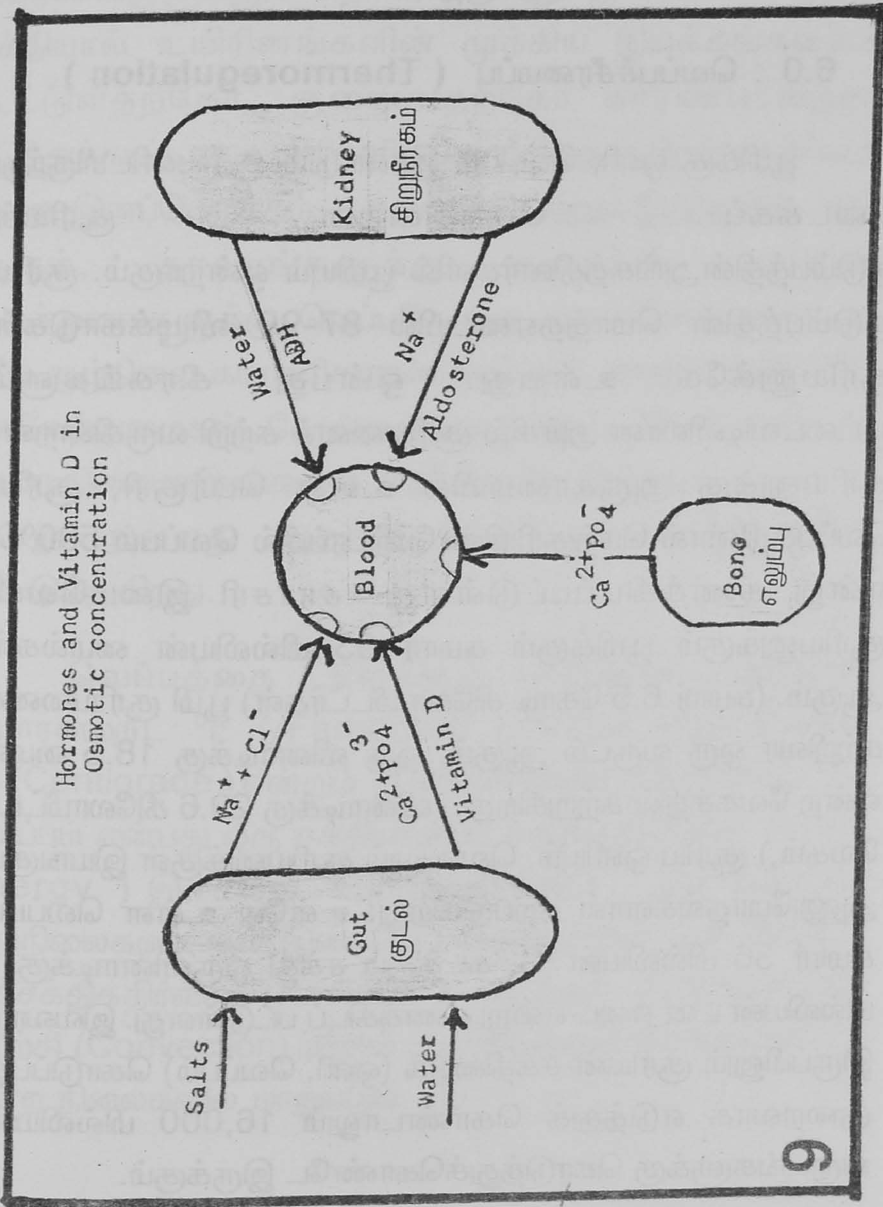
Osmoregulation

7 A—Fresh-water fish ; B—Marine fish.



The structure of a nephron. Note the close relationship of the nephron and the blood vessels by which materials are reabsorbed.

8



Hormones and Vitamin D in
Osmotic concentration
Kidney
சிறுநீரகம்
Water
ADH
Na+
Aldosterone
Blood
Gut
குடல்
Salts
Water
Na+ + Cl-
Ca2+po4 3-
Vitamin D
Bone
எலும்பு
Ca2+po4-
9

தொகுதி--- 6

6.0 : வெப்பச்சீரமைப்பு (Thermoregulation)

பூமிக்கு ஒளி, வெப்பம் இரண்டும் சூரியனிடமிருந்து கிடைக்கப் பெறுகின்றன. சூரியக் குடும்பத்தின்அங்கத்தினர்களில் பூமியும் ஒன்றாகும். சூரிய குடும்பத்தின் மொத்தஎடையில் 87-99 விழுக்காடுகள் சூரியனுக்கே உள்ளது. ஒன்பது கிரகங்களும் முட்டைவடிவிலான அச்சில் சூரியனைச் சுற்றி வருகின்றன. சூரியனுக்கு அருகாமையில் உள்ள மெர்குரி; சூரிய வெப்பத்தினால் மெற்குரியின் மேற்பரப்பில் வெப்பம் 500^0C. என்று கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. சராசரி இடைவெளி சூரியனுக்கும் பூமிக்கும் சுமார் 93 மில்லியன் மைல்கள் ஆகும். (சுமார் 6.5 கோடி கிலோ மீட்டர்கள்) பூமி சூரியனைச் சுற்றிவர ஒரு வருடம் ஆகும். ஒரு வினாடிக்கு 18.5 மைல் என்ற வேகத்தில் சுற்றுகிறது. (வினாடிக்கு 29.6 கிலோமீட்டர் வேகம்,) சூரிய ஒளியும், வெப்பமும் சூரியனுக்குள் இயங்கும் அணுமோதல்களால் ஏற்படுகிறது. உள்ளே உள்ள வெப்பம் சுமார் 36 மில்லியன் ^0C, கடத்தும் சக்தி ஒருவினாடிக்கு 4 மில்லியன் டன் எடை என்று கணக்கிடப் பட்டுள்ளது. இவ்வாறு இருப்பினும் சூரியன் சக்தியைக் (ஒளி, வெப்பம்) கொடுப்பது குறைவாக எடுத்துக் கொண்டாலும் 16,000 மில்லியன் வருடங்களுக்கு கொடுத்துக்கொண்டே இருக்கும்.

வெப்பம் என்பது சூழ்நிலையில் மிகவும் முக்கியமானதும், அவசியமானதும் ஆகும். வெப்பம் பூமியில் எல்லா பாகங்களுக்கும் செல்வதுடன் எல்லா

உயிரினங்குளுடனும் தொடர்புடையது. இவ்வெப்பம் அதன் சக்தியால் உயிரினங்களின் முக்கிய இயக்கங்களைக் கூட்டுவதற்கோ, குறைப்பதற்கோ காரணமாகிறது. எடுத்துக்காட்டாக உயிரிகளின் வளர்சிதை மாற்றம் வாழ்க்கை முறை, இனப்பெருக்கம், கருவளர்ச்சி மற்றும் இறந்துபோவதும் ஆகும். தாவரங்களுக்கு வளர்ச்சி, பரவுதல் போன்றவைகளுக்கு வெப்பமே ஒரு காரணியாக உள்ளது. மற்ற சூழ்நிலை காரணிகளான ஈரப்பதம், காற்று, தண்ணீர், நிலவேற்றுமைகள் போன்றவைகளுக்கும், வெப்பத்திற்கும் உள்ள நிலைமாற்றங்களும், உயிரிகளின் இயங்கும் முறையில் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட மாறுதல்களை ஏற்படுத்துகிறது.

வெப்பத்தை அளக்கும் முறையில் அதனை ஃபாரன்ஹீட் ^{0}F (Farhenheit) என்றும் சென்டிகிரேட் ^{0}C (Centigrade) என்றும் (Celsius scale) கொள்கிறோம். வெப்பம் என்பது ஒரு சக்தியாகவே கருதப்படுகிறது. (Heat energy) இச்சக்தி உயிரிகளுக்கும், அவைகளின் சூழ்நிலைகளுக்கும் இடையே பரிமாற்றங்கள் நடைபெறும். இச்சக்திகதிர்வீச்சு (Radiation), கடத்தல் (Conduction), சுழற்சி (Convection) மற்றும் ஆவியாகுதல் (Evaporation) என்ற நிலைகளில் மாறுபடும்.

6.1 வெப்ப இரத்த விலங்குகள் (Warrm blooded animals): வெப்பத்தைத் தாங்கும் அல்லது அதனைச் சீராக்கும் விலங்கினங்கள்:-

வெப்ப மாறுதல்களைத் தவிர்ப்பதற்காக உயிரிகள் சில மாற்றங்களைப் பெற்றுள்ளன. தாவரங்கள் இடப்பெயச்சி செய்ய முடியாததாகையால் வெப்பத்தைத் தாங்கிக் கொள்ள வேண்டிய நிலையில் உள்ளன. இவ்வித தாங்கும் சக்தியைக் கொண்டு தாவரங்களை நான்கு வகைகளாகப்பிரிக்கலாம். 1. உச்சநிலை வெப்பதாவரங்கள் (Megatherms) பாலைவனத் தாவரங்கள், வெப்ப பிரதேசக் காட்டுத் தாவரங்கள் போன்றவை. 2.நடுநிலை வெப்பத் தாவரங்கள் (Mesotherms) இவை அதிகவெப்பம், குறைந்தவெப்பம் போன்ற மாறுதல்களை உடைய நிலப்பரப்பில் உள்ள தாவரங்கள். 3.நுண்வெப்பநிலைத் தாவரங்கள் (Microtherms) வருடம் முழுமையும் குளிருள்ள நிலப்பரப்பில் உள்ள தாவரங்கள். (ஊசி இலைக்காடுகள் Coniferous forests) 4. (Hekisto therms) மிகக்குளிர் பிரதேச தாவரங்கள். அல்பைன் காடுகள், பச்சையம் இல்லா தாவரங்கள், நாய்குடை போன்றவை இம்மூன்று அல்லது நான்கு நிலைகளிலும் உள்ளன.

6.2 : வெப்ப இரத்த விலங்குகள்
(Warm Blooded Animals)

இவற்றை உள்வெப்ப விலங்குகள் (Endothermic Animals) என்றும், சரிநிலை வெப்ப விலங்குகள் (Homeothermic Animals) என்றும் கூறலாம். உடல்வெப்பம், சூழ்நிலை வெப்பத்தைச் சார்ந்து இல்லாமல் சரிநிலையில்

வைத்திருக்கும். ஆழ்நிலை வெப்பம் மிகவும் குறைந்தாலும் இரத்த வெப்பம் அதிகமாகவே இருக்கும். இவ்வகை விலங்குகள், பறவைகள், பாலூட்டிகளும் ஆகும். இவ்வகை விலங்குகளில் வளர்சிதை மாற்றம் அதிக பிராணவாயுவைக் கொண்டு இயங்குவதால் (Oxidative metabolism) வெளிவெப்பத்தை எடுத்துக்கொள்ளும் முறை மிகக்குறைவாகவே உள்ளது. எனவேதான் இவற்றை உள்வெப்ப விலகுகள் எனக் கூறுகிறோம்.

6.3 : தட்ப இரத்த விலங்குகள் (Cold Blooded Animals)

இவ்வகை விலங்கினங்களை மாறுபட்ட வெப்ப விலங்குகள் (Poikilothermic Animals) என்றும் வெளிவெப்ப (Ectothermic Animals) விலங்குகள் என்றும் கூறலாம். இவ்விலங்குகளின் உடல் வெப்பநிலை, சுற்றுப்புற வெப்பநிலைக்கேற்றவாறு மாற்றங்கள் உடையவை. சுற்றுப்புரம் குளிர்ச்சியாக இருந்தால் விலங்கின் இரத்தமும் குளிர்ச்சியாக இருக்கும். இவ்விலங்குகள் உடல் வெப்பத்தை உடல் இயங்கும் முறைகளால் அதிகரித்துக் கொள்ள இயலாது. முதுகெலும்பிகளில் பறவைகள், பாலூட்டிகள் தவிர மற்ற விலங்குகளும் குளிர் இரத்தவிலங்குகளே.

6.4 : மாறுபடு வெப்ப விலங்கினங்கள் (Heterotherms)

வாத்தலகு (Duck Bill), கங்காரு போன்ற விலங்குகள் மிகக்குறைந்த அளவே வெப்பச் சீரமைப்புக்குரிய சக்தியைப் பெற்றுள்ளன. வெப்ப அளவு மீளும் சமயங்களில்அதாவது

சூழ்நிலையில் வெப்பம் மிகவும் குறையும்போது இவை வெப்பஉறக்கம், குளிர்(தட்ப) உறக்கம் போன்ற செயல்பாடுகளால் வாழ்க்கையைச் சரிசெய்துக் கொள்கின்றன.

6.5 : குளிர் உறக்கம் (Hibernation)

குளிர்காலத்தில் விலங்கினங்கள் நீண்ட உறக்கம் கொள்வதைக் குளிர் உறக்கம் என்று சொல்கிறோம். பொதுவாக குளிர் இரத்த விலங்குள் சூழ்நிலை வெப்பம் 8 °C க்குகுறைவாக ஆகும்போது இவ்வித உறக்கம் கொள்கின்றன.இவ்வாழ்விகள் ஆமைகள் போன்றவை குளம், குட்டைகளில் உள்ள சேற்றினுள் புகுந்து கொள்ளும். பாம்பு, பல்லிகள் போன்றவை மலைக் குகைகளில் உள்ள குழிகளில் வசிக்கும். வெளவால்கள், அணில்கள், குதிக்கும் சுண்டெலிகள் குளிர்காலத்தில் குளிர்உறக்கம் கொள்வது உண்டு. இவ்உறக்கத்தின்போது மிகுந்த குறைந்த அளவில் வளர்சிதை மாற்றம், மிகக்குறைந்த அளவில் பிராணவாயுவை எடுத்துக்கொள்ளுதல், உடலை அசையாது இருக்கச் செய்தல், உடலில் அசதி (களைப்பு) அதிகரித்தல் போன்றவை பின்பற்றப்படும். குளிர் உறக்கத்தின்போது விலங்கினங்களின் இயக்கத்தில் ஏற்படும் மாறுதல்கள்.

1. உடல் வெப்பம் குறைதல், 2. இதயத்துடிப்பு குறைதல், 3. இரத்தச் சர்க்கரை குறைதல், 4. வளர்சிதைமாற்றம் மிகவும் குறைதல், 5. இரத்தம் உறைதலின் (Clotting) நேரம் அதிகரித்தல், 6. உடல் வெப்பம் சூழ்நிலை வெப்பநிலைக்கு வருதல்.

நிலவாழ் அணில்கள், முள்ளெலிகள் போன்ற விலங்குகளை வைத்து ஆராய்ச்சிகள் நடைபெற்றதின் முடிவுகள்.

1. உடற்கொழுப்பு குறைதல், 2. சுவாச நிர்ணயவிகிதம் (Respiratory quotient) 1 க்குமேல் உள்ளது, 3. இரத்தத்தில் இன்சுலின் எனும் ஹார்மோன் அதிகரித்தல், 4. தைராய்டு சுரப்பி சுருங்குதல், 5. வளர்சிதை மாற்றம் அளவு 80% அளவில் குறைதல், 6. இரத்த திரவத்தில் மக்னீஷியம் அளவு அதிகரித்தல் போன்றவை. பிட்டியூடரி ஹார்மோனை உட்செலுத்தினால் குளிர் உறக்கத்தை ஆரம்பித்துவிடுகிறது. அட்ரினல் சுரப்பியை சிதைத்துவிட்டால் குளிர் உறக்கம் ஏற்படுவதில்லை. நல்ல சூழ்நிலையில் உள்ள நிலவாழ் அணில்களில் ஒரு நிமிடத்தில் சுமார் 200 நாடிதுடிப்புகள் உள்ளது; வெகுவாகக் குறைந்து நிமிடத்திற்கு 7 அல்லது 10 தடவைகள் ஆகின்றன. இதயத்திற்கு செல்லும் வேகஸ் (Vagus) எனும் நரம்பினை ஊக்குவித்தாலும் இதயத்துடிப்பை அதிகரிக்கமுடிவதில்லை. எனவே குளிர் உறக்கத்தின் போது விலங்குகளின் எல்லா உறுப்புகளும் மிகக் குறைவான சக்தியைக் கொண்டும், மிகக்குைறவாக இயங்கும் முறையைக் கடைபிடிக்கின்றன.

6.6 : வெப்ப உறக்கம் (Oestivation)

அதிக வெப்பமுள்ள காடுகள், பாலைவனங்கள் வெப்பநிலை நிலப்பரப்புகளில் உள்ள விலங்குகள் வெப்பநிலையைத் தாங்கிக் கொள்ளமுடியாமல் பொந்துகளிலும், செயற்கையாக மண் கூடுகளைத்

தயார்செய்துக் கொண்டும் வெளிக்காற்று உடம்பில் படாதவாறு ஏற்படுத்திக் கொண்டு அசையாமல் உறக்கத்தில் ஆழ்ந்துவிடுகின்றன. இருசுவாச மீன்கள் (Dipnoi) மண்கூடுகளில் பல வருடங்கள் இவ்வாறு இருக்க முடியும். அப்போது சாதாரண நிலையில் நடக்கும் வளர்சிதை மாற்றத்தின் ஈடுபாட்டைவிட 100-இல் ஒரு பங்குஅளவில் சக்தியைக் குறைத்து வாழ்ந்துவிடும். இவ்வாறு இருப்பதற்கு உடலிலுள்ள மாவுச் சத்துகளை மிகக்குறைவான அளவில் சக்தியாக மாற்றிகொள்கின்றன. ஆப்பிள் நத்தை எனப்படும் பைலாவைரன்ஸ் (Pila Virens) என்ற நத்தையில் ஆராய்ச்சி செய்தபோது (அண்ணாமலைப் பல்கலைக்கழகத்தில் முனைவர் மீனாட்சி என்பவரால் ஆராச்சி நடத்தப்பட்டது) இவ்வாராச்சியில் 6 அங்குலத்தின் கீழ் மண்ணில் புதைக்கப்பட்ட இவ்விலங்கு 18 மாதங்கள்வரை வெப்ப உறக்கத்தில் இருந்தது.

இவ்வாராச்சியின் முடிவுகள் :

1. உடம்பில் உள்ள சேகரித்து வைக்கப்பட்ட சர்க்கரைப் பொருளான கிளைகோஜனை (Glycogen) சிறிது சிறிதாக சக்தியாகப் பயன்படுகிறது.

2. உறுப்புகளில் உள்ள கொழுப்புப் பொருள்களும் சிறிது சிறிதாகப் உபயோகிக்கப் படுகிறது.

3. புரதச்சத்துகளும் மிகக்குறைந்த அளவில் வாளர்ச்சிதை மாற்றம் அடைந்து சக்தியைக் கொடுக்கும். கொழுபுச்சத்து, மாவுப்பொருள்கள் மற்றும் புரதப் பொருள்கள் 1 : 4 : 1 என்ற விகிதத்தில் வளர்ச்சிதை மாற்றங்களை அடைகின்றன. இவ்வித மிகக்குறைந்த அளவில்சக்தியைக் கொண்டு உயிர் வாழ்கிறது. கழிவுப் பொருள்கள் யூரேட் (Urate Crystals) துகள்களாக இருந்து விலங்கு வெளிவரும்போது விடப்படும், மேலும் வெளிக்காற்றை எடுத்துக் கொள்வதில்லை. ஆகையால் வெளிக்காற்றில்லா சுவாசித்தல் (Anaerobic Respiration) முறையில் பிராணவாயுவைப் பிரித்து உபயோகிக்கின்றன. இவ்விதம் பிராண வாயுவை மூலப்பொருள்களிலிருந்து பெரும்போது உண்டாகும் லாக்டிக் அமிலம் (Lactic acid) சேகரிக்கப்பட்டு பின்பு வெளியே விடப்படும். 80 மி.கி கிளைகோஜனை உபயோகப்படுத்தி 40-45 மி.கி லாக்டிக் அமிலத்தை வெளிவிடும்.

வெப்ப உறக்கத்தின்போது இரத்தத்தில் சுண்ணாம்புச் சத்து, (Calcium) மக்னீசியம் (Magnesium) இவை எல்லாவற்றையும் சீரமைப்புச் செய்யும் மூளை முடிச்சுகள் (Cerebral Ganglia) வேதிமாற்றங்களை வெளிப்படுத்தும்.

நமது வரலாற்று சித்தர்கள் உடலின் இயங்கும் முறைகளையும் இவற்றை எவ்வாறு கட்டுப்படுத்திக் கொள்ளலாம் என்ற வழிகளையும் நன்கு தெரிந்து அவற்றைப் பயன்படுத்தியும் காண்பித்துள்ளார்கள். ஒரு சித்தரை பெட்டிக்குள் போட்டு பூமியில் புதைக்கப்பட்டு 40 நாட்கள் சென்று எடுத்தபிறகு மிகவும் நன்றாக தேகபலத்துடன் வெளிவந்துள்ளார்.

தொகுதி 7

உடற் திரவங்களின் சுழற்சியும் அவைகளின் சீரமைப்பும்.

1. தண்ணீர்: உடலில் மிக முக்கியமானதும், அதிகமாகவும் உள்ளது தண்ணீரே. தண்ணீர் உடலில் குறைவது மிக ஆபத்தான ஒரு நிகழ்ச்சியாகும். தண்ணீரின் தன்மைகள் அதனை மிக சிறப்பான ஒரு திரவம் என்று நிர்ணயிக்க உதவுகிறது. பொதுவாக உடலில் உள்ள எல்லா வேதிப்பொருள்களும் தண்ணீரில் கரைந்துள்ளன. கரைய முடியாத கொழுப்பு பொருள்களைக் கூட சிறு நுண் துகள்களாக மாற்றி (Saponification) எடுத்துச் செல்லும். பல அயனிகளும், பல வேதிமாற்றங்களும் தண்ணீரில் நிகழ்கின்றன. மேலும் உடல் வெப்பம் அதிகமாகும் போது அதிக வெப்பத்தை எடுத்துக் கொண்டு ஆவியாக்கி உடல் வெப்பத்தைக் குறைக்கிறது.

உடல் தண்ணீரின் அளவுகள் (உடல் எடையில்)

1. கருவில் உள்ளகுழந்தைக்கு 85-90 %.
2. பிறந்த குழந்தைக்கு உள்ளது 80 %.
3. வயது வருவதற்கு முன்பு (Young Adult) ஆண். 60 %. பெண். 55.%
4. 60 வயதிற்கு மேற்பட்டோர்க்கு ஆண் 50, பெண் 45%.

உடல் திரவங்கள் இருக்குமிடங்கள்:

உடற்திரவம் அதிகமாக உள்ள இடங்கள் 1. செல் அகத்திரவம் (Intracellular fluid (ICF)) செல்லின் உள்ளே இருக்கும் திரவம்.

2. செல் புறத்திரவம் (Extracellular fluid (ECF)) செல்களின் வெளியே உள்ள திரவம் (அ) இரத்தத்தில் உள்ள பிளாஸ்மா(Plasma) திரவம் (ஆ) செல்களைச் சூழ்ந்துள்ள அல்லது செல்களுக்கு இடையே உள்ள திரவம். உடலில் உள்ள திரவத்தின் மொத்த அளவில் 2/3 பாகம் செல் அகத்திரவமாகவும் 1/3 பாகம் செல் புறத் திரவமாகவும் உள்ளன.

உடற் தண்ணீரின் அளவுகள் (அட்டவணை-1)

உடற்தண்ணீர்	உடல்எடையில் விழுக்காடு	70 கிலோ எடை ஆணின் பரிமாண அளவு லிட்டர்
மொத்தமுள்ள தண்ணீர்	60%	42.0 லி.
(ICF) செல் அகத்தண்ணீர்	40%	28.0 லி.
(ECF) செல் புறத்தண்ணீர்	20%	14.0 லி.
(அ) குடலினுள் திரவம்	15%	10.5 லி.
(ஆ) பிளாஸ்மா திரவம்	5%	3.5 லி.

உடற் திரவத்தின் கூடு அயனிகளின் அளவுகள் (அட்டவணை-2)

கூடுஅயனிகள் (Cations)	பிளாஸ்மா (meq / lit)	பிளாஸ்மா திரவம்	குடல் திரவம்	செல் அகத்திரவம் (ICF)
Na+ சோடியம்	140	153	145	10
K+ பொட்டாசியம்	4.0	4.3	4.1	151
Ca+ சுண்ணாம்புசத்து	2.5	2.7	2.4 (-)	
Mg+ மக்னீசியம்	1.5	1,6	1.5	40

விடு அயனிகள் (Anions)

விடு அயனிகள் (Cations)	பிளாஸ்மா (meq / lit)	பிளாஸ்மா திரவம்	குடல் திரவம்	செல் அகத்திரவம் (ICF)
Cl^{-}	102	110	117	3
$HCO3^{-}$	24	25.8	27	7
புரதம்	14	15.1	–	51
பாஸ்பேட்ஸ்	1.0	1.1	1.0	--
சல்பேட்ஸ்	0.5	0.5	0.5	140
மற்ற அங்ககஅயனிகள்	6.5	7.1	7.5	–

தண்ணீர் சமநிலை சீராக்கம்:-(Maintenance of Water balance)

உட்கொள்ளும் தண்ணீரும் வெளியேறும் தண்ணீரும் உடம்பில் சமநிலையில் உள்ளன.

உட்கொள்ளுதல் மிலி லிட்டரில்		வெளியேற்றம் மிலி லிட்டரில்	
தண்ணீர், பழரசம்.		சிறுநீர்	1400
மற்றவை	1400	மூச்சுவிடுதல்	400
உணவு	800	தோல், மலம்	100
உணவு ஆக்ஸீகரணம்	300		
	2,500		2,500

உட்கொள்ளும் தண்ணீர் :-

1. நேரடியாக தண்ணீர் குடித்தல்

2. சோடா, பழரசங்கள் முதலியவை

3. திசுக்களில் ஆக்ஸீகரணம் நடக்கும்போது வெளிப்படும் தண்ணீர்

4, உணவில் உள்ள தண்ணீர்

நேராக உட்கொள்ளும் தண்ணீர் சுற்றுப்புற தட்ப, வெப்ப நிலைகளைப் பொருத்தது.

தண்ணீர் இழப்பு வகைகள்:-

1. சிறு நீர்

2, மூச்சுவிடும்போது காற்றுடன் வெளிவரும் நீராவி

3. வியர்வை

(அ) தெரிந்து வியர்த்தல் (Sensible perspiration)

(ஆ) தெரியாமல் வியர்த்தல் (Insensible perspiration)

4. மலம் போன்றவை

தண்ணீர் இழப்பின் போது செல் புறத்தண்ணீரின் (ECF) அளவு குறைகிறது. மேலும் பிளாஸ்மா திரவத்திலும் தண்ணீர் குறைகிறது. இவ்வாறு ஏற்படும்போது ADH (Antidiuritic hormone) என்னும் ஆர்மோன் அதிகம் சுரந்து சிறுநீரகத்தில் தண்ணீரைர்த் திரும்ப உறிஞ்சும் செயலை அதிகரிக்கிறது. இதனால் (ECF) செல் புறத்தண்ணீரின் பரிணாமம் சமநிலையாக்கப்படுகிறது. பிளாஸ்மா திரவம் குறைந்தால் (Aldosterone) எனும் ஆர்மோன் அதிகமாக சுரந்து சிறுநீரகத்தில் Na (Sodium) அயனிகளையும், தண்ணீரையும் திரும்ப உரிஞ்சச் செய்கிறது. இதனால் செல் புறத்தண்ண்ணீரின் பரிமாணம் சமநிலைக்கு சரிசெய்யப்படுகிறது. மேலும் இவ்வகை ஆர்மோன் தாகத்தை உண்டாடக்குவதால் நாம் தண்ணீர் குடிப்பதாலும் சமநிலையை அடையும்.

நிணநீர்(Lymph):

இது ஒரு திசுத்திரவம். இவை நிணநீர் குழாய்கள் வழியாக எடுத்துச்செல்லப்ட்டும். நுண்குழாய்களாக ஆரம்பித்து பின்பு ஒன்று சேர்ந்து பெரிய குழாய்களாக மாறி கடைசியாக வலது நிணநீர் குழாயாகவும், மார்புக் குழாயாகவும் முடிந்து இடது மார்புத் தமனியுடன் (Left Subclavian Vein) சேர்ந்து இரத்தத்துடன் கலந்துவிடும்.

நிணநீர் முண்டுகள் (Lymph Nodes):

நிணநீர் மண்டலத்தில் உடம்பில் சிலபாகங்களில் நிணநீர் குழாய்கள் முண்டுகள் வடிவத்தில் அமைந்துள்ளன. இம்முண்டுகளின் ஒருஇடத்தில் உட்செல்லும் குழாய்கள் மிக நுண்ணிய குழாய்களாகப் பிரிந்து பின்பு முண்டுகளின் முடிவில் மறுபடியும் சேர்ந்து பெரியக்குழாயாக ஆகிவிடும். நிணநீர் குழாய்கள் மத்திய நரம்பு மண்டலம் (Central nervous system) கண்ணின்வெளிப்புற கார்னியா என்ற ஒளிபுகும் படலம் இவற்றைத் தவிர உடலில் மற்றெல்லா இடங்களிலும் உள்ளது. குடலில் உள்ள குடலுறிஞ்சிகளின் (Villi), நடுவில் உள்ள பாற்குழாய் (Lacteal) ஒரு நிணநீர்குழாய். இதன் வழியாக செரிக்கப்பட்ட கொழுப்புப் பொருள்கள் எடுத்துச் செல்லப்படும். மேலும் நுண்கிருமிகளை நிணநீர் முண்டுகளுக்கு எடுத்துச் சென்று வடிகட்டுகிறது. சிதைந்த சிவப்பு அணுக்களும் நிணநீரால் எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. இந்நீரில் உள்ள விழுங்கு செல்கள் (Phagocytes) கிருமிகளையும், சிதைந்த சிவப்பணுக்களையும் விழுங்கிவிடும்.

வீக்கம் (Oedema):

திசுக்களின் இடைவெளிகளில் அதிகமான நீர்சேமிப்பினால் அவ்விடம் வீங்கிவிடும். விரலால் அமுக்கும் போது அவ்விடத்தில் குழி தோன்றும். இவ்வகைக் குழிகள் நோய்க்கு அறிகுறியாகும். இதயக் கோளாறு, சிறுநீரகக் கோளாறு. கல்லீரல் பாதிப்பு, சரியான உணவின்மை, நிணநீர் குழாய்கள் அடைப்பு போன்றவைகளை இக்குழிச் சோதனை மூலம் தெரிந்து கொள்ளலாம். தசைகளின் இயக்கம்

கைகால்களின் இயக்கம் போன்றவைகளால் நிணநீர் செல்லும். தனியாக இதற்கென்று இதயம் போன்ற உறுப்பு இல்லை.

உடலில் உள்ள மற்ற திரவங்கள்:

1. மசகுத் திரவம் (Synovial fluid) இத்திரவம் எலும்பு மூட்டுகளில் உள்ளது. மூட்டுகளை இயக்கும் போது சுலபமாகவும், ஒன்றுக்கொன்று தேய்ந்து கொள்ளாமலும், மிகவும் வழவழப்பாக வைத்துகொள்கிறது.

2. புப்புசநீர் அல்லது புளூரல் திரவம் (Pleural fluid) - புப்புசங்களின் மேல் இருபடலங்களால் பை போன்ற உறுப்பு உள்ளது. இதற்கு புளூரா (Pleura) என்று பெயர். இதனுள் இருக்கும் திரவத்திற்கு புளூரால் திரவம் என்று பெயர். புப்புசங்கள் சுருங்கி விரியும் போது இத்திரவத்தால் பாதுகாக்கப்படுகின்றன.

3. பெரிகார்டியல் திரவம் (Pericardial fluid) இதயத்தின் மேலும் இரட்டை சுவருள்ள பை போன்ற உறுப்பு உள்ளது. இதற்கு பெரிகார்டியம் (Pericardiam) என்று பெயர். இத்திரவமும் இதயம் சுருங்கி விரியும்போது தடைப் படாமல்இருக்கச் செய்கிறது.

4. பெரிடோனியல் திரவம் (Peritonial fluid) அல்லது குடல் சூழ்திரவம் எனலாம். இத்திரவம் குடலைச்சுற்றிலும் வயிற்றின் உட்பாகத்திலும் நிரம்பி உள்ளது. குடல் இயக்கத்திற்குச் சாதகமாக உள்ளது.

5.மூளைத்தண்டுவடத்திரவம்(CerebrospinalfluidCSF): தண்டுவடத்தின் நடுவில் இருக்கும் குழாய்போன்ற இடத்தை மத்தியக்குழாய் (Central canal) எனப் பெயரிடப்பட்டுள்ளது. இக்குழாய் மேல்நோக்கிச் சென்று மூளைக்குள் இருக்கும் இடங்களில் விரிவுபடும். இக்குழாய்க்குள் ஒருதிரவம் முழுமையும் நிரம்பிஉள்ளது. இத்திரவம்தான் மூளைத்தண்டுவட திரவம். இத்திரவம் இளநீர் போன்று சிறிது ஒளிப்புகா திரவமாக இருக்கும். இத்திரவத்தில் உயிர்சத்துகள் உள்ளன. இச்சத்து தண்டுவடத்திலும், மூளையிலும் உள்ளநரம்புகளுக்கு வேண்டிய சக்தி பொருள்களைத் தருகிறது. இத்திரவத்தின் அளவு சுமார் 100-200 மில்லி லிட்டர் ஆகும். ஒரு மணி நேரத்தில் 20 மில்லி லிட்டர் உருவாகிறது. இது இரத்தப் பிளாஸ்மாவின் சிறப்பு வடி நீராகும். புரதங்கள், அமினோ அமிலங்கள், கொலஸ்டிரால் இவை அனைத்தும் பிளஸ்மாவில் இருப்பதைவிட சற்று குறைவாக உள்ளது. குளோரைடு, மக்னீசியம் சற்று அதிகமாகவும், சோடியம், பைகார்பனேட் ஆகியவை உள்ளன. குளுக்கோஸ் சற்றுக் குறைவாகவோ அல்லது அதிகமாகவோ இருக்கும். இத்திரவத்தின் பணிகள்: 1. பாதுகாப்பு உறையாகவும், சமநிலைக் கட்டுப்பாட்டையும் சரி செய்கிறது. 2. மத்திய நரம்பு மண்டலத் திசுக்களுக்கு ஊட்டம் அளிக்கிறது. 3. நரம்பு மண்டலம் அதிர்ச்சிக்குள்ளாகும்போது அதிர்வு தாங்கியாகச் செயல்படுகிறது. 4. கபாலத்தில் அழுத்தம் அதிகமாகும்போது இத்திரவம் வெளியேற்றப்பட்டு, குறையும்போது நிறுத்திக் கொள்ளப்படுகிறது. சிலசமயங்களில் இத்திரவத்தில் கிருமிகள் இருந்து நோய்வாய்ப் படும்போது இச்சை, அனிச்சை செயல்களில்

தடுமாற்றம் ஏற்பட வாய்ப்புள்ளது. முதுகின் கீழ்ப்பாகத்தில் உள்ள இரண்டு முதுகெலும்பிற்கு இடையே உறிஞ்சு குழலைச் செலுத்தி இத்திரவத்தின் மாதிரி (Sample) எடுத்து கிருமிகளைத் தெரிந்து அதற்கு வேண்டிய மருந்துகளையும் அதே இடத்தின் வழியாக செலுத்தி குணமடையச் செய்யவேண்டும். 6. உள்நிணநீர் (Endolymph) இத்திரவம் உட்காதில் அரைவளையக் குழாய்கள் (Semicircular canals), திரவப்பை (Saccular) இவைகளுள் இருக்கும். இவற்றிலிருந்து ஒரு சிறு குழாய் மேல் நோக்கிச்சென்று முடிவடையும். இதனுள்ளும் திரவம் இருக்கும். இக்குழாய்க்கு உள் நிணநீர் குழாய் (Ductus endolymphaticus) என்று பெயர். இந்நீர் நாம் சமநிலையில் இருப்பதைத் தெரிந்து கொள்ளும் திரவம். (State of aquilibrium) 7. கண்களில் உள்ள திரவங்கள்: கண்ணின் முன்அரையில் அதாவது லென்சுக்கும், கார்னியாவுக்கும் இடையே உள்ள திரவத்திற்கு நீர்த்திரவம் (Aqueous humour) என்றும், கண்ணின் பின்பாகத்தில் உள்ள திரவத்திற்கு குழைவுத்திரவம் (Gelatinous) (Vitreous humour) என்றும் பெயர். இவ்விரண்டு திரவங்களும் ஒளியைக் கடத்தும் இயல்புடைவை.

தொகுதி 8

உணர்வேற்பு இயங்குவியல் ஒரு ஒப்பீடு

உணவுக்காக, இருப்பிடத்திற்காக, எதிரிகளிடமிருந்து தற்காத்துக் கொள்வதற்காக மற்றும் தன் இணை விலங்கை (Mate) தெரிந்து கொள்வதற்காகவும், சுற்றுச் சூழ்நிலையைத் தெரிந்து கொள்வதற்காகவும் விலங்குகள் பிரத்யேக, தனித் தன்மை வாய்ந்த உறுப்புகளைப் பெற்றுள்ளன. இவ்வுறுப்புகள் உணர்வேற்பு உறுப்புகள் எனப்படும். பொதுவாக தொலைவில் உள்ள நிலைகளை உணரும் உறுப்புகளைத் தொலை உணர் உறுப்புகள் (Distant receptors) என்றும், இவ்வுணர்வுகள் உடலில் உள்ள தனி உறுப்புகளால் உணரப்படுவதால் இவ்வுறுப்புகள் இணை உணர்வுறுப்புகள் (Contact receptors) என்றும் பெயரிடப் பட்டுள்ளன. உடலில் உள்ள பலவகை உணர்உறுப்புகளை வகைப்படுத்தி ஐந்து வகைகளாகத் தெரிந்து கொள்ள முடிகிறது. அவையாவன : (1) இயக்க உணர்வேற்பு உறுப்புகள் (Mechano receptors), (2) ஒளி உணர்வேற்பு உறுப்புகள் (Photoreceptors), (3) ஒலி உணர்வேற்பு உறுப்புகள் (Phonoreceptors),

(4) வேதி உணர்வேற்பு உறுப்புகள் (Chemoreceptors), மற்றும் (5) சமநிலை உணர் உறுப்புகள் (Equilibrium receptors).

(8.1) இயக்க உணர்வு

சுற்றுப்புரத்திலிருந்து வெளிப்படும் உணர்வூக்குவிகள் (1) தற்காலிக இணைப்பு (2) ஊசலி

ஊக்குவிகள் (3) அதிக சக்திவாய்ந்த இணைப்பு (4) தண்ணீர் ஓட்ட விரைவு இணைப்பு என்பன. இவைகளுக்கான தனித்தனி உணர்வுறுப்புகள் விலங்குகளில் காணப்படுகின்றன. இவ்வுணர் உறுப்புகள் அனைத்தையும் ஒரே தலைப்பில் "இயக்க உணர்வுகள்" என்று பெயரிடப்பட்டுள்ளது. இவைகளை வெளி ஊக்கு உணர்விகள் (Extero receptors) என்றும் கூறலாம் இதன் வகைப்பாடுகள்

(1) தொடு உணர்வேற்பு (Tango receptors) (2) ஒலி உணர்வேற்பு (3) ஒளி உணர்வேற்பு (4) வேதி உணர்வேற்பு என்பனவாகும்.

தொடு உணர்வேற்பு

தொடுதல், அழுத்தம் போன்ற உணர்வுகளைக் கண்டறியும் உறுப்புகள். இவ்வுறுப்புகள் தோலின் மேற்புறத்தில் வெவ்வேறு இடங்களில் காணப்படும். இவை பொதுவாக சந்திக்கும் பொருள்களின் அமைப்பு, எடை, கடினத்தன்மை, மேற்புறம் போன்றவைகளை உணரும் சக்திவாய்ந்தவை. மீசை மீன்களின் மீசை, தவளையின் நாக்கு, ஊர்வனவற்றின் செதில் நாக்கு, சிலந்தி குரங்கின் பின் உறுப்பின் குழித்தட்டு, மனிதனின் முழங்கால், உள்ளங்கை, பாதங்கள், மற்றும் முதுகெலும்பிலா விலங்குகளில் வளைத்தசை புழுக்களின் புறத்தோல், கணுக்காலிகளின் உணர்கொம்புகள், கால்கள், இறக்கைகள் போன்ற உறுப்புகளில் உள்ளன. மிக எளிமையான இவ்வுறுப்பு தவளையின் மேல் தோலில் உள்ளது. இதற்கு மெர்க்கலின் முண்டு (Merkel's corpuscle) என்று பெயர். மற்றும் மூஞ்சூரின் மூக்கு நுனியிலும் பன்றியின்

மூக்கு நுனியிலும், இத்தகைய உறுப்புகள் உள்ளன. உணர்வுகள் இங்குள்ள நரம்புகளின் வழியாக மூளைக்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டு உணர்வைத் தெரிந்து கொள்கின்றன.

மற்றுமுள்ள இயக்க உணர்வேற்பு உறுப்புகளாவன.

(1) வேட்டர்-பெசினியன் முண்டுகள் (Vater – Pacinian Corpuscles) (படம் B)

(2) மெய்ஸ்நேர் முண்டுகள் (Meissner's Corpuscles)

(படம் A,D)

(3) ஹெர்ப்ஸ்ட் முண்டுகள் (Herbast Corpuscles)

(4) கிராண்டீஸ் முண்டுகள் (Grandy's Corpuscles)

வேட்டர் - பெசினியன் முண்டுகள் (படம் B)

இம்முண்டுகள் முக்கியமாக தோலின் அடிப்பாகத்தில் அமைந்துள்ளன. மேலும் வயிற்றினுள் குடல்களைச் சுற்றிலுமுள்ள சவ்வு தோல் (Mesentery), வயிற்றுக்கும் தோலுக்கும் இடையே உள்ள செல் படலம் (Peritonivm) இவற்றிலும் காணப்படும். இவை நரம்பின் நுனி சேர்க்கை திசுக்களால் பலவரிசைகளாக மூடப்பட்டிருக்கும்.

மெய்ஸ் நேர் முண்டுகள் (படம் A)

தொடு உணர்வு பாரம், அழுத்தம் போன்றவைகளை உணரும். இவ்வுணர் உறுப்புகள் கூம்பு வடிவத்தில், நரம்பினாலும், சேர்க்கைத் திசுவினாலும் அமைந்துள்ளன. தோல் ஒன்றுக் கொன்று சேருமிடத்திலும், பறவைகளில் சிறகு ஆரம்பமாகும் குழியிலும் உள்ளது.

ஹெர்ப்ஸ் முண்டுகள்

இவ்வுறுப்புகள் அழுத்தம், தட்பம், அதிர்ச்சிபோன்ற உணர்வுகளை அறிந்து கொள்ளும். இவ்வுறுப்புகள் பறவைகளின் வாய் அமைப்பில் உள்ளன. மத்திய நரம்பு மண்டல நரம்புகள், நுண் நரம்பு செல்கள், ஒரு புறச்செல்களினால் ஆன சுவற்றால் மூடப்பட்டுள்ளது.

கிராண்டீஸ் முண்டுகள்

இம்முண்டுகள் வாத்து, சாம்பல் குருவி போன்ற பறவைகளின் அலகுகளின் ஓரங்களில் காணப்படுகின்றன. இரண்டு செல்கள், சிறுநீரக வடிவில் உள்ளவை, கூட்டுத்திசுவால் மூடப்பட்டு உணர் நரம்புகளால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இதை ஒரு தொடு உணர் உறுப்பு என்றும் கொள்ளலாம்.

உள் உணர்வுறுப்புகள் (Intero receptors)

உடலின் உள்ளே ஏற்படும் மாறுதல்களை உணரும் உறுப்புகள் உடலின் உள்ளேயே அமைந்துள்ளன. செரிமான மண்டலத்தில் ஏற்படும் ஹைட்ரஜன்

செறிவுமாற்றங்கள், மூலக்கூறு பொருள்களின் ஊடுறுவச் சீரமைப்பு போன்றவைகளை நரம்புகளின் வழியாக மூளைக்கு எடுத்துச் சென்று மூளையின் செயற் குறிப்புகளால் சரி செய்யப்படுகின்றன. மேலும், பசி, தாகம், வாந்தி, சிறு நீர்கழிப்பு, மலம் கழிப்பு போன்றவையும் உள் உணர்வுகளே.

உள் உடமை உணர் உறுப்புகள் (Proprioreceptors)

இவ்வுணர்வு தசைகள், விசிகைகள், மற்றும் மூட்டுகள் இடையே நரம்புகளால் ஆனவை. மூட்டுகள் அசையும், அசையா நிலைகளை சூழ்நிலைக்குத் தக்கவாறு இயக்கும் தன்மையை உடையவை. மேடு, பள்ளம், படிகள், சாய்வு நிலம், போன்ற இடங்களில் சரி செய்துக் கொள்ளும் முறையைக் கடைப்பிடிக் கின்றன. முதுகெலும்பிலா விலங்குகளில் சிலந்தி, பூச்சிகள் வகைகளில் இவ்வுணர்வு உறுப்புகள் இருக்கின்றன, பூச்சிகளில் கால்களின் கணுக்கள், இறக்கைகளின் அடிப்பாகம், உணர் கொம்புகளின் அடிப்பாகம் போன்ற இடங்களில் உள்ளன.

ஒளி உணர்வேற்பு உறுப்புகள் (Photoreceptors)

எல்லா உணர்வுறுப்புகளுள், ஒளி உணர்வு என்பது முக்கியமானதும், மிக அவசியமானதும் ஆகும். இவ்வுறுப்புகளால் தான் விலங்குகள் தம்மைச் சுற்றியுள்ள பொருள்கள், மற்ற விலங்குகள், உணவு, இணை விலங்குகள், எதிரிகள் போன்றவை களையும், அவைகள் தம்மிடமிருந்து எவ்வளவு தூரத்தில் உள்ளன என்பதையும் அறிந்து கொள்ள முடியும். எனவே இவ் வுறுப்புகளில் ஒளியை உணரும் செல்கள் அமைந்துள்ளன. முதலாவதாக ஒளியைக் கூட்டி அதிக

ஒளியாக ஆக்கும் செல்கள் (லென்சுகள்) இரண்டாவதாக வண்ணங்களை உணரும் செல்கள் அமைந்துள்ளன. முதனுரியான யூக்ளிநா (Euglena) என்ற உயிரியில் அதன் நீழ் இழைக்கு (Flagellum) அடியில் துகள்கள் ஒன்று சேர்ந்து ஒரு மிகச்சறிய உருண்டை வடிவில் உள்ளது. இத்துகள்கள் வெளிச்சத்தை மாத்திரம் உணரமுடியும் (படம்1). தட்டைப் புழுக்களில் (Planarian) உள்ள கண் போன்ற உறுப்பினால் திசை களையும் அறிய முடியும் (படம்2). கணுக்காலி வகைகளில் இரண்டு விதமான கண்களைக் கொண்ட ஒரு கூட்டுக் கண்ணாக உள்ளது. நுண் கண் என்பது வெளிச் சத்தைக் கூட்டுவிக்கும் செல் (லென்ஸ்) முன்புறமும், பின் புறம் உருவத்தைத் தெரிந்து கொள்ளும் நிறமிச் செல்களும் உள்ளன. இவ்வாறு உள்ள பல நுண் கண்களை ஒன்று சேர்த்து ஒரு குவி வடிவத்தில் அமைந்துள்ளது. இவைகள் நரம்பினால் மூளையுடன் இணைக்கப்பட்டு பிம்பம் தெளிவாகத் தெரிந்து கொள்ளப் படுகிறது. சில பூச்சி வகைகளில் பெரிதாக உள்ளன. (எ.கா) தும்பி (Dragonfly)

முதுகெலும்பிகள்

அனேகமாக எல்லா சூழ்நிலைகளிலும் முதுகெலும்பிகள் உள்ளன. சுற்றுப் புறத்திலுள்ள பொருள்கள், உயிரிகள், உணவுப் பொருள்கள், எதிரிகள், இணை உயிரிகள் போன்றவை கண்களினால் தெரிந்து கொள்ள வேண்டும். பொதுவாக முதுகெலும்பிகளின் கண் அமைப்பு புகைப்படக் கருவி (Camera) போன்றுள்ளது. மிகுந்த தக அமைப்புகளைக் கொண்ட பாலூட்டிகளின் கண்களின் அமைப்பு, கண்களை மூடிக் கொள்ளவும், திறக்கவும் இரண்டு

மூடிகள் (இமைகள்), ஒளிசெல்லும் படலம் (Cornea), முன் அறை, முன் அறைத் திரவம் (Aquous humur), குவி லென்ஸ் (Convex lens) லென்சை வட்ட வடிவில் பிடித்துக் கொள்ளும் சிலியா தசைகள் (Ciliary muscles), பின் அறை, அதன் திரவம் (Vitreous humur), விழித்திரை (Retina), இரத்த திரவச் சுவர் (Choroid coat), கண்களைத் தாங்கும் கடின சுவர் (Scleroid coat), விழித்திரையிலுள்ள நரம்புகளை ஒன்று சேர்த்து பின் புறத்தில் பெரிய நரம்பான கண் நரம்பு (Optic nerve), இவ்விரண்டு கண் நரம்புகளும், வலது, இடது, என்பவை மூளைக்கு செல்லுமுன் ஒன்றுக் கொன்று குறுக்கு வாட்டத்தில் இணைந்துள்ளன. இவ்விடத்தை கண் குறுக்கு (Optic chiasma), என்கிறோம். விழித்திரையில் உள்ள நிறமிச் செல்களால் பொருள்களின் வண்ணங்களும் பதிவாகிறது. குவிலென்சின் உருவ மாற்றத்தினால் அருகில் உள்ள பொருள்களையும், தொலைவில் உள்ள பொருள்களையும் சரியாக விழித்திரையில் விழச் செய்கிறது. இம்மாற்றத்தை லென்சை சுற்றியுள்ள சிலியாதசைகள் சுருங்கி விரிதலின் மூலம் இயக்குகிறது (படம் 12).

குருத்தெலும்பு மீன்கள்

கண்கள் பெரிதாகவும், ஒரு காம்பினால் குருதெலும்பில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. கண்களை அசைக்கும் தசைகள் உள்ளன. இரத்த அழற்சி படலம் (Choroid layer), பெரிதாக உள்ளது. இங்கு வெள்ளி போன்ற குவானின் (Guanin) துகள்கள் உள்ளன. இவ்விடத்திற்கு டபீடம் லூஸிடம் (Tapetum lucidum), என்று பெயர். இதனால் இருட்டில் இருக்கும்போதும் கண்கள் பிரகாசிக்கும். மேலும்

இவற்றால் மீன்கள் குறைந்த வெளிச் சத்திலும் நன்கு பார்க்க முடியும். விழித்திரையில் கூம்பு செல்கள் குறைந்துள்ளதால் வண்ணங்கள் தெரிவதில்லை (படம் 6).

இருவாழ்விகள்

நில வாழ் தவளைகள் நீர் வாழ் தவளைகளை விட நன்கு பார்க்கும் சக்தி படைத்தவை. தொலைவில் உள்ள பொருள்களும் இவைகட்குப் புலப்படும். ஏனெனில் தண்ணீரைவிட காற்றில் வெளிச்சம் அதிகமாக இல்லாமல் கண்களை அடையும். இதற்கு கண்களில் ஈரப்பசையும், தூசு இல்லாமலும் இருக்க வேண்டும். முன் அறை பெரிதாக உள்ளது. விழித்திரையில் குச்சி (Rod) செல்களும், கூம்பு (Cone), செல்களும் உண்டு. இந்த குச்சி செல்களில் இருவகை உள்ளன. ஒரு வகை சிகப்பாகவும் (Red rods), மற்றொன்று பச்சையாகவும் (Green rods), இருக்கின்றன. சிவப்பு செல்களில் ரோடாப்ஸின் (Rhodopsin), என்ற நிறமியும், பச்சை செல்களில் பச்சை நிறமியும் இருந்தாலும் பொருள்களின் வண்ணங்கள் தெரிவதில்லை. விழித்திரைக்குப் பின்புறம் மஞ்சள் நிற கூம்பு செல்கள் உள்ளன. இவ்விடத்திற்கு மத்திய இடம் (Area centralis), என்று பெயர். சிலியா தசைகள் இல்லை. ஆனால் லென்ஸைச் சுற்றி தொங்கு திசுக்கள் (Suspensory ligaments), உள்ளன (படம் 8).

கண்ணின் கீழ் இமை மேல் இமையை விட நன்கு அசையும் தன்மை உடையது. கீழ் இமையின் மேல்புற ஓரத்தில் இருந்து ஒளி புகும் படலம் உள்ளது. இதற்கு

மூன்றாவது இமை (Third eyelid) என்றும் அறிவியல் பெயரில் சிமிட்டும் படலம் (Nictitating membrane) என்று பெயர். இவ்வித படலத்தினால் தவளை வேகமாகக் கண்களைக் கழுவியும், தூசுகளிலிருந்தும் காப்பாற்றிக் கொள்கிறது. இரண்டு வித தசைகள் இப்படலத்தை மேல் நோக்கியும், கீழ் நோக்கியும் இழுக்கும் சக்தி படைத்தது. ரிட்ராக்டர் புல்பி (Retractor bulbi), எனும் தசை இப்படலத்தை மேல் நோக்கியும், லிவேடர் புல்பி (Levator bulbi), எனும் தசை கீழ் நோக்கியும் இழுக்கின்றன. முதுகெலும்பிகளில் முதன் முதலாக தவளைகளில் கண்ணீர் சுரப்பிகள் (Lacrymal glands), உள்ளன.

ஊர்வன

இருவாழ்விகளை விட ஊர்வனவற்றில் கண்கள் மிகுந்த தக அமைப்புகளைக் கொண்டுள்ளன. இரண்டு இமைகளும் நன்றாக உள்ளன. கீழ் இமை சற்று பெரிதாகவும் உள்ளது. மூன்றாது இமை நன்கு செயல் படுவதற்கு கண்கணின் உள்ளே ஹார்டீரியன் சுரப்பி (Harderian gland), யின் திரவம் கண்களைச் சிறப்பாக இயங்குவதற்கு மசகு உதவியைச் செய்கிறது. கீழ் இமைக்கு உட்பக்கத்தில் கண்ணீர் சுரப்பி (Lacrymal gland), உள்ளது. கண்ணீர், மூக்கு கண்ணீர் குழாய் வழியாக மூக்கிற்குள் வந்து விடும். குறுத்தெலும்பினால் ஆனஸ்க்ளி ரோடிக்மூடி, எலும்பின் வளையத்தால் கடினமாக உள்ளது. விழித்திரையில் குச்சி செல்களும், கூம்பு செல்களும் உள்ளன. இவற்றில் கூம்பு செல்கள் அதிமாக உள்ளன. எனவே வண்ணப் பொருள்களை நன்கு தெரிந்து கொள்ள முடியும். சிலியா தசை, லென்சைச்

சுற்றி ஒரு வளையம் போல் உள்ளது. குறுட்டு பொட்டி (Blind spot) லிருந்து வெளிப்படலச் செல்களால்ஆன விரல் போன்ற உறுப்பு உள்ளது. இதற்கு கோனஸ் (Conus) என்றும், பெக்டன் (Pecten) என்றும் பெயரிடப் பட்டுள்ளது. இதில் நரம்பு செல்களும், இரத்தக் குழாய்களும் உள்ளன. எனவே விழித்திரைக்கு வேண்டிய சக்திப் பொருள்களைக் கொடுக்கிறது.

பறவைகள்

வான்வெளிச் சூழ்நிலையில் உள்ளதால் பறவைகளின் கண்கள் பெரிதாக உள்ளன. மேலும் தொலை தூரத்தில் உள்ளவைகளையும் பார்க்க வேண்டும். கண்கோளத்தின் முன்பக்கம் சிறிதளவு குழியாகவும், பின்புறம் இரண்டு மடங்கு குவி வடிவத்தில் அமைந்துள்ளது. கண்கள் அகலமாகவும் உள்ளன. விழித்திரை அகலமான பின்புறத்தில் உள்ளதால் தொலைதூரப் பொருள்களையும் நன்கு தெரிந்து கொள்ள முடியும். ஆந்தை போன்ற இரவுப் பறவைகளில் கண்கள் பக்கவாட்டில் இல்லாமல் ஒரேநேர் கோட்டில் உள்ளன. இதை பைனாகுலர் பார்வை (Binocular vision), என்கிறோம். பகல் நேரப் பறவைகளில் விழித்திரையில் குச்சி செல்களை விட கூம்பு செல்கள் அதிகமாக உள்ளன. இரவு நேரப் பறவைகளில் கூம்பு செல்களை விட குச்சி செல்கள் அதிகமாக உள்ளன. இதனால் வண்ணங்கள் நன்றாகப் புலப்படும். சிறு பொருள்கள், சிறு அசைவுகள் போன்றவைகளைப் பறவைகளால் துல்லியமாகப் பார்க்கமுடியும். சில பறவைகளில் விழித்திரையில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட மத்திய இடம் (Area-centralis), இருப்பதால் மிகச்

சிறிய பொருள்களையும் நன்றாகப் பார்க்க முடியும். லென்ஸ் இருபக்கக் குவியாகவும், மிருதுவாகவும் இருக்கும். சிலியா தசைகள் இரண்டு பாகங்களாக லென்சின் முன்பக்கமும், பின்பக்கமும் இணைந்துள்ளன. முன்பக்கத் தசைக்கு கிராம்டன் தசைகள் (Crampton muscles), என்றும் பின்புறம் உள்ள தசைகளுக்கு ப்ரூக்கி தசைகள் (Brucke muscle) என்றும் பெயரிடப்பட்டுள்ளன. லென்ஸ் அதன்குவிப்புத் தன்மையை இந்த இரண்டு தசைகளாலும் ஏற்படுத்திக் கொள்ளும். ப்ரூக்கி தசைகள் லென்சை முன்பக்கமாக இழுத்தும், கிராம்டன் தசைகள் பின்புறமாக இழுத்தும் லென்சின் குவிப்புத்தன்மையை அடையச் செய்கின்றன.

விழித்திரையில் உள்ள குருட்டு இடம் (Blind spot) மிக்க இரத்தக்குழாய்களுடனும், நிறமிகள் அதிகமாகவும், பல மடிப்புகளைக் கொண்டதுமான பெக்டன் (Pecten) எனும் உறுப்பாக உள்ளது. இந்த பெக்டன் பகல் பறவைகளில் மிகவும் பெரிதாகவும் இரவுப் பறவைகளில் சிறிதாகவும் உள்ளன. இதன் உபயோகம் பற்றிய முழு விளக்கங்களும் தெரியாவிட்டாலும், இதனால் ஏற்படும் பலன்கள் (1) விழித்திரைக்கு சக்தியைக் கொடுக்கிறது (2) பின் அறை திரவத்திற்கு ஊட்டச் சக்தியை அளிக்கிறது (3) லென்சைப்பின் திரவத்தின் வழியாக முன்னுக்குத் தள்ளுகிறது (4) கண்ணிலுள்ள திரவங்களின் அழுத்தத்தைச் சீராக்குகிறது (5) இதன் நிழல் விழித்திரையில் விழுவதால் பொருள்களின் அசைவுகளை நன்றாகத் தெரிந்து கொள்ளும்.

இரண்டு இமைகளும் நன்கு செயல்படுவதுடன் மூன்றாவது இமை (Nictitating membrane) கண் வெளிப்படலத்தைக் தூசு, காற்று, மற்றும் மாசுப் பொருள்களிடமிருந்து காப்பாற்றுவதுடன் ஹார்டீரியன் நொதியின் மசகு திரவத்தைக் கண்களில் பரப்பி இமைகளைச் சரியாக மூடித்திறப்பதற்கு உதவியாக உள்ளது. கண்ணீர் சுரப்பியும் உள்ளது.

பாலூட்டிகள்

கண்கள் இரண்டு பெரிய கோளங்களாகக் கண்குழியில் இருக்கின்றன. இக்கண்களை மேலும் கீழுமாகவும், பக்கவாட்டில் இடது வலது புறங்களிலும் அசைப்பதற்கு 6 தசைகள் உள்ளன. இத்தசைகள் கண்களையும் கண்குழியையும் சேர்ந்துள்ளன. இத்தசைகள் அமைந்துள்ள நிலைகளுக்கான பெயர்கள் மேற்தசைகள் (Superior), முன்தசைகள் (Antetior), கீழ்த்தசைகள் (Inferior), மற்றும் பின்தசைகள் (Posterior) மேல்-கீழ் சாய்வு (Oblique) தசைகளும் உண்டு. இத் தசைகள் மூளையிலிருந்து மூன்று செயல் நரம்புகளால் (Motor nerves) பொருத்தப் பட்டுள்ளன. இந் நரம்புகள் மூளையிலிருந்து வெளிவிடும் மூன்று (Oculomotor), நான்கு (Trochlear) மற்றும் ஆறாவது (Abducens) நரம்புகளாகும். கண்கோளம் மூன்று அடுக்குகளைக் கொண்டது. வெளிப்படலம் (Sclerotic coat) முன்புறத்தில் ஒளிப்புகும் கார்னியா (Cornea) வாக உள்ளது. இந்த கார்னியா மிக மெல்லிய வெளி செல் படலத்தால் மூடப்பட்டுள்ளது. இப்படலம் இமைகளுடன் இணைந்து இரத்தக் குழாய்களுடன் கூடியது. இதற்கு

(Palpebral) கூட்டுத் திசு என்றும், ஒளிபுகும் படலத்திற்கு (Bulbar) கூட்டுத் திசு என்றும் பெயர். கண்ணின் இரண்டாவது உறை இரத்தக் குழாய்களாலும் சில நிறமிச்செல்களாலும், மிருதுவான தசையாலும் ஆனது. இது கோராய்ட் (Choroid) படலம் ஆகும். சில பாலூட்டிகளில் முக்கியமாக இரவு விலங்குகளில் (சிங்கம், புலி, பூனை) இவ்வுறையில் வெள்ளி போன்ற ஒளி மிக்க சேர்ப்பு தசை (Connective tissue) இருப்பதால் இரவில் இருட்டில் ஒளியைப் பிரதிபலிக்கச் செய்யும். சிங்கம், புலி, பூனை போன்ற விலங்குகளில் இவ்வொளி சிவப்பு நிறத்தில் இருக்கும். மாடு, மான், ஆடு போன்ற விலங்குகளில் நீல நிறமாக இருக்கும். விழித்திரையில் குச்சி செல்களும், கூம்பு செல்களும் உள்ளன. குச்சி செல்கள் குறைவான ஒளியை அறிந்து கொள்ளும், ஆனால் நிறங்களை அறிவதில்லை. கூம்பு செல்கள் அதிக ஒளியையும், பல்வேறு நிறங்களையும் அறிந்து கொள்ளும். குச்சி செல்களில் ரோடாப்ஸின் (Rhodopsin) என்ற ஊதா நிறத்துகள்கள் உள்ளன. இத்துகள்கள் புரதத்தையும், வைட்டமின் (A) யையும் கொண்டுள்ளன. ஒளி விழும்போது இவற்றை இழந்து மறுபடியும் ஒளி இல்லாத போது உண்டாக்கிக் கொள்ளும் திறன் உடையது.

மனித விழித் திரையில் நிறமித்துகள்கள் இருப்பதை அண்மையில் அறிந்துள்ளனர். அவையாவன (1) சிவப்புலாபே (Erythrolabe) (2) பச்சைலாபே (Chlorolabe) மற்றும் நீலலாபே (Cyanolabe) இவை கூம்பு செல்களில் உள்ளன. இவ்வித நிறங்களை நன்கு அறிந்து கொள்ளும் சக்தியைப் பெற்றுள்ளன. விழித்திரை நரம்புகள் ஒன்று

சேர்ந்து, கோளத்தின் பின்புற மையத்தில் தடித்த விழி நரம்பு (Optic nerve) இரண்டு படலங்கள் வழியாக மூளைக்குச் செல்லுமுன் குறுக்கு முறுக்கு (Optic chiasma) ஏற்பட்டு பின்பு மூளையை அடைகிறது. மற்ற பாகங்கள் முதுகெலும்பி களுக்குள்ளவை போன்றே உள்ளன. கண்ணீர் சுரப்பிகள் உண்டு

ஒலி உணர்வேற்பு உறுப்புகள்

ஒலி என்பது ஒரு பொருளின் அதிர்வுகள் உண்டாக்கும் ஓசையேயாகும். இவ்வதிர்வுகள் காற்றில் ஒரு வேகத்தில் எடுத்துச் செல்லப்படும். இவ்வோசையை மனிதன் தன் குரல்வளையிலுள்ள குரல் நாண்களால் (Vocal chords) ஒழுங்குபடுத்தி வெளிவிடும் போது பேச்சு என்றும் இன்றும் அதிகமாக வரையறுத்து, ஒழுங்குபடுத்தி வெளிவிடும் போது அது இசையாகவும் உள்ளது. காற்றை வகைப்படுத்தி, வரையறுத்து இசையாகத் தருவது புல்லாங்குழல், நாதஸ்வரம் போன்ற இசைக்கருவிகள், உலோகக் கம்பிகளின் அதிர்வுகளை வரையறுக்கப்பட்டு இசையாக வெளிக் கொணர்வது வீணை, பிடில் போன்ற இசைக்கருவிகள். இவ்வித ஓசை, இசைப்போன்றவற்றை நாம் தெரிந்து கொள்வதற்கான உறுப்பு செவி என்று வெளிக்காதை (புறக்காதை) குறித்து சொல்கிறோம். ஆனால் ஒலி உணர்வு உறுப்புகள், வெளிக்காது, நடுக்காது, மற்றும் உள் (அகக்) காது எனப்படும். மூன்று பிரிவுகளும், மற்றும், காக்லியா (Cochlea) என்ற நத்தைக் கூடு போன்ற உறுப்பும், இதிலிருந்து மூளைக்கு எடுத்துச் செல்லும் நரம்புகளும் ஆகும். அகக் காதில் மற்றுமொரு முக்கிய உறுப்பான

(Labyrinth) லேபிரின்த் உள்ளது. இதில் மூன்று அரைவட்டக் குழாய்கள் அடியிலுள்ள பை போன்ற சாக்குலஸ் என்ற உறுப்பில் முடிந்துள்ளன. இந்த சாக்குலஸ் பையிலிருந்து ஒரு மெல்லிய குழாய் மேல் நோக்கிச் சென்று முடிவடைகிறது. இதற்கு உள் நிணநீர்க் குழாய் (Endolymphatic duct) என்று பெயர் இவ்வுறுப்பினுள் நிணநீர் போன்ற திரவம் நிரம்பியுள்ளது. இதற்கு (Endolymph) உள் நிணநீர் என்று பெயர்.

காக்லியாவின் அமைப்பு

சாக்குலஸ் (Sacculus) என்ற பைபோன்ற உறுப்பிலிருந்து நீண்ட கூம்பு வடிவமான குழாயாகவும், நத்தையின் ஓடுபோன்று 2.5 முறை சுருண்டும் உள்ளது. இதனுள் இருக்குமிடம் ஒருதடுப்பு சுவர்போன்ற படலத்தால் இரு கூறாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. மேற்புறத்து குழாய்க்கு ஸ்கேலா வெஸ்டி பியுலை (Scala vestibuli) என்றும் கீழ்புறத்துக் குழாய்க்கு ஸ்கேலா டிம்பானை (Scala tympani) என்றும் பெயர். இதில் ஸ்கேலா வெஸ்டிபியுலை ஒரு குறுக்கு படலத்தால் இரு அறைகளாக தடுக்கப்பட்டுள்ளது. இப் படலத்திற்கு வெஸ்டி பியூலார் மெம்பரேன் (Vestibular membrane) என்ற பெயர். இதில் கீழ்அறை காக்லியா என்ற உறுப்பில் இணைந்துள்ளது. எனவே இக்குழய்க்கு காக்லியா குழாய் (Ductus cochlearis) என்று பெயர். இக்குழாயின் அடிப்புறத்தில் இரண்டு படலங்கள் உள்ளன. அவையாவன (1) ரெய்ஸ்னேர்ஸ் மெம்ப்ரேன் (Reisner's membrane) (2) பேஸிலார் மெம்ப்ரேன் (Basilar membrane). இவ்விரண்டு படலங்களுக்கிடையில் பேஸிலார் மெம்ப்ரேன் மேற்புறத்தில்

மிகவும் நெருக்கமாகவும், நீண்டும் உள்ள இணைப்பு நீட்சிகள் உள்ளன இதற்கு கார்டை உறுப்பு (Organ of corti) என்று பெயர். இவ் உறுப்புக்குமேல் வெளி தூண் செல்கள் (Pillar cells) உள்ளன. மற்றும் தாங்கும் செல்கள் (Supporting cells), முடிசெல்களும் (Hair cells) உள்ளன. முடிசெல்கள் கேட்கும் நரம்பு செல்களால் (Auditory nerves) இணைக்கப்பட்டுள்ளன. முடிசெல்கள் மேல் மிக மெல்லிய படலம் (Tectorial membrane) உள்ளது.

இருவாழ்விகளில் காக்லியா மிகவும் சிறியதாகவும், ஆரம்பநிலை காக்லியாகவும் (Rudimentary) உள்ளது. ஊர்வன, பறப்பன, பாலூட்டிகளில் நன்கு செயல்படக்கூடியதாகவும் உள்ளது. பாம்புகள் தரையில் ஏற்படுத்தப்படும் சலனங்களின் சப்தங்களையும், விலங்குகளால் உண்டாக்கப்படும் ஒலிகளையும் அறியும்படியாக உள்ளது. பாலூட்டிகள் உயர்அளவிலான ஒலிகளைக் கேட்கவல்லன. வௌவால்களால் மனிதனால் கேட்க முடியாத அளவில் உள்ள நுட்ப ஒலிகளையும் கேட்கமுடியும்.

காது இயங்கும் முறை

வெளிப்புறத்திலிருந்து வரும் ஒலி அலைகள் புறக்காது வழியாக உட்புகுந்து செவிப்பறையில் மோதுகிறது. செவிப்பறையுடன் இணைக்கப்பட்ட மூன்று சிறு எலும்புகள், சுத்தி (Hammar), பட்டரை (Anvil), குதிரைமிதி (Stirup). போன்றவை செவிப்பறையின் அசைவிற்கேற்றவாரு அசைந்து முட்டைவடிவ துளைவழியாக பெரிலிம்ஃப் (Perilymph)

என்னும் திரவத்திலும் அசைவுகளை ஏற்படுத்துகின்றன. படலம் (Reisner's membrane) வழியாக செல்கின்றன. இவ் அசைவுகள் என்டோலிம்ஃப் (Endo lymph) எனும் திரவத்தில் அசைவுகளை உண்டாக்கி கார்ட்டை (Corti) உறுப்பிலுள்ள உணர் நரம்புகளில் படுகின்றன. முடிசெல்கள் இவ் உணர்வுகளை நரம்பின் வழியாக மூளையின் 8-வது நரம்பின் வழியாகவும் மூளைக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. இவ்வித இயங்கு முறையை இரண்டு சித்தாந்தங்களாக விளக்கப்படுகிறது. 1886-ல் ருதர்ஃபோர்டு (Rutherford) என்பவர் கேட்குமுறை தெலைபேசி முறையைபோல் உள்ளது என்றும் இதற்கு தொலை பேசி சித்தாந்தம் (Telephone theory) என்று வெளியிட்டார். இம்முறையில் கார்ட்டை உறுப்பு தொலைபேசியில் உள்ள விதானம் (Diaphragm) போன்று வரும் சப்த அலைகளை எவ்விதமாறுபாடும் இல்லாமல் காக்லியாவின் நரம்புகள் வழியாக மூளைக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. இம்முறைக்கு துரித சித்தாந்தம் (Frequency theory) என்ற பெயரும் உண்டு. இரண்டாவதாக ரெஸொனன்ஸ் சித்தாந்தம் (Resonanc theory) என்ற சித்தாந்தத்தின்படி பாஸில்லா படலம் (Basillae) பலஆயிரம் எண்ணிக்கையில் ஹார்ப் (Harp) எனும் குட்டையும் நீளமும் கொண்ட தந்திகளால் ஆன இசைக் கருவியின் தந்திகள்போல் உள்ளன. இத்தந்திகள் காக்லியாவின் கீழ்ப்புறத்தில் நெருக்கமாகவும், மேற்புறத்தில் விலக்கமாகவும் இடைவெளிகளைக் கொண்டுள்ளதாகவும் இருக்கின்றன. சப்தம் அதிகமாக இருக்கும்போது (High pitch) இத்தந்திகளின் அசைவுகள் அதிகமாக இருக்கும். இம்முறையை 1863 B.C.-யில் ஹெல்ம் ஹோல்ட்ஸ் (Helm Holtz) என்பவர் கண்டுபிடித்தார்.

யூஸ்டேஷியன் குழாய் (Eustachian Tube) :

நடுக்காது தொண்டையுடன் ஒரு குழாயால் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இக் குழாய்க்கு யூஸ்டேஷியன் குழாய் எனப் பெயர். இக்குழாய் தொண்டையில் உள்ள காற்றினால் நிரம்பி செவிப்பறைக்கு உள் புறத்தில் உள்ளது. வெளிக்காதின் வழியாக உட்புகுந்த காற்றின் அழுத்தத்திற்கு ஈடு செய்வதாக உள்ளது. எனவே செவிப்பறைக்கு இரண்டு பக்கங்களிலும் காற்றழுத்தம் இதனால் சமநிலையில் வைக்கப்பட்டுள்ளது.

இரண்டாம் உலகப் போரில் மக்களுக்கு அரசால் ஒரு எச்சரிக்கை விடுத்து செவிப்பறையை எவ்வாறு குண்டுகள் வெடிக்கும் சப்தத்தினால் தாக்கப்படாமல் காப்பாற்ற வேண்டும் என்று தெரிவிக்கப்பட்டது. எதிரிகளின் விமானம் பறந்து குண்டுகளை போடும் போது வாயை மூடிக்கொள்ளாமல் ஒரு சிறு மரக்கட்டையை வாய்க்குள் செலுத்தி பற்களால் அசையாமல் கடித்து வாயைத் திறந்த நிலையில் வைத்துக்கொண்டால் இருபக்க காற்றழுத்தமும் சமநிலை படுத்தப்பட்டு செவிப்பறை காப்பற்றப்படும். இக்குழாய் 16-ஆம் நூற்றாண்டில் ஒரு இத்தாலிய உடற்கூறு ஆராய்ச்சியாளரான பார்த்தலோமியோ யூஷ்டேஷியோ என்பவரால் தெரிந்து கொள்ளப்பட்டு அவர் பெயரினாலேயே யூஷ்டேஷியன் குழாய் எனப் பெயரிடப் பட்டுள்ளது.

வௌவால்களின் ஒலி உணர்வு :

வெளவ்வால்கள் பொதுவாகக் குகைகளிலும், மரக் கிளைகளிலும், மெதுவாக ஓடும் நதிக்கரை,

குளங்களின்கரைகள். சிறிய தோப்புகள் ஆகியவற்றுள் வசிக்கின்றன. இவை எவ்வாறு தங்கு தடையின்றியும், எதிலும் மோதிக் கொள்ளாமலும் பறந்து செல்கின்றன என்பது ஆராய்ச்சியாளர்களுக்கு ஒரு சவாலாகவே இருந்துள்ளது.

கைராப்டீரா (Chiroptera) என்ற தொகுப்பில் சேர்க்கப் பட்டிருக்கும் வௌவால்களில் இரு உட்பிரிவுகள் உள்ளன. ஒன்று மைக்ரோ கைராப்டீரா (Micro Chiroptera) என்றும் மற்றோன்றுக்கு மெகாகைராப்டீரா (MegaChiroptera) என்றும் கூறுவர். முதல் வகை வௌவால்கள் பொதுவாக பூச்சிகளை உணவாகவும் இரண்டாவது வகை வௌவால்கள் வெப்பப் பிரதேசங்களில் பழங்களையும் உட்கொள்ளும். இவற்றைப் பறக்கும் நரிகள் (Flying foxes) என்றும் கூறுவர் கி.பி. 1793-ல் Lazaaro spallnzani என்ற இத்தாலிய பாதிரியார் (இவர்ஒரு இயற்கை ஆராய்ச்சியாளரும் கூட) ஒரு ஆந்தையை வீட்டினுள் விட்டு விளக்குகளை அணைத்துவிட்டு அது எவ்வாறு தடைகளில் படாமல் செல்கிறது என ஆராய்ந்தார். ஆந்தையால் சரியாகப்பறந்து செல்ல முடியவில்லை. காரணம் ஒளி அதற்கு தேவை என உணர்ந்தார். ஆனால் வௌவால்கள் எவ்வாறு அதிக தடைகள் உள்ள இடங்களிலும் சரியாகப் பறந்து செல்கின்றன என்று தெரிந்துகொள்ள முயன்றபோது, பலவித சோதனைகளாலும் அவருக்கு விடை கிடைக்கவில்லை. ஆனால் கி.பி. 1938-ல் ஹர்வேடு (Harward) பல்கலைக் கழகத்தில் இயற்பியல் சோதனைச் சலையில் வௌவால்கள் பறக்கும் நிலைகளைப்பற்றி ஒரு தெளிவு ஏற்பட்டது. குறிப்பாக வௌவால்கள் பலதவிதமான ஒலி அலைகளை வெளியே

விட்டு அவைகள் எதிரொலித்து மீண்டும் வௌவாலை அடையும் நிலைகளைக் கொண்டு வௌவால்கள் தடையில்லாமல் பறக்கின்றன என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

தேர்ந்த ஒலி (Ultra sound) என்பது ஒலி அலைகளின் எண்ணிக்கை ஒரு நொடியில் எவ்வளவு உள்ளன என்பதை அளவாகக் கொண்டதாகும். இவ்வளவிற்கு ஹெர்ட்ஸ் (Hertz) என்று பெயர். மனிதக் காதினால் வினாடிக்கு நாற்பது முதல் அருபதாயிரம் ஹெர்ட்ஸ் வரை கேட்கமுடியும் (1000 ஹெர்ட்ஸை ஒரு கிலோ ஹெர்ட்ஸ் KHZ) இதற்கு மேலும் உள்ள ஒலி அலைகளைத் தேர்ந்த ஒலிஅலைகள் (Ultra sound) எனப்படும். இவ்வாறு ஒலிஅலைகளைச் செலுத்தி அவைகளின் எதிரொலியையும் அளவிட்டு ஒருதிசையிலுள்ள பொருள்களின் இடைவெளியைத் தெரிந்துகொள்ளலாம். இம்முறையில் கடலின் ஆழம் போன்றவைகளைத் துல்லியமாகத் தெரிந்து கொள்ளலாம். இதற்குப் பயன்படுத்தப்டும் கருவிக்கு ஆழ அளவு மானி (Fathometer) என்று பெயர்.

வௌவால்கள் தேர்ந்த அலை ஒலிகளை அவற்றின் குரல்வளை (Larynx) யினால் ஒலித்து வாய்வழியாகவோ அல்லது மூக்கின் வழியாகவோ வெளிவிட்டு பொருள்களில் பட்டு எதிரொலித்து வரும் ஒலிஅலைகளைக் காதினால் கேட்டு பொருள்களின் அல்லது பூச்சிகளின் இடம், திசை இவைகள் போகும் வழி போன்றவற்றை மூளையினால் நிச்சயப்படுத்தப்படும். இம்முறையால் மைஇருட்டில்கூட வௌவால்களால் இறையைப் பிடிக்கமுடியும் பொதுவாக வௌவால்கள்

ஒன்றுமுதல் பத்து மீட்டர் தொலைவில் உள்ள பொருள்களை வெளிச்சத்தில் மிக நன்றாகப் பார்க்கமுடியும். மிக நீளமான காதுகளை உடைய வெளவால்கள் தென் அமெரிக்கப் பகுதியில் உள்ளன.

வேதிப்பொருள் உணர் உறுப்புகள்: (Chemoreceptors)

சுற்றுச்சூழலில் உள்ள வேதிப்பொருள்களைத் தங்கள் உணர் உறுப்புகளால் விலங்கினங்கள் தெரிந்து கொள்கின்றன. வேதிப் பொருள்கள் ஆவியாக இருந்தால் அதை உணர்வதற்கு முகர்ந்தறிதல் (Olfactive) என்றும், திரவப்பொருளாக இருந்தால் அதை உணர்வதற்கு ருசித்தறிதல் (Gustation) என்றும் கூறப்படும்,

முதுகெலும்பிகளிலும், முதுகெலும்பிலா விலங்குகளிலும் இரண்டு விதமான செல்கள் உள்ளன. ஒருவித செல்லில், இருபக்க (Bipolar) நரம்பி உள்ள மேற்படலம் வேதிப் பொருள்களை இனம் கண்டுகொள்ளும் ஆற்றல் உடையது மற்றொன்று தூண்போன்ற நீண்ட செல்களை உடைய படலமாக (Columnar epithelial) உள்ளது. இந்த செல்லின் மேல்பாகத்தில் மிக நுண்ணிய இழைகள் (Hair like process) உள்ளன. அடிப்பாகத்தில் நரம்புகளின் பாகங்களுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ன. இச் செல்களை முதல் வகை (Primary) என்றும் இரண்டாவது வகை (Secondary) எனவும் கருதப்படுகின்றன.

பொதுவாக முதுகெலும்பிலா விலங்குகளில் தனித் தனி செல்கள் தோலின் மேல்பாகத்தில் வெவ்வேறு

இடங்களில் உள்ளன. முகர்உணர் உறுப்புகளும் ருசித்துணர் உறுப்புகளும் இயக்கப்படுவது வேதிப்பொருள்கள் கரைசலாக இருக்குபோது என எண்ணப்படுகிறது. நீர் உயிரிகளில் கரைசல் பொருள்கள் உணர்வும், நிலவாழ் உயிரிகளில் கோழைபோன்ற திரவத்தினாலும் உணரப்படும். முகர் உணர் உறுப்புகள் கரைசலில் வேதிப்பொருள்கள் மிகக் குறைவாக இருந்தாலும் உணரப்படும். ஆனால் ருசித்தறிதல் உறுப்புகள் கரைசலில் அதிக அளவில் வேதிப் பொருள்கள் இருந்தால் மட்டுமே உணரப்படும்.

முகர்வுணர் உறுப்புகள்:

மீன்களில் இவ்வுறுப்புகள் மேல்தோல் ஒரு குழி போன்று அமைந்து, மேல்படலச் செல்கள் முகரும் செல்களாக உள்ளன. நாற்காலி விலங்குகளில் (Tetrapods) மூக்கின் உள்படலச் செல்கள் முகரும் சக்திவாய்ந்தவை. முகர்வுணர்வு உறுப்புகள் ஆதாரக் கோழை படலத்தின் மேல் ஒரு மெல்லிய செல்களாலான படலம்போல் உள்ளது. இவற்றுடன் தாங்கும் செல்களும், நீண்ட உணர் நரம்புச் செல்களும் உள்ளன. இவ்வுணர் நரம்பு செல்களில் இருப்பக்கங்களிலும் நீட்சிகள் உள்ளன. இந்நீட்சிகளை உணர் நீட்சிகள் (Sensory hairs) எனப்படும். இந்நீட்சிகளின் நடுவில் இரண்டு மெல்லிய இழைகளையும், சுற்றிலும் ஒன்பது இழைகளையும் இவற்றைச் சுற்றிலும் உயிர்ச்சத்து (Protoplasm) உறையும் உள்ளது. உணர் நரம்புகளின் பின்புற வளர்ச்சியில், உணர் நரம்புகளாக விரிந்து முகஉணர்வு உருண்டைகளாக (Ollfactory lobes) ஆகின்றன. இவற்றின் மேல் உள்ள கோழைப்படலம், இவைகளைக் காப்பாற்றுவதுடன் வேதிப் பொருள்களை நன்கு கரைத்து

உணர்வதற்கு உதவியாக உள்ளது. முகர் உணர்வு உறுப்பு வெளிமூக்கின் அருகில் திறக்கப்பட்டுள்ளது. வட்டவாய் மீன்களில் ஒரு முகர் உணர்வுதான் உள்ளது. ஆனால் அதற்கு இரண்டு உணர் நரம்புகள் உள்ளன. நாற்காலிகளில் (Tetrapods) முகர் உணர்வுறுப்பு உள் மூக்கு என்ற உறுப்பினால் வாய்க்குள் இணைகிறது. பாலூட்ட்டிகளில் முகர் உணர்வு மிகவும் நுட்பமாகவும், நன்கு செயல்படவும் செய்யும். மூக்கு துவாரத்திலிருந்து நீண்ட வாய்க்கால்கள் போன்ற எலும்புகளின் (Turbinal bones) வழியாக உணர்வு செலுத்தப் படுகிறது. இவ்உறுப்புகளாவன (1) Ethmo turbinals, (2) Maxillo turbinals, மற்றும் (3) Naso turbinals, இவ்உறுப்புகளின் மேல் உள்ள படலம் ஈரக்கசிவையும், உட்சுவாசக் காற்றை குறைந்த அளவில் வெப்பக் காற்றாக மாற்றுகிறது. மூக்குத்துவார நீண்ட வாய்க்கால்களில் ஷ்ணைடீரியன் (Schneiderian epithelium) என்ற மேற்படலம் உள்ளது. இப்படலம் மாக்ஸில்லோடர்பின (Maxilloturbinal) லில் முகர் உணர்வு உறுப்பாக இல்லை ஆனால் எத்மாடர்பினல் (Ethmoturbinal) மேற்பாகத்தில் முகரும் சக்திகொண்டதாக உள்ளது. நாசோ டர்பின (Nasoturbinal) லில் வெறும் நரம்பு சுறத்தல் செல்கலாக உள்ளது.

ஜாகப்சன் உறுப்பு **(Jacobson organ)** :

இதற்கு வெர்மோநேஸல் உறுப்பு (Vermonasal organ) என்ற பெயரும் உண்டு. நாற்காலி விலங்குகளில் (Tetrapods) வாய்குழிக்கு மேலும் மூக்குக்குழிக்கு கீழேயும் இரண்டுபைப் போன்ற உறுப்புகள் உள்ளன. இவை வோமரோ ரீனல் (Vomerorenal organ) உறுப்பென்றும், ஜாகப்சன்

உறுப்பென்றும் அழைக்கப்படும். 'வாய்குழிக்குள் மேல்புறத்தில் நுண்வண்ணத் துகள்கள் அடங்கிய படலம் முகர் உணர்வு படலம்போல் உள்ளது. ஒவ்வொன்றும் ஒரு சிறு குழாய் வழியாக தவளையின் முகர் உணர் உறுப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. ஆனால் மற்ற விலங்குகளில் இக் குழாய்கள் வாய்க் குழாய்க்குள் முடிகின்றன. இவ் உறுப்பு மூளையின் முதல் நரம்பான முகர் நரம்போடும் (Ollfacry nerve), ஐந்தாவது நரம்பான டிரைஜமீனல் (Trigeminal) நரம்புடனும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இவ் உறுப்பு வாய்க்குள் உள்ள ஆகாரத்தின் வாசனையை அறியும். பல்லி வகைகளிலும், பாம்பு வகைகளிலும் நாக்கின் நுனி வாசனையை அறியும் சக்தியைக் கொண்டுள்ளது.

ஜாகப்சன் உறுப்பு முதன்முதலில் இருவாழ்விகளின் வெளிப் புறத்தின் வெளியே பிதுங்கிய உறுப்பாக உள்ளது. மற்ற விலங்குகளான பல்லி வகைகள், பாம்பு வகைகள் மற்றும் பாலூட்டிகளிலும் நன்கு அமைந்துள்ளன. ஆனால் ஆமைகள், முதலைகள், பறவைகள் மற்றும் சில பாலூட்டிகளில் இவ்உறுப்பு கரு வளச்சியின்போது காணப்படும். முதிர் விலங்குகளில் இவ்வுறுப்பு இல்லை.

உருசி உணர்வு உறுப்புகள்:

(Gustatoreceptors-organs of taste)

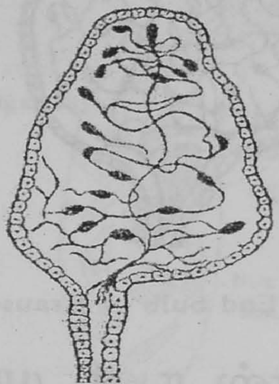
இவ்வுறுப்பு உருசி மொட்டுகள் (taste buds) என்ற சிறு மொட்டுகள் போன்றதும், நரம்பு சுறப்பி செல்களின் (Neuro secretory) கொத்து போன்றதும் அவற்றைத் தாங்கும்

செல்களும் சேர்ந்து ஒரு பீப்பாய் போன்ற அமைப்பாய் உள்ளது. இவ் உறுப்பு வரிசை மேல் படலத்தினுள் இருக்கும். ஒவ்வொறு சுறப்பி நரம்பும் நீளமாகவும், குருகலாகவும், மிக மெல்லிய உருசி நீட்சியை மேற்புறத்திலும் உணர் நீட்சியை அடிப்பாகத்திலும் கொண்டுள்ளது. பாலூட்டிகளில் உருசி நீட்சிகள் உருசிக் குழிக்குள் நீட்டிக் கொண்டிருக்கின்றன. மற்ற விலங்குகளில் இந் நீட்சிகள் மேற்புறத்தில், மேல்மட்டத்திற்கு மேல் நீட்டிக் கொண்டிருக்கின்றன. இவற்றில் உருசித்துளைகள் இல்லை. கரைசல்களாக உள்ளப் பொருள்களின் உருசியை நன்றாக அறிந்து கொள்ளக் கூடியவை. உருசி எனும் போது நாம் ஆறு வகை உருசிகளைக் குறிப்பிடுகிறோம். அவை யாவன- இனிப்பு, கசப்பு, கார்ப்பு, துவர்ப்பு, உவர்ப்பு மற்றும் புளிப்பும் ஆகும்.

உருசி மெபாட்டுகள் மீன்களின் உடலில் பல இடங்களில் உள்ளன. வாய், தொண்டை, செவுள்களின் இடைவெளிகள், தலையில் சில இடங்கள் போன்றவை. சில மீன்வகைகளில் உடலின் மேற் புறத்தில் எல்லா இடங்களிலும் உருசி மொட்டுகள் உள்ளன. இவை சுற்றுச்சூழலில் உள்ள வேதிப் பொருள்களைத் தெரிந்துகொள்ள உதவுகின்றன. இம்மொட்டுக்கள் 5-வது (Trigeminal), 7-வது (Facial) 9-வது (Glossopharyngeal) மற்றும் 10-வது (Vagus) மூளை நரம்புகளால் இணைக்கப்பட்டுள்ளதால் பலவித உருசிகளை அறிந்து கொள்ள முடிகிறது. மற்ற முதுகெலும்பிகளில் இவ் உருசி மொட்டுக்கள் நாக்கு, வாய்க்குழி, தொண்டை போன்ற உறுப்புகளில் உள்ளன. 7-வது (Facial) மற்றும் 9-வது (Glossopharyngeal) நரம்புகளுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

நிநிநி10-வது (Vagus) நரம்பு சில உருசி மொட்டுகளுடன் மூளை நரம்புகளால் ஆனது.

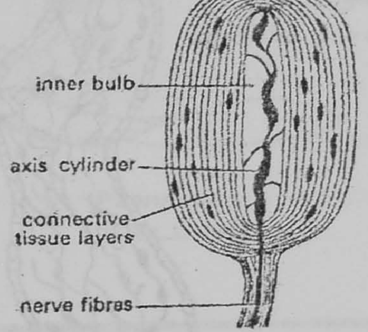
தவளையின் நாக்கில் கூம்பு வடிவமும், முண்டு வடிவமுமான உருசி மொட்டுக்கள் உள்ளன. இவற்றில் முண்டு வடிவ மொட்டுக்களாலேயே உருசியை அறியமுடியும். பறவைகளின் கடினமான நாக்கில் உருசி மொட்டுகள் இல்லை. உருசி மொட்டுக்கள், வாய் மற்றும் தொண்டை பாகங்களின் மேற்புறத்தில் உள்ளன. பாலூட்டிகளில் கூம்பு வடிவத்திலும், முண்டு வடிவத்திலும், இலைப் போன்ற வடிவத்திலும், கூம்பைச் சுற்றி பாதுகாப்பு வளையத்துடனுமான வடிவங்களில் மொட்டுகள் காணப்படும். சில முதுகெலும்பிகளில் தொண்டையில் உள்ள மொட்டுகள் உருசி உணர்வு இல்லாமல், தொண்டையில் பொருள்கள் காற்றுக்குழாய்க்குள் போவதைத் தடுக்கும் உறுப்பாகச் செயல்படுகின்றன.



A

Meissner's corpuscle from dermal papilla

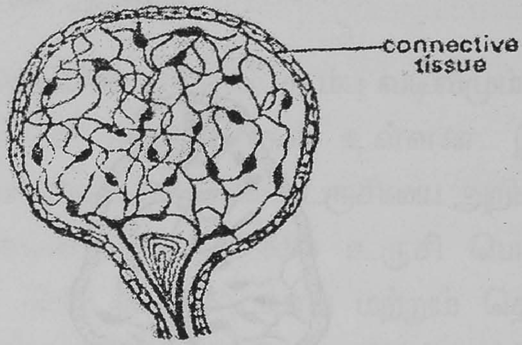
தோல் வெளி மெய்ஸ்நர் முண்டு



B

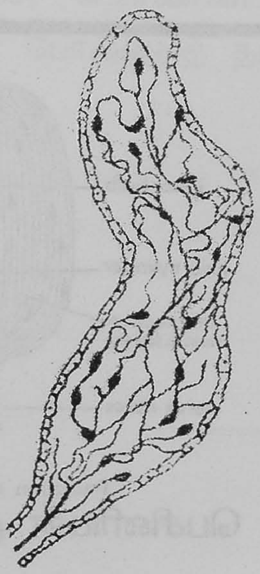
Pacinian corpuscle;

பெசினியன் முண்டு



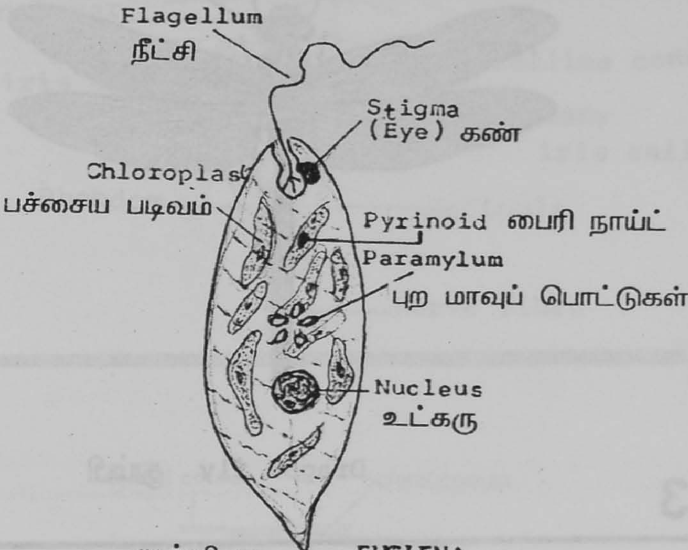
C End bulb of Krause;

கிரௌஸ் நுனி முண்டு



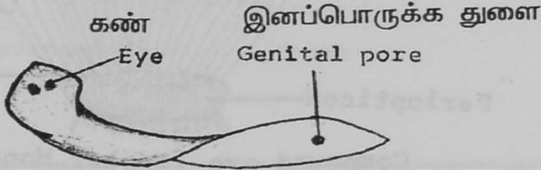
D —Meissner's corpuscle.

மெய்ஸ்நர் முண்டு



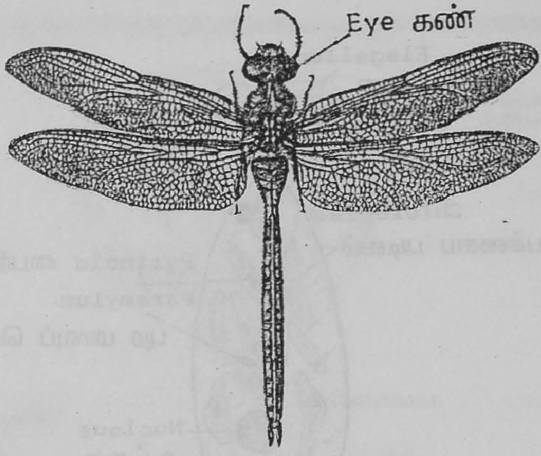
1

யூக்ளிநா EUGLENA



Planarian
பட்டைப் புழு

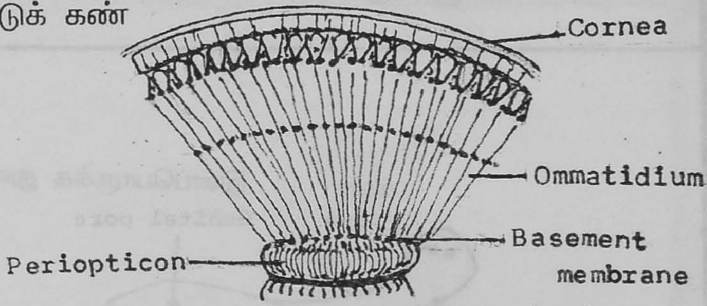
2



Dragon fly தும்பி

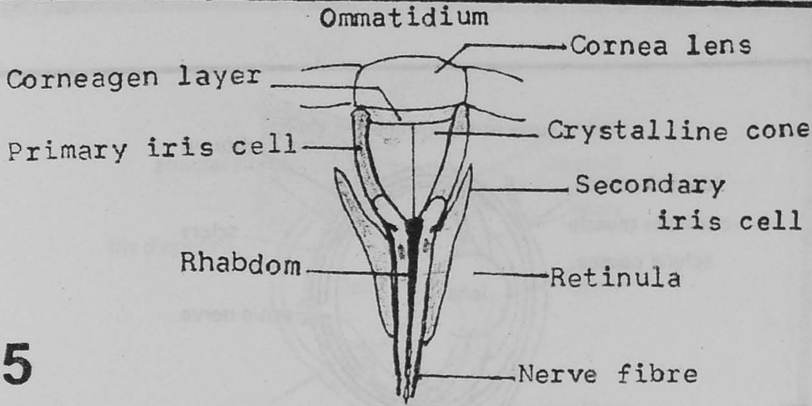
3

கூட்டுக் கண்

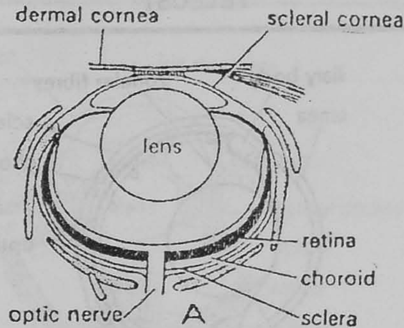


Compound eye (Worker Honey bee)

4


Ommatidium
Cornea lens
Corneagen layer
Crystalline cone
Primary iris cell
Secondary iris cell
Rhabdom
Retinula
Nerve fibre

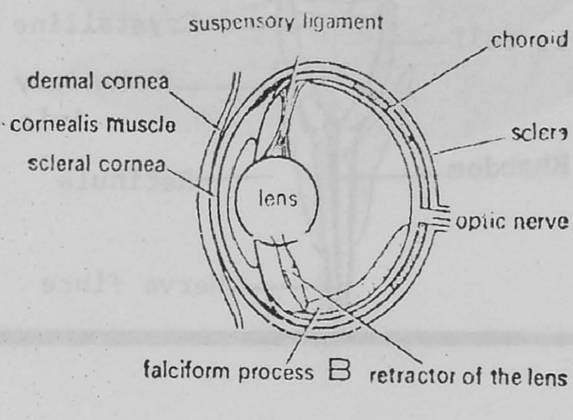
5


dermal cornea
scleral cornea
lens
retina
choroid
optic nerve
A
sclera

6

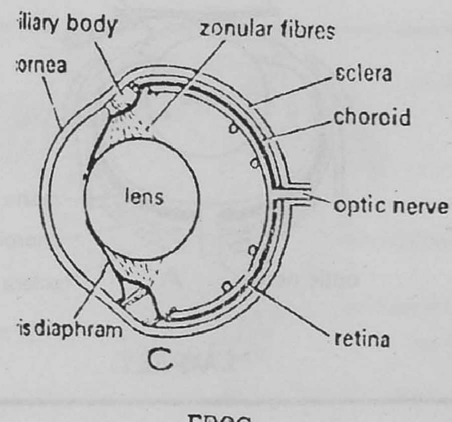
LAMPREY

7



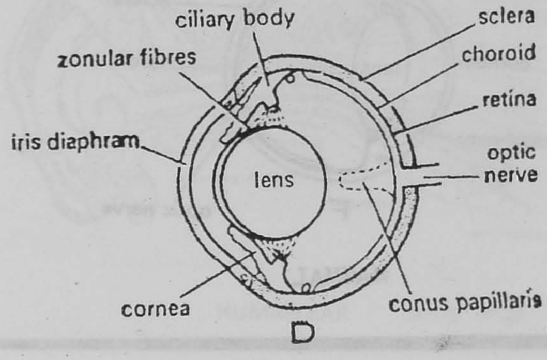
TELEOST

8



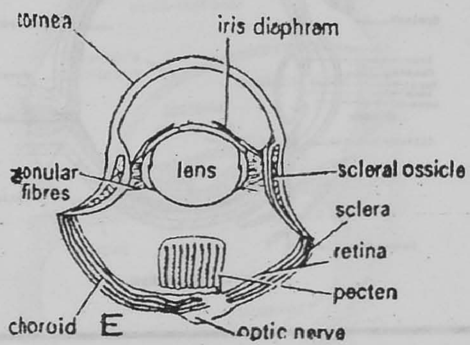
FROG

9



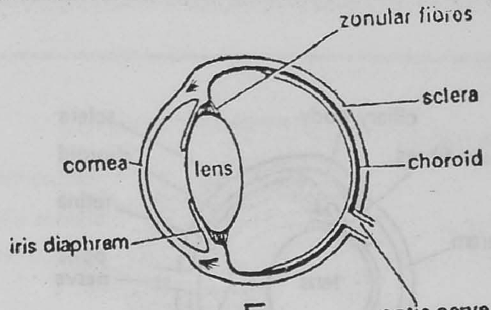
SNAKE

10



EAGLE

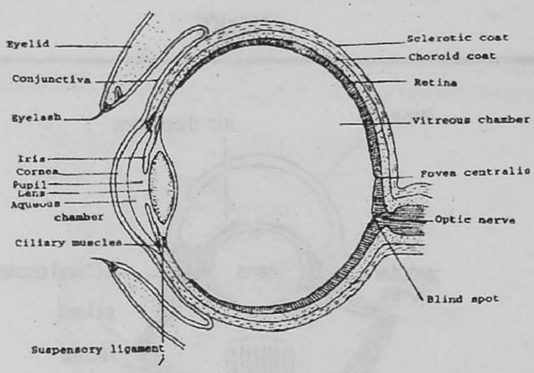
11



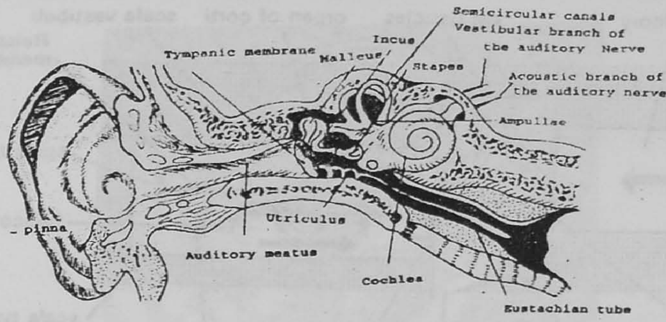
F

MAMMAL

12

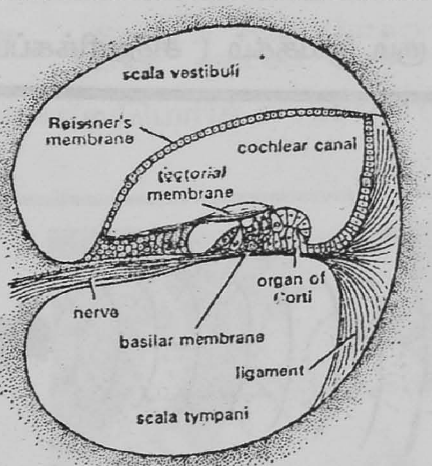


Human Eye



13

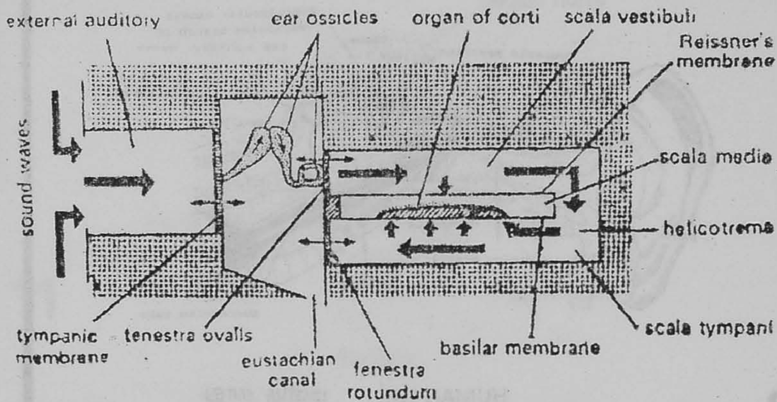
HUMAN EAR மனித காது



14

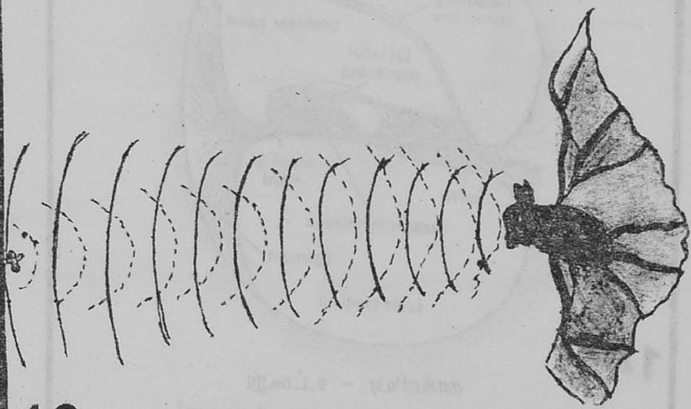
காக்ளியா – உட்கூறு

T.S. of cochlea of mammal.



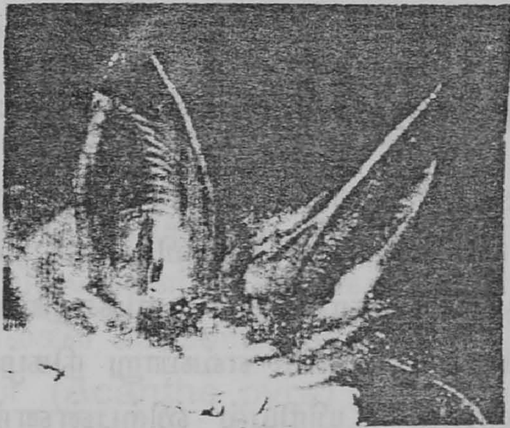
15. Diagrammatic represeniation of the mechanism of hearing.

கேட்கும் இயக்கம் (சித்தரிக்கப்பட்டது)



16 Echo location of Bat

வௌவ்வால் எதிரொலி ஈர்ப்பு



17 South American big eared bat

தென் அமெரிக்க வெளவால்

18 Australian ghost bat

ஆஸ்த்திரேலிய வெளவால்

தொகுதி - 9

விலங்குகளிடையே தகவல் தொடர்பு

9.1 உயிரி ஒளிக்கதிர்கள் (Bio-Luminiscence)

காலம் தொட்டு மனிதன் இரவில் மின்மினிப் பூச்சியின் ஒளியையும், இரவில் கடல் அலைகளில் அங்குமிங்குமாக பிரகாசிக்கும் ஒளிக்கதிர்களையும் கண்டு வியந்திருக்கிறான். இவை எவ்வாறு நிகழ்கின்றன என்று தெரிந்துகொள்ள உயிரியல் விற்பன்னர்கள் ஆராய்ந்து அவற்றைத் தெளிவுபடுத்தியுள்ளனர். இவ்வொளிக் கதிர்களை வெளிவிடும் உயிரிகள், பாக்டீரியா, காளாண்கள், இழை உயிரிகள் (Flagellates), குழி உடலிகள் (Coelnterates), பூச்சிகள், புழுக்கள் மற்றும் மீன்கள் போன்றவை. பாக்டீரியா, முதனுயிரி, புழுக்கள் போன்றவற்றிற்கு இவ் வொளியினால் தக்க பயன் இருப்பதாகத் தெரியவில்லை. இவற்றில் இவ்வொளிக்கதிர்கள் ஒரு கழிவுப் பொருளாகவே கருதப்படுகிறது.

ஆழ்கடலில் உள்ள தூண்டில் மீன் (Angler Fish), தலையின் மேற்புறத்தில் ஒரு காம்பின் முடிவில் ஒளிக்கதிர்களை உண்டாக்கி நன்கு பிரகாசிக்கச் செய்யும். மற்ற உயிரிகள் இவ்வொளிச்சத்தினால் ஈர்க்கப்பட்டு அருகில் வரும் போது அவற்றை இம்மீன்கள் விழுங்கி விடும். நியூசிலாந்தில் 200 மைல்களுக்கப்பால் உள்ள குகைகளின் மேல்தளத்தில் மின் மினிப் பூச்சிகள் உள்ளன. ஒவ்வொரு பூச்சியிலிருந்தும் 15 முதல் 60 சென்டிமீடர் நீளமுள்ள ஒரு நூல் போன்ற பிசுபிசுப்புள்ள இழையைத் தொங்க

விட்டிருக்கும். இவ்விழைகள் ஒளிக்கதிர்களை வெளிப்படுத்தும். இவ் வொளியினால் ஈர்க்கப்பட்ட உயிரிகள் இவ்விழைகளில் ஒட்டிக் கொள்வதால் இவற்றை மின் மினிப் பூச்சிகள் சுலபமாக உட்கொண்டு விடும்.

எதிரிகளிடமிருந்து தங்களைக் காப்பாற்றிக் கொள்ளவும் இவ்வொளிக் கதிர்கள் பயன்படுகின்றன. ஆழ்கடல் இறால்கள் ஸிஸ்ஸ்டெல்லாப்சிஸ் (Systellapsis), அகாந்தீப்பைரா (Acanthe pyra) மற்றும் கணவாய்மீன் ஹிடிரோட்யூதிஸ் (Heteroteuthis) இவை மூன்றும் எதிரிகளிடமிருந்து தப்பிப்பதற்கு ஒளிக்கதிர்கள் அடங்கிய ஒரு கூட்டுத் திரையை உண்டாக்கி விட்டு (Light Screen) இருட்டில் மறைந்து விடும் தன்மை உடையன. சில சமயங்களில் இவ்வொளிப் பிழம்பு இணை உயிரிகளுக்கு பாதுகாப்பு எச்சரிக்கையாகவும் உள்ளது.

ஒளிக்கதிரும் இனப்பெருக்கமும்

மின்மினிப் பூச்சிகளில் ஒளிக் கதிர்களைத் தன் துணை உயிரிக்கு இனப் பெருக்கத்திற்கான சமிக்ஞையாகத் தெரிவிக்கப் படுகிறது. ஃபோடினஸ் பைராலிஸ் (Photinus pyralis) எனும் மின் மினி பெண் பூச்சிகள் மாலையில் தரைமட்டத்தில் உள்ள புற்களின் இடையே இருக்கின்றன. இரவில் ஆண் பூச்சிகளின் சமிக்ஞைக்காகக் காத்துக் கொண்டிருக்கின்றன. இரவில் ஆண் பூச்சிகள் தரைமட்டத்திற்கு மேல் சுமார் 50 சென்டி மீட்டர் உயரத்தில் பறந்து கொண்டு ஒளிக் கதிர்களை வெளிவிடும் போது, பெண் பூச்சிகள் அவற்றைத் தெரிந்து கொண்டு பதிலுக்கு

இரண்டு வினாடிகள் இடைவெளியில் ஒளியை வீசி ஆண் பூச்சிகளை வரவேற்று கலவியில் முடிக்கின்றன. இத்தகைய முறைகள் இப்பூச்சிகளுக்கான ஒருதக அமைப்பேயாகும்.

ஒளிக்கதிர்களின் வகைப்பாடுகள்

மூன்று வகை ஒளிக்கதிர்கள் உயிரிகளில் உள்ளன. (1) இணை உயிரி ஒளிக்கதிர்கள் (Symbiotic), (2) செல் புறநிலை ஒளிக்கதிர்கள் (Extracellular), (3) செல் அகநிலை (Intra cellular) ஒளிக்கதிர்கள்

1. இணை உயிரி ஒளிக்கதிர்கள்

சில மீன் வகைகளில் ஒரு தனியான பை போன்ற உறுப்பில் இணை உயிரியான பாக்டீரியாக்களைக் கொண்டு ஒளியை உமிழச்செய்கிறது. இவ்வுறுப்பு கண்ணுக்குக் கீழே உள்ள ஒரு காம்பின் முனையில் உள்ளது. ஒளி வேண்டாத போது காம்பினை உடலை நோக்கி வளைத்துக் கொள்ளும். மற்றும் சிலவற்றில் கருப்பு நிறமுள்ள மூடிபோன்ற திசுவால் மூடிக் கொள்ளும் (Anomalopidae - குடும்ப மீன்கள்)

2. செல் புறநிலை ஒளிக்கதிர்கள்

சில உயிரிகளில் ஒளி வீசும் பொருள்கள் திரவ நிலையிலோ, அல்லது திட நிலையிலோ செல்களிலிருந்து வெளிப்படும். வெளி வந்த பொருள் ஒளி வீசும் தன்மை உடையது. பொதுவாக கடல் வாழ் இனங்களில் சளி போன்ற திரவப்பொருள் உள்ளது. இது பெலனோகிளாஸஸ் (Balano glasus) எனும் உயிரியில் உள்ளது.

3. செல் அகநிலை ஒளிக்கதிர்கள்

இந்நிலை செல்களின். உள்ளே இருக்கும் பொருள்கள் வேதி மாற்றம் அடைந்து ஒளியை உமிழ்கின்றன. ஒளிச் செல்களின் உள்ளே ஒளியை பிரதிபலிக்கும் கண்ணாடி போன்ற அமைப்புகள் இருக்கின்றன. எனவே வேண்டும் போது ஒளியை வெளிவிடவும், வேண்டாத போது நிறுத்திக் கொள்ளவும் முடியும். நீயூட்டன் ஹார்வே (Newton Harvey) என்பவர் சக ஆராய்ச் சியாளர்களுடன் இவ்உயிரி ஒளிக்கதிர்கள் பற்றி வரையறுத் துள்ளார்.

முதனுயிரி (Protozoa)

கடல் வாழ் முதலுயிரிகளான நாக்டிலூகா (Noctiluca), கோனியாலாக்ஸ் (Gonyaulax), உயிரிகளில் ஒளிவீசும் துகள்கள் உள்ளன. இவ்வுயிரிகள் இயக்க தூண்டுதல்களால் பாதிக்கப்படும் போது ஒளியை வெளிப்படுத்தும்.

குடற்குழி உயிரிகள் (Coelenterates)

கடல் பாலிப்புகள் (Polyps), ஜெல்லி மீன்கள் போன்ற உயிரிகளில் செல் அக ஒளித்துகள்களும், செல்புற சளி போன்ற திரவ ஒளிப் பொருள்களும் தூண்டுதலால் பாதிக்கப்படும் போது ஒளியை வெளிப்படுத்துகின்றன.

புழுக்கள் (Annelida)

நிலவாழ் மண்புழுக்களும் கடல் வாழ் முட்புழுக்களும், ஒளிக்கதிர்களை வெளிவிடும்

இயல்புடையவை. இவை வெளிப்புறத் தாக்குதல்கள் ஏற்படும்போது ஒளி வீசுகின்றன. ஒளிவீசும் செல்கள் தோலின் அடிப்பகுதியில் உள்ளன. வெளிவிடும் போது இந்த செல்களிலிருந்து சளி போன்ற திரவம் வெளிவந்து ஒளியை இயக்குகிறது.

கணுக்காலிகள் (Arthropods)

சைப்பிரிடைனா (Cypridina) என்ற கணுக்காலியில் ஒளி உமிழும் சுரப்பி அதன் வாயின் அருகில் உள்ளது. இச்சுரப்பிகளில் இரண்டு வகை செல்கள் உள்ளன. ஒருவகை செல்களின் உள்ளே மஞ்சள் நிற துகள்கள் உள்ளன. இது லூஸிஃபெரின் (Leuciferin) எனப்படும். மற்றுமுள்ள செல்களில் நிறமிலாதுகள்கள் உள்ளன. லூஸிஃபெரேஸ் - (Leuciferase) துகள்கள் வெளிவரும் போது ஒளிக்கதிர்கள் வெளிப்படும். பூச்சிகளிலும் சில வகைப்பூச்சிகளில் ஒளி விடும் தன்மை உள்ளது.

மெல்லுடலிகள் (Mollusca)

கணவாய் மீன்கள் குறிப்பிட்ட செல்களால் ஒளியை வெளி விடுகின்றன.

முட்தோலிகள் (Echinodermata)

ஆஃபுராய்டியா (Ophiuroidea) என்ற பகுதி முட்தோலி களில் ஒற்றை ஒளி செல்கள் உள்ளன. சூழ்நிலை இயக்க தூண்டுதலின் போது ஒளிவிடும் தன்மை உடையது.

முதுகெலும்பிகள் **(Chordata)**

ஒளிவிடும் தன்மை முன்னோடி முதுகெலும்பிகளில் (Protochordates) மாத்திரம் உள்ளது. சிலவகை பெலனோ கிளாஸஸ் (Balanoglasus) உயிரிகளில் சளி போன்ற திரவத்தை வெளிவிடும் போது ஒளி வீசுகிறது. பைரோசோமா (Pyrosoma) என்ற கூட்டுயிரியும் ஒளி உமிழும் தன்மை பெற்றது. மீன் வகைகளில் Photoblepharon, Anomalops, Physiculus, Leiognathus, Monocentris), மீன்களில் கீழ் தாடைக்கு அடியிலும், தாடையிலும் உள்ள பிரத்யேக உறுப்பினுள் இணை உயிரி பாக்டீரியாக்கள், ஒளி உமிழும் சக்தி பெற்றுள்ளன. Malococephalus எனும் மீனின் அடிவயிற்று பகுதியில் உள்ள ஒளிவிடும் பாக்டீரியாக்கள், மீன் அதிர்ச்சி அடையும் போது ஒளிக்கதிர்களை வெளிவிடும்.

ஒளிஉமிழ் நிகழ்ச்சி இயங்குமுறை

ராஃபல் துபாய் (Raphael Dubois) என்ற பிரான்ஸ் நாட்டு இயங்குவியல் வித்தகர் முதன் முதலில், பைரோபாஸ் (Pyropharus) என்ற ஒளிவீசும் உறுப்பை சுடுநீரில் அமிழ்த்தும் போது ஒளி அணைந்து விடுகிறது. பின்பு குளிர் நீரில் மாற்றும் போது மறுபடியும் ஒளி வீசியது. சுடு நீரில் இருக்கும் போது உறுப்பில் உள்ள பொருள்களுக்கு லூஸிஃபெரின் (Leuciferin) என்றும் குளிர் நீரில் இருக்கும் போது உள்ள பொருள்களுக்கு லூஸிஃபெரேஸ் (Leuciferase) என்றும் பெயரிட்டார்.

Light

Leuciferin (LH_2) + O_2 Leuciferase $\longrightarrow$ Oxidised Leuciferin

இந்நிகழச்சியில் மக்னீசியம் அயனிகளும், ஃபாஸ்பேட் இணை சக்தியான ATP மூலக்கூறும் தேவை. எனவே

Light

$\uparrow$

Leuciferin (LH_2) + Mg^{++} + ATP+ Leuci ferase +Energy

சக்தியிலா

பொருள்கள்

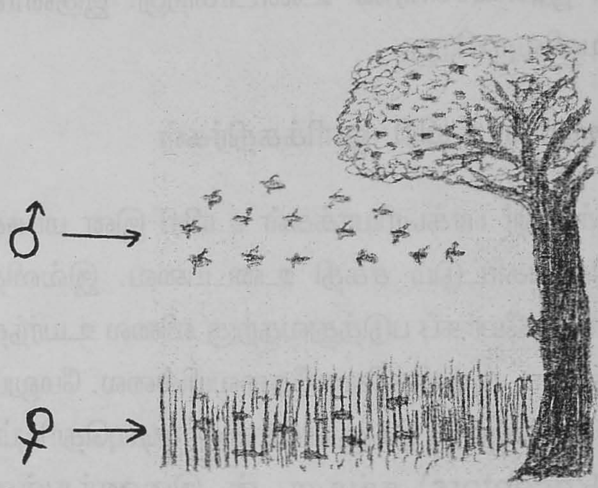
மின்மினிப் பூச்சிகள் ஒளிக் கதிர்களை வெளிவிடுவது ATP யின் சக்தியைக் கொண்டு வேதிச் சக்தியை ஒளிசக்தியாக மாற்றுவதே. இவ்வித மாற்றத்தில் லூசிஃபெரேஸ் நொதி லூசிஃபரின் என்ற பற்கூட்டு கார்பாலிக் அமிலம், ATP யில் உள்ள ஃபாஸ்ஃபேட் பிளவு பட்டு லூஸிஃபெரில் அடிநைலேட் என்ற கூறு உண்டாகிறது. இந்த லூஸிஃபரில் அடிநைலேட் ஆக்ஸிஜன் அயனிகளாலும், லூஸிஃபெரேஸ் நொதியினாலும் லூஸிஃ பெரினில் இரசாயன மாற்றத்தை அதாவது Oxidatiue decarboxylation

ஏற்பட்டு ஆக்ஸி லூஸிஃபெரின் உண்டாகிறது. இதனால் ஒளி ஏற்பட்டு வெளிவருகிறது.

மருத்துவத் துறையில் உயிரி ஒளிக்கதிர்கள்

ஒளிக்கதிர் பாக்டீரியாக்கள் உயிரி இன மாசுக் காரணிகளை இனங்காட்டும் சக்தி உடையவை. இவ்வித பாக்டீரியாக்களை உபயோகப் படுத்துவதற்கு விலை உயர்ந்த வேதிப் பொருள்களோ, கருவிகளோ தேவையில்லை. மேலும் இவ்வகை பாக்டீரியாக்களால் வெகுவிரைவில் முடிவுதெரியும். இவ்வுயிரிகள் (Receptors) தங்களுடன் இணைந்துள்ள பொருள் கள், மாசுக்காரணிகளுடன் சேரும்போது ஏற்படும் மிக நுண்ணிய மாற்றங்களை வெளிப்படுத்தும். இவ்வித வெளிப் படுத்தும் தகவலைத் தருவது Vibro மற்றும் Photobacterium ஆகும்.

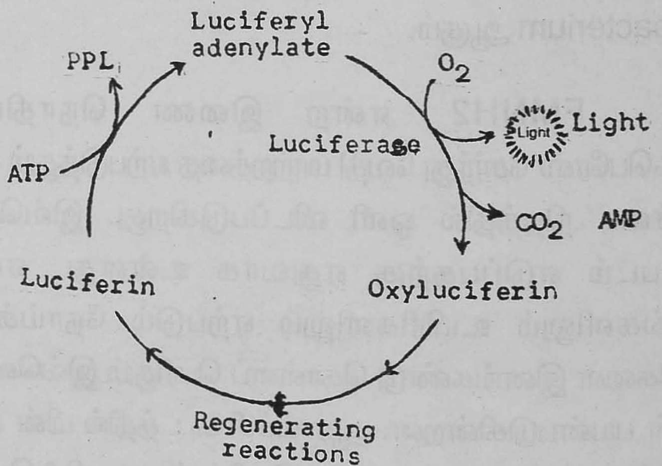
FMNH2 என்ற இணை நொதியுடன் லூஸிஃபெரேஸ் சேர்ந்து வேதி மாற்றத்தை ஏற்படுத்தும் போது நீல பச்சை நிறத்தில் ஒளி விடப்படுகிறது. இவ்வொளி புகைப்படம் எடுப்பதற்கு ஏதுவாக உள்ளது. எனவே தாவரங்களிலும் உயிரிகளிலும் ஏற்படும் நோய்க்கான காரணிகளை இனங்கண்டு கொள்ளப் பெரிதும் இவ்வொளிக் கதிர்கள் பயன்படுகின்றன. ஆராய்ச்சி கூடத்தில் மின் மினிப் பூச்சியின் சுத்தமான லூஸிஃ பெரினும் லூஸிஃபெரேஸ் நொதியும், மிக நுண்ணிய அளவில் ATP யைக் கண்டுபிடிப்பதற்கு இதன் ஒளி உபயோகமாக உள்ளது. மிகமிக குறைந்த அளவில் அதாவது 10-12 Pico molecule அளவில் கூட ATP யை அளந்துவிட முடியும்.



1

FIRE FLY (PHOTINUS)

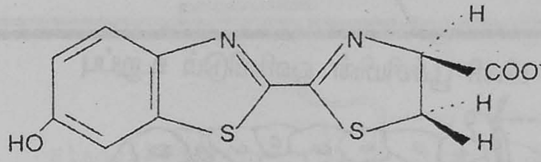
மின் மினி பூச்சிகள்



2

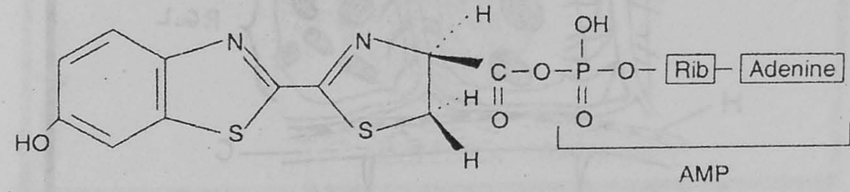
Firefly bioluminicence cycle

மின் மினி பூச்சி ஒளிக்கதிர்கள் சுழற்சி



Structure of firefly luciferin

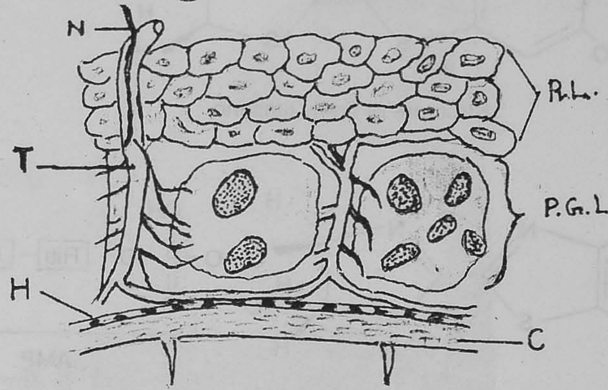
3



Structure of luciferyl adenylate

4

மின் மினி பூச்சியின் ஒளிவிடும் உறுப்பு

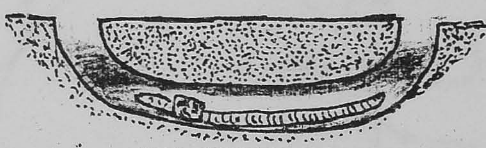


Light producing organ of Firefly
(Photinus)

C. Cuticle, H. Hypodermis, N. Nerve
P.G.L. Photogen layer, R.L. Reflecting layer, T. Tracheae.

5

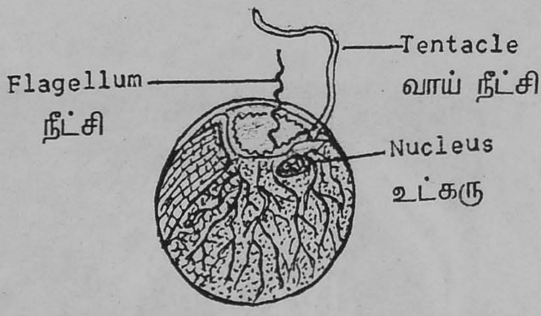
பெலனோ கிளாஸஸ்



6

BALANOGLOSSUS

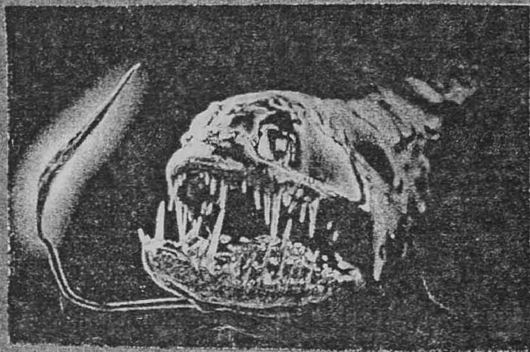
7



NOCTILUCA நாக்டி லூகா

8

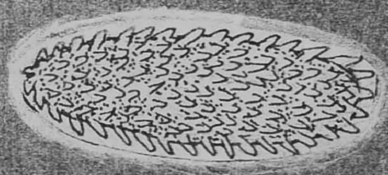
The deep sea angler, known also as Melanocetus johnsoni,



9

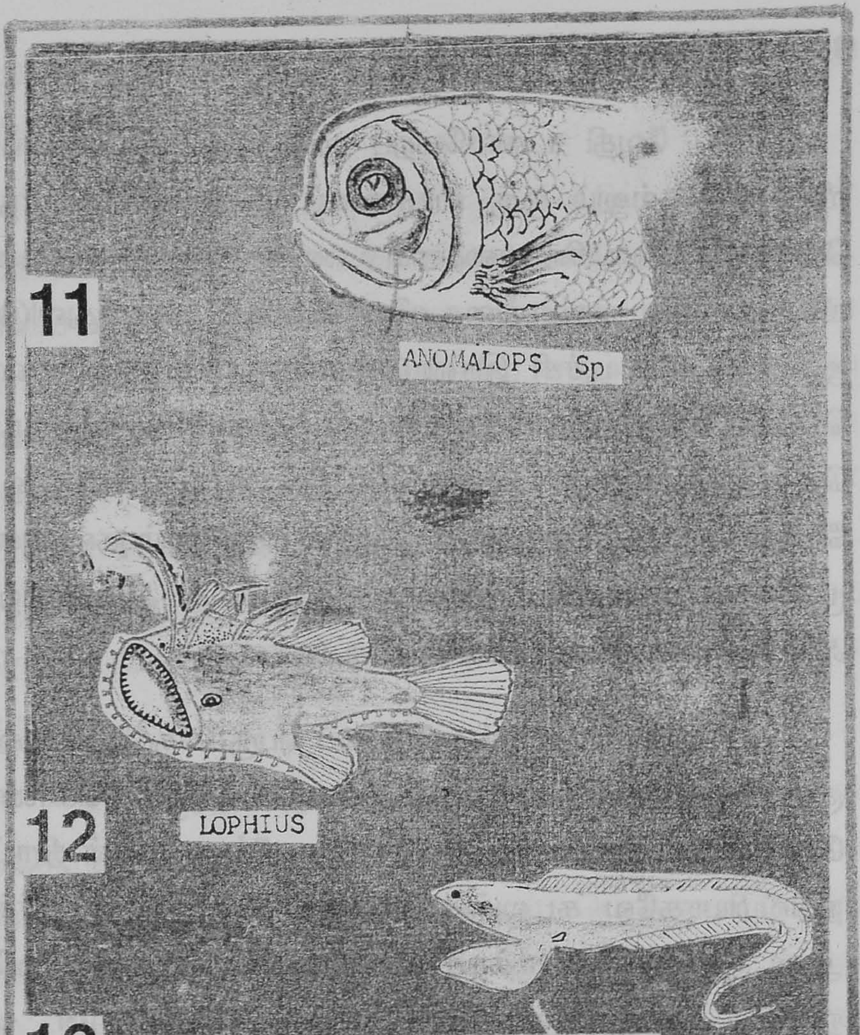
Dragonfish

The Deep Sea Dragonfish, or Grammatostomias flagellibarba,



10

PYROSOMA


11
ANOMALOPS Sp
12
LOPHIUS
13
GASTROSTOMUS

9.2 ஃபெரோமான்கள்

வேதி உணர்வேற்பு முறையில் ஒரு விலங்கு விட்டுச் செல்லும் ஒரு வாசனைப் பொருளை முகர்ந்து கொண்டே விலங்கின்பாதையை உணர்ந்து சென்று தன்வகை விலங்கையோ, மாற்றுவகை விலங்கையோ அடைந்துவிடும். ஆண் பட்டுப் பூச்சி இரண்டுமைல்களுக்கப்பால் உள்ள பெண்பூச்சியை வாசனையால் முகர்ந்து தெரிந்து கொண்டுவிடும். இலைவெட்டு எறும்புகள் ஒரு வேதிப்பொருள் திரவத்தை விடுவதால் மற்ற எறும்புகள் அதை முகர்ந்து அவ்வழியே செல்லும். இவ்வேதி திரவத்திற்கு ஃபெரோமான் என்று பெயரிடப் பட்டுள்ளது,

சால்மன் மீன்கள் இனப் பெருக்கத்திற்காக ஒரு குறிப்பிட்ட நதிக்கு வருவது முன்னமே தெரிந்துகொண்ட வேதிப்பொருள் உணர்வு. வெளிப்பட்ட மீன்குஞ்சுகள் திரும்ப நதிவழியாகவே கடலுக்கு வந்துவிடுகின்றன. முதிர்ச்சி அடைந்து இனப்பெருக்கச் சமயங்களில் மறுபடியும் அதே நன்னீர் நதிக்கு அதே இடத்திற்கு வருகின்றன. பல எண்ணிக்கைகள் கொண்ட நதிகள் கடலில் இணைந்தாலும் இம்மீன்கள் முன்னமே எங்கு இன விருத்தியைச் செய்தனவோ அதே நதிக்குப் போகின்றன. எனவே தனது சொந்த (வீட்டிற்கு) இடத்திற்கு இனப்பெருக்கம் செய்யப் போவது போல் உள்ளது. இதற்கு விடைகாண முற்பட்டபோது ஒவ்வொரு நதித் தண்ணீரிலும் உள்ள வேதி வகைப்பாடுகளை இவ்வகைமீன்கள் தங்கள் வேதி

உறுப்புகளால் இச்சாதனையைச் செய்வதாகத் தெரிந்து கொள்ளப்பட்டது.

பூச்சி வகைகளில் இவ்வேதிப் பொருள்கள் அவைகளின் குதத்தின் வழியாக வெளிப்படுத்தப்படுகின்றன. இவை பூச்சிகளின் வகைக்கு முற்றிலும் தனித்தன்மை வாய்ந்ததாக உள்ளது. வேலைக்கார எறும்புகள் இவ்விதப் பொருள்களை மற்ற எறும்புகளை கவர்வதர்காகவோ, அல்லது அபாயகரமான நிலைகளைத் தெரியப்படுத்தவோ உபயோகிக்கின்றன. சில சமயடங்களில் புதைக்கப்பட்ட எறும்புகளைக்கூட மற்ற எறும்புகள் தோண்டி அவற்றைத் தெரிந்துகொள்ள இவ்வேதிபொருள்களே காரணமான உளள்ன.

நாய் வகைகளில் மிகுந்த குறைவான சக்தியுடைய இவ்வேதிப்பொருள்களால் நாய்கள் தங்கள் இணை விலங்குகளை அறியமுடியும். பொதுவாக நாயின் சிறுநீரில் உள்ள வேதிப்பொருள் குறிப்பாக பெண்நாயின் இப்பொருளை ஆண் நாய் நன்கு அறிந்து அவ்வழியே சென்று பெண் நாயை அடைந்துவிடும். மேலும் சுற்றுப்புரத்தில் வேறு இடங்களில் இருந்து நாய்கள் வந்துள்ளன என தெரிந்து அவைகளுடன் சண்டைசெய்து தங்கள் எல்லைக்கு அப்பால் விட்டு விடும். இதை "இட உரிமை" (Territorial Rights) எனக் கூறலாம். குரங்கு வகைகளில் அவைகளின் குதம் வழியாக வெளியிடப்படும் திரவம் அங்குள்ள மரக்கிளைகள், சுவர்கள், மலைமேடுகள் போன்ற இடங்களில் இருக்கும். ஆண்

குரங்குகள், பெண் குரங்குகள், குட்டிக் குரங்குகள் போன்றவைகளின் இருப்பிடங்களை நன்கு அறிந்துகொள்ள முடியும். இவற்றால் குரங்குகளின் எண்ணிக்கை ஒரு நிலையில் இருந்து வாழும் திறமை சரிசெய்யப்படும்.

தேனீக்களில் இத்திரவங்களின் தன்மை நீண்டநேரம் எடுத்துக் கொள்வதாய் உள்ளது. அதாவது தாமதமான நிலையில் முடிவுகள் எடுக்கப்படுகின்றன. கூட்டில் உள்ள திரவத்தின் குறைவு அல்லது மாறுபாட்டினைத் தெரிந்து கொள்ளும் தேனீக்கள் வேறு ஒரு கூட்டை அமைப்பதற்கு, அதற்கான ஒரு ராணித் தேனீயை உண்டாக்குவதற்மான ஏற்பாடுகளை மேற்கொள்ளும். ஒரு புழுவிற்கு தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட உணவைக் கொடுத்து அது உறுமாற்றம் பெரும்போது ராணி ஈயாக மாறும். இவ்வுணவை "அரச உணவு" என்று சொல்லலாம். ஆங்கிலத்தில் இதற்கு (Royal Jelly) என்று பெயர். ஏற்கனவே உள்ள ராணி வெளிப்படும் திரவம் இவ்வித புது ஏற்பாட்டை மற்ற தேனீக்கள் செய்வதற்குத் தெரிவிப்பதாக உள்ளது.

பாலூட்டிகளில் எலிவகைகளில் அதிக அளவில் பெண் எலிகள் இருந்துவிட்டால் அவைகளின் இனப்பெருக்கத் தன்மை தடுக்கப்படுகிறது. இது எவ்வாறு நடக்கிறது என்ற ஆய்வில் வேதிப்பொருள் நுகர்வுதான் காரணம் என்று தெரிந்துகொள்ளப்பட்டது. இவ்வெலிகளின் நுகர்வுத் தன்மையை நீக்கிவிட்டால் மறுபடியும் இனப்பெருக்கத் தன்மையை பெறுகின்றன. எனவே ஒரு வேதித்திரவம் அந்தை நுகர்வதால் இனப்பெருக்கத்தடை என்பது தெளிவாகிறது.

9.3-கேட்கும் சமிக்கைகள் (ஒலி சமிக்கைகள்)

சமிக்கைகள் என்றாலே தெளியகுரல் மூலம் மற்றவர்களுக்கு தெரிவிக்காமல் சிலசைககள் மூலம் செய்திகளைத் தெரிவிப்பதற்கு சமிக்ஞைகள் எனப்பெயர். இச்சமிக்ஞைகள் கைகளின் அசைவுகளாலோ, கண்களின் இமைப்புகளாலோ, உடல் அசைவுகளின் மூலமாகவோ தெரிவிக்கப்படும். வாய்பேசா, காது கேளாதவர்கட்கு இச்சமிக்ஞைகள் வழியாகச் செய்திகளையும், பொருள்களையும் விளக்குவது ஒரு தனிக்கலையாகும். இது உடல் மொழி (Booy Language) என்று சொல்லப்படுகிறது.

விலங்குகளில் ஒலியின் மூலமாகவோ, ஒளியின் வாயிலாகவோ இச்சமிக்ஞைகள் பின்பற்றப்படுகின்றன.

ஒலிச்சமிக்ஞைகள் :-

"க்ரீச்" என்று சத்தமிட்டுக் கொண்டே மற்ற இணை சுவற்றுக்கோழிகளுக்கு (Gryllus) தெரிவிக்கும் ஒலியும் ஒருசமிக்ஞை ஆகும். இனப்பெருக்கச் சமயத்தில் காளைமாட்டின் சப்தம் மிக அதிகமாகவும், ஒரு தனித்தன்மைவாய்ந்ததாகவும் இருக்கும். பல இனங்களில் பூச்சிகள் சப்தமிடுவதில் வகைக்கேற்றவாறு சப்தத்தின் அளவு உரத்தசப்தம், மெதுவான சப்தம் போன்றவையாகும். சுவற்றுக்கோழி வகைகளில் இச் சப்தங்களோ, ரீங்காரங்களோ மிக்க முக்கியம் வாய்ந்தவை. பேராசிரியர் R.D.அலெக்ஸாண்டர் என்பவர் மிச்சிகன்

பல்கலைக்கழகத்தில் சுமார் 100 வகை சுவற்றுக் கோழிகளின் சப்தமிடுவதை ஆய்வு செய்து அவைகள் வெவ்வேறு விதமாக உள்ளன எனத் தெரிந்துகொண்டார். முதிர் ஆண்பூச்சி தனது முதல் இறக்கைகளின் கடினமான விளிம்புகளால் ஒன்றோடொன்று உராய்ந்து சப்தத்தை உண்டாக்குகிறது. இவ்வொலிஅலைகள் திட்டுத்திட்டாகவோ, விட்டு விட்டுவிட்டோ அல்லது நீண்ட அலைகளாகவோ இருக்கும். ஒரு வினாடிக்கு 155 தடவைகள் வீதமும், 1500 முதல் 10.000 சுழற்சிகள் ஒரு வினாடிக்கும் வெளிவிடும் அளவில் உள்ளது. இச்சப்தம் நமது காதுகளுக்கு கேட்கும். இவ்வித ஒலி அலைகள் நேர்முகமாகவோ, மறைமுகமாகவோ, பெண்பூச்சியுடன் இணைவதற்கான ஒலியே. 6 விதமான ஒலியை அவர் வகைப்படுத்தியுள்ளார் அவையாவன: (1) கூப்பிட்டு இசை, (2) இணைவதற்கு இசை, (3) இணையும்போது கட்டுப்படுவதற்கான இசை (4) முரட்டுத் தனத்திற்கான இசை (5) இணைப்பு முடிந்தபின் இசை (6) அறிந்து கொள்ளும் இசை. எல்லா பூச்சிகளும் எல்லாவிதமான இசைகளையும் ஏற்படுத்த முடியாது. சிலவித பூச்சிகளாலேயே இவ்வித ஆறு வகை இசைகளையும் இசைக்க முடியும். இவ்வித இசைபாடும் திறன் வம்சவழியாக வரக்கூடியது. இரண்டு ஆண்பூச்சிகள் சண்டைபோடும்போது மிக உக்கிரமான சப்பதங்களை எழுப்புகின்றன. நிலக்கோழிப் பூச்சிகள் (Gryllus) களும் இவ்வாறு சப்தமிடும் திறமையுடையன.

கொசுக்களிலும் இவ்வித ஒலி சமிக்ஞைகள் பின் பற்றப் படுகின்றன. கேரில்லாஜிப்சன் எனும் க்ரீன்வீச் பல்கலைக் கழக ஆய்வாளர் இதனைக் கண்டுபிடித்துள்ளார். கொசுக்களில் பல வகைகள் உள்ளன. இதில் அனாஃபெலஸ் காம்பியா (Anopheles Gambia) என்ற வகை கொசுக்களில் ஏழு (7) பிரிவு வகைகள் உள்ளன. தன் உட்பிரிவைச் சேர்ந்த கொசுக்களுடன்தான் உறவு வைத்துக்கொள்ளும். எனவே ஒரு வகையைச் சார்ந்த கொசு மற்ற வகை கொசுவுடன் இணைந்துவிடக் கூடாது என்பதற்காகவே இந்த ரீங்கார சமிக்ஞையை கொடுத்து சரியான ஜோடியுடன் இணையும். ஆண்கொசுக்களின் ரீங்காரம் கேட்கபட்ட பெண் கொசுக்கள் இறக்கைகளை வேகமாக அடித்துக் கொள்வதன் மூலம் ரீங்கார இசையை எழுப்புகிறது. இவ்வித ரீங்காரங்கள் முடிந்து இரு கொசுக்களும் சேர்க்கையில் ஈடுபட்டு பின் முட்டைகள் இட்டு இனப்பெருக்கத்தை தொடர்கிறது.

மழைக் காலங்களில் ஆண் தவளையின் தனிக் குரலையோ, அல்லது பல தவளைகள் சேர்ந்து கோரஸ் போன்று சப்தமிடுவதைக் கேட்கலாம். இக்குரல் பெண்தவளைக்கு கொடுக்கும் சமிக்ஞையேயாகும். தயார் நிலையில் முட்டையுடன் கூடிய பெண்தவளைகள் ஆண் தவளையின் குரலைக்கேட்டு அதனருகில் வந்து கலவிக்கு இசைகிறது. அப்போது பெண்தவளை இடும் முட்டைகள் மேல் ஆண்தவளை தனது விந்துக்களை பொழிந்து அவைகளை கருமுட்டைகளாக ஆக்குகின்றன.

பறவைகளின் குரல் ஒலிகள் மிக மென்மையாகவும், கேட்க இனிமையாகவும் இருக்கும் என்பது நாம் அறிந்ததே. ஆனால் அவற்றின் உபயோகம் மிகவும் முக்கியமாக உள்ளது. ஒரு காக்கை கரைந்து மற்ற காக்கைகளுக்கு தெரிவித்து உணவு இருக்கும் இடத்திற்கு வரவழைக்கிறது. இது ஒரு குரல் சமிக்ஞை. பறவைகள் கூடுகட்டும்போது இசைபாடும். இதுவே கலவிநேரத்திற்கு தகுதியான சமயம் என வெளிப் படுத்தப் படுகிறது. மேலும் பறவைகளின் இசை அதே வகை பறவையைத் தெரிந்து கொள்வதற்காகவோ, பெண்பறவையை ஈர்ப்பதற்காகவோ இருக்கலாம் என்றும், இருபால் பறவைகளின் இசை அவைகளின் இணைப்பிற்கான ஆர்மோன்களை உண்டாக்குகிறது என்றும் தெரிகிறது.

பாலூட்டிகளில் கடற்பசு (Porpoise) எனும் விலங்கு மிகவும் ஆராய்ச்சி செய்யப்பட்ட ஒன்று. இது சப்தமிடும் முறை பல வகைகளாக உள்ளது. ஊதுதல், முணுமுணுத்தல், சப்பு கொட்டுதல், பற்களை கடிப்பதுபோன்ற சப்தங்களை உண்டாக்குதல் போன்றவை. இச்சப்தங்கள் தனது இணை விலங்கை தெரிந்து கொள்ளவோ, பொருள்களை இனம் கண்டு கொள்ளவோ, சப்தத்தின் எதிரலையை (Echo)க் கொண்டு சிறிது முதல் பெரிய மீன்களையும் இதனால் கண்டுபிடித்தும், இடைவெளி தூரம் எவ்வளவு என்பதனையும் நிர்ணயித்துவிடும். (மீனவர்கள்-இப்பசு குழந்தை அழுவதுபோல் சப்தமிடும் என்று சொல்கிறார்கள்)

சிம்ம கர்ஜனை, யானையின் பிளிருதல், ஓணாயின் ஓலம், நாய்களின் குரைத்தல், பூனையின் மெதுஒலி, எலியின் "கீச்" சப்தம் எல்லாம் ஒரேமாதிரியனவை அல்ல. சப்தத்தின் மாறுபாடு நிலமைக்கேற்ப மாறுபடும். இணைவிலங்கை கவருதல், எதிரியை மிரட்டுதல், குஞ்சுகளை அன்புடன் அழைத்தல், உறுமுதல் போன்றவைகளும் ஒலி சமிக்ஞைகளே.

தொகுதி-10

வளர்சிதை மாற்ற வழிகளும், வெவ்வேறு விலங்கினத் தொகுதிகளில் அவற்றின் மாறுபாடுகளும் :

வளர்சிதை மாற்றம் என்பது பொதுவாக மாற்றங்கள் உடலில் நிகழ்வது பற்றியதாகும். இதில் உடலில் உள்ள நொதிகளால் உண்டாக்கப்படும் வேதி மாற்றங்களும், அவைகளின் பயன்களால் செல்லின் வளர்ச்சி, பெருக்கம், திசுக்களின் குறைபாடுகள் நீக்கம் மற்றும் சக்தியைக் கொடுத்தல் போன்றவை ஆகும். இது விலங்கினத்திற்குள் செயல்படும் ஒரு முக்கிய நிகழ்ச்சியாகும். உடலுக்குவேண்டிய வெப்பம், சக்தி இவைகளைக் கொடுப்பதால் இதை "சக்தி மாற்று முறை" (Energy metabolism) எனலாம். எதிராக தனித்தனி வேதியல் மாற்று நிகழ்ச்சியை "நடுநிலை மாற்றம்" (Intermediary metabolism) என்கிறோம். மிக சாதாரண வேதிப்பொருள்களைக் கொண்டு செயல் பொருள்களைத் தயாரித்தலை "வளர் மாற்றம்" (Anabolism) என்றும். இப்பொருள்களைக் கொண்டு மேலும் சிதை மாற்றங்களால் சக்தியை வெளிவிடும் நிகழ்ச்சியினை "சிதை மாற்றம்" (Catabolism) எனக் கூறப்படுகிறது. இந்நிகழ்ச்சியில் வேதிப் பொருள்கள் ஆக்ஸிஜனுடன் (பிராணவாயுவுடன்) கலந்து சக்தியை வெளிப்படுத்தும்.

செல்களின் உள்ளேயும், செல்களுக்கு இடையேயும் கூட்டுப்பொருள்களை தயார் செய்யவும் வளர்சிதை மாற்றம் நடந்துகொண்டே இருக்கும். அவ்வாறே

அக்கூட்டுப் பொருள்களைச் சிதைத்து எல்லாப் பொருள்களையும், சக்தியையும் வெளிக் கொணரும் நிகழ்ச்சியும் நடந்து கொண்டுதான் இருக்கும். உபபொருள்களும், தேவையற்றவைகளும் கழிவு உறுப்புகளால் வெளியேற்றப்படும்.

வளர்சிதை மாற்றம் என்பதில் புரதம் (Protein), மாவுப் பொருள்கள் (Carbohydrates), கொழுப்புப் பொருள்கள் (Fats), தண்ணீர், தாது உப்புகள் (Mineral Salts), மற்றும் விட்டமின்களும் (Vitamins) பங்குபெறுகின்றன.

வளர்சிதை மாற்றம் நிகழ்ச்சிகள் ஆர்மோன்களால் (Harmones) கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. நரம்புகளால் வழி படுத்தப்படும் நிகழ்ச்சிகள் ஆகும். இதில் நரம்புகளின் செயல்பாட்டை உருஷ்ய விஞ்ஞானி ஐவன் பாவ்லாவ் (Ivan Pavlov) என்பவர் ஆராய்ந்தும், அதை உறுதிப்படுத்திய ஆய்வாளர் "பைகாப்" (Bykov) என்பவரும் ஆவர்.

வளர்ச்சிதை மாற்ற அளவினங்கள்:

இதன் அளவுகள் உடலின் எடை கிலோகிராம்களில், (Body wt-in kg) நேரம் மணியில், சக்தி கலோரிகளில் (Calories) ஆவன. எனவே சக்தி கலோரிகளில் ஒரு கிலோகிராம் அளவிற்கு ஒரு மணிநேரத்தில் என்று கணக்கிடப்படும். இவ்வாறு கணக்கெடுப்பதில் இருமுறைகள் உள்ளன. முதல் முறையில் குறிப்பிட்டநேரத்தில் எவ்வாறு,

எவ்வளவு கரிமிலவாயு (Co2) வெளிப்பட்டது என்றும், இரண்டாவது முறையில் எவ்வளவு ஆக்ஸிஜன் குறிப்பிட்ட நேரத்தில் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டது என்பதும் ஆகும். வளர்ச்சிதை மாற்ற அளவுகள், தசைகளின் வேலைதிறன், சூழ்நிலைவெப்பம், எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட உணவின் அளவு இவைகளை பொருத்து மாறுபடும். இம்மாறுபாடுகளின் குறைந்த அளவு ஏற்படுமாகில் இந் நிகழ்ச்சியின் காரணங்கள் வருமாறு. 1. தைராய்டு சுரப்பியின் குறைந்த அளவு சுரத்தல், 2. குறைந்த உணவு, 3. பிட்டியுடரி சுரப்பியின் மாற்றங்கள் மற்றும் 4. அட்ரினல் கார்டெக்ஸ் (Adrenal cortex) குறைபாடுகளாகும்.

மேலும் வெப்பம், ஹைட்ரஜன் அயனியின் அளவு (pH) நொதிகள், இணைநொதிகள் (Co enzymes) மற்றும் இணை காரணிகள் (Cofactors) இவைகளால் வளர்சிதை மாற்றம் சீராக நடைபெரும். சுமார் 600 நொதிகள் இந்நிகழ்ச்சியில் ஈடுபாடு கொண்டவை எனத் தெரிந்து கொள்ளப்பட்டுள்ளது. பொது வளர்சிதை மாற்றம் (General metabolism) என்பது ஒரு செல்லின் நடைபெரும் வளர்சிதை மாற்றத்தின் மொத்த அளவையோ, அல்லது ஒரு விலங்கின் வளர்சிதை மாற்ற மொத்த அளவினையோ குறிக்கும்.

அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றம்: (Basal metabolism)

உணவு உட்கொண்டு 12-18 மணி அளவிற்கு பிறகு, வெப்பச் சூழ்நிலையில் நன்கு ஓய்வெடுத்துக் கொண்ட பிறகு, எந்த உணவும் இடையில் எடுத்துக் கொள்ளாமல்

இருந்தாலோ உடல் செயல்படுவதற்கு தேவையானக் குறைந்த அளவு சக்தியைத் தருவது அடிப்படை வளர்சிதை மாற்றம் எனப்படும். இவ்வகை சக்தி ஒரு முதிர் மனிதனுக்கு 1000 முதல் 2000 கலோரிகள் தேவைப்படும். பெண்களுக்கு 1000 முதல் 1700 கலோரிகள் தேவைப்படும். மேலும் ஒரு மனிதனின் உயரம், எடை வயது போன்றவைக்கானக் காரணங்களால் சக்தியின் தேவை மாறுபடும்.

சக்தி மாற்றம் (Energy metabolism)

செல்களிலும், திசுக்களிலும் ஏற்படும் வேதி மாற்றங்களும், அவைகளின் செயல்பாடுகளுக்குத் தக்கவாறு எடுத்துக்கொள்ளும் சக்தியின் முடிவு வெப்பத்தையும் வெளிவிடும். இவ்வெப்ப அளவினைக் கொண்டு சக்தியை அளவிட முடியும்.

தனித்தன்மை மாற்றங்கள் (Special metabolism) :

ஒரு விலங்கினுள் ஏற்படும் ஒரு பொருளின் மாற்றமோ அல்லது ஒரு கூட்டுப்பொருளின் மாற்றமோ ஏற்படும்முறையைத் தனித்தன்மை மாற்றம் எனப்படும். எடுத்துக் காட்டாக புரதம், மாவுபொருள், கொழுப்புப் பொருள் போன்றவைகளின் மாற்றங்களைத் தனித்தன்மை மாற்றம் என்று கூறலாம்.

புரதப்பொருள் மாற்றம் (Protein metabolism) :

புரதப்பொருள்கள் செல்களில் உள்ள உயிர்ச்சத்து (Protoplasm) க்கும், செல்களின் இடை வெளிக்கும் இன்றியமையாத பொருள்கள் ஆகும். ஒரு விலங்கில் அதன் செயல்களுக்குத் தக்கவாறு, மற்றும் விலங்கின் ஒவ்வொரு அவையங்களுக்கும் ஏற்றவாறு புரதத்தின் அமைப்புகள் மாறுபடும். புரதம் ஆர்மோன்களிலும், நொதிகளிலும் மாறுபாடுகளுடன் உள்ளன. இவையே தசை சுருங்கி விரிதல், இரத்தத்தில் ஆக்ஸிஜனை எடுத்துப் போகும் சத்து ஹீமோகுளோபின் காரஅமில சீராக்கத்தையும் கட்டுப்படுத்துகிறது. மேலும் இரத்தத்தில் உள்ள பிளாஸ்மா, உடலின் நீர்க்கட்டுப்பாடு, மின்அணு சீராக்கம் (Electrolyte balance), மற்றும் எதிர் உயிரிப் பொருள்களை (Antibodies) தயாரிப்பதிலும் பங்கு பெருகிறது. மேலும் மற்ற மாவுப் பொருள்கள், கொழுப்புப் பொருள்கள் போன்று சக்தியின் மூலப்பொருள்களாகவும் உள்ளது.

உணவுக் குடலில் புரதம் நொதிகளால் சிதைக்கப்பட்டு ஹைட்ரஜன் அயனிகளின் சேர்க்கையால் அமினோ அமிலங்களாக மாற்றப்படுகின்றன. புரதச்சத்து பலவித அமினோ அமிலங்களின் கூட்டு சேர்க்கையால் உண்டாகிறது. எனவே ஒரு குறிப்பிட்ட புரதச்சத்திற்கான குறிப்பிட்ட அமினோ அமிலங்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன.

ஆல்ஃபா அமினோ அமிலங்கள் (ℒ-Amino acid)

குடலில் நொதிகளால் பிரிக்கப்பட்ட புரதம் ஆல்ஃபா அமினோ அமிலங்களை வெளிப்படுத்துகின்றன. இவ்வமினோ அமிலங்கள் இரத்தத்தின்வழியாக கல்லீரலை அடைந்து (Liver) அங்கு இவ்வமினோ அமிலங்களைக் கொண்டு தேவைக்கேற்ப புரதச் சத்தாக உருவாக்கப்படும். மேலும் இப்புரதச் சத்துக்கள் எந்தெந்த திசுக்களுக்குத் தேவையோ அங்கு இரத்தத்தினால் கொண்டு செல்லப்படுகிறது. மேலும் ஆல்ஃபா அமினோ அமிலங்கள் தனித்தனியாகவும், இரத்தத்தின் வழியாகவும் சென்று எந்த திசுவிற்கு எந்தெந்த அமினோ அமிலங்கள் தேவையோ அவற்றை எடுத்துக் கொள்ளவும் ஏற்புடையதாக உள்ளது. எனவே திசுக்கள் தங்களுக்குத் தேவையான குறிப்பிட்ட அமினோ அமிலங்களை எடுத்துக்கொண்டு குறிப்பிட்ட புரதச்சத்துகளைத் தயார் செய்துக் கொள்ளும். அமினோ அமிலங்கள் மாவு, கொழுப்பு போன்ற மற்ற உணவுப் பொருள்களைப் போல் சேமித்து வைக்கப்பட மாட்டாது. ஆனால் திசுக்களில் தற்காலிகமாகச் சேமிக்கப்பட்ட புரதச் சத்துகள் பட்டினியாக இருக்கும்போது உபயோகப் படுத்தப்படும். சிறிது சிதைந்துபோன திசுக்களின் வளர்ச்சிக்கும் இவ்வமினோ அமிலங்கள் எடுத்துக் கொள்ளப்படும்.

அமினோ அமிலங்கள் தேவைக்குமேல் அதிகமாக இருக்கும் சமயங்களில் அவைகளில்உள்ள

அமைன் எனும் மூலக் கூற்றைப் பிரித்தெடுத்து அமோனியா, யூரியா, யூரிக் அமிலம் போன்ற மாறுதல்கள் செய்துக் கழிவுப்பொருளாக வெளியேற்றப் படும் (தொகுதி4). இம்மாறுதலை அமைன்கூற்றை வெளியேற்றுதல் (Deamination) என்றும் அமைன் கூற்றை மாறுதல் செய்வதை மாற்றி அமைத்தல் (Transamination) என்றும் பெயரிட்டுள்ளனர்.

வெளியேற்றுதல் (Deamination) :

இதை அமைன்கூறு நீக்கம் என்றும் சொல்லலாம். அமினோ அமிலங்களின் சிதை மாற்றத்தின் முதன் முறை இக் கூறுகளை நீக்கப்படுவதேயாகும். வழக்கமாக இந்நிகழ்ச்சி கல்லீரலிலும், சிறுநீரகத்திலும் நடைபெறும். இம்முறையில் அமினோ கூறு ஆல்ஃபா அமைனோ அமிலத்திலிருந்து நீக்கப்படும். இவ்வாறு நீக்கப்பட்ட கூறு ஆல்ஃபாகீடோ அமிலம் ($\mathcal{L}$-Keto acid) என மாற்றப்படும். இவ்வகை அமிலம் குறிப்பிட்ட அமினோ அமிலங்களிலிருந்து மாற்றப்பட்ட பிறகு யூரியா எனப்படும் கரையக்கூடிய நைட்ரஜன் திரவமாக மாற்றப்பட்டு சிறு நீருடன் வெளியேற்றப்படும். இம்மாற்றங்கள் பிராணவாயுவை எடுத்துக் கொள்வதாலோ அல்லது ஹைட்ரஜனை வெளிவிடுவதாலோ ஏற்படும்.

அமைனோ கூறுமாற்றம் (Transamination):

இந்நிகழ்ச்சியில் ஒரு அமினோ அமிலத்திலிருந்து அமைன்கூற்றைப் பிரித்து கீடோ

அமிலத்துடன் (Keto acid) இணைத்துவிடுதல் ஆகும். இதை செயல்படும் நொதிக்கு அமைன்கூறு மாற்றும் நொதி (Transaminase) என்று பெயர். இதனால் இதை ஏற்றுக்கொள்ளும் கீடோ அமிலம் ஒரு அமினோ அமிலமாக மாறும். இதற்கு பயன்படும் வேதிப் பொருள் பைரிடாக்ஸைல் ஃபாஸ்பேட் (Pyridoxyl phosphate) எனப்படும்.

இவ்விரு வகைகளிலும் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட ஆல்ஃபா அமினோ அமிலம், ஆல்ஃபா, ஆல்ஃபாகீடோ அமிலங்களாக (ℒ- Keto acids) மாறுபடுகின்றன. இவற்றில் மாவுப்பொருள் சிதை மாற்றத்தின் போது கிடைக்கும் சில பொருள்களும் நிகழ்ச்சியில் கலந்துள்ளன.

இருப்பினும் இவ்வகை வேதிமாற்றங்களுக்கு சில வரையரைகள் உள்ளன. அமினோ அமிலங்கள், அமைன் கூறுகளைக் கொடுக்கவோ, அல்லது எடுத்துக் கொள்ளவோ நிகழும் போது ஆல்ஃபா குளுடோரிக் அமிலமாகவோ (ℒ- Glutaric acid) அல்லது ஆக்ஸலோ அசிடிக் அமிலமாகவோ (Oxaloacetic acid) அல்லது பைரூவிக் அமிலமாகவோ (Pyruvic acid) இருக்கலாம்.

இதில் முக்கியமாக கவனிக்கப்பட வேண்டியது என்னவென்றால், இவ்வித எல்லா கீடோ அமிலங்களும் டிரைபாலிக் அமிலத்தின் உடற்கூறுகளே. எனவே இவை ஒரு செல்லில் காணப்படும் பொதுவான பொருள்கள் அல்லது கூறுகள். இவைகளிலிருந்து உண்டாகும் அமினோ அமிலங்கள் குளூடாமிக் அமிலம் (Glutamic acid)

ஆஸ்பார்ட்டிக் அமிலம் (Aspartic acid) மற்றும் அலனின் (Alanine) என்பவை ஆகும். அமீன் கூறு மாற்றங்களின் முடிவுகள் நைட்ரஜனை கழிப்பதற்கான செயல்களே. மற்றும் உண்டாகும் கரிமக்கூட்டுப் பொருள்கள் (Carbon compounds) சக்தி மாற்றத்திற்கு சிதைக்கப் படுகின்றன.

இவ்வாறே மிதைல் (Methyl) கூறுகளும் ஒரு கூட்டுப்பொருளிலிருந்து மற்ற கூட்டுப் பொருள்களாக மாற்றப்படும். இந்நிகழ்ச்சிகளை கரிமக் கூட்டுப் பிரித்தல் (Decarboxylation) என்றும், மிதைல் கூறுமாற்றம் (Transmethylation) என்றும் பெயரிடப்பட்டுள்ளது.

கல்லீரலும், சிறுநீரகமும் புரதப்பொருள் வளர்ச்சிதை மாற்றத்தில் பங்குபெறும் முறைகள் :

இரத்தம் கல்லீரலுக்குள் புகும்போது அமினோ அமிலங்களை தக்கவைத்துக் கொள்ளும் ஒரு சேமிப்பு புரதமாக இருந்து உடலுக்கு தேவையானபோது எடுத்துக் கொள்ளப் படுகிறது. சிறு நீரகத்தில் அமோனியா வெளிப்பட்டு கார அமிலச் சமச்சீருக்கு உதவுகிறது. சிறு நீரகம் செயல் இழந்தால் இப் பொருள்கள் இரத்தத்திலும், திசுக்களிலும் தங்கி மரணம் ஏற்படும் நிலைக்கு மாற்றிவிடும்.

புரதப்பொருள் வளர்ச்சிதை மாற்ற நிகழ்ச்சிகளைக் கட்டுப் படுத்துவதும், சீராக்குவதும் :

இச்செயல்கள் சில ஆர்மோன்களால் நிகழ்கின்றன. தைராய்டு சுரப்பியின் ஆர்மோன் தைராக்சீன் (Thyroxine) அதிக அளவில் கட்டுப்படுத்துகிறது. மாமிச உணவுகள் உடலில் அதிக யூரிக் அமிலம் (Uric acid), அமோனியா, கிரியாடினின் (Creatinine) இவைகளை உண்டாக்குகிறது. இவற்றின் சமநிலை உடலில் ஏற்படும் கார-அமிலச் சமநிலையால் சரிசெய்யப்படுகிறது. அட்ரினல் சுரப்பியிலிருந்து வெளிப்படும் அட்ரினோ கார்ட்டிகோடிரோபின் (Adrenocorticotrophin) ஆர்மோனும். புரத வளர்சிதை மாற்றத்தைக் கட்டுப்படுத்துகிறது.

மாவுப் பொருள் வளர்சிதை மாற்றம் (Carbohydrate metabolism):

ஒரு விலங்கின் தினசரி சக்தி தேவையை மாவுப் பொருள்கள் கொடுக்கின்றன. எனவே இது ஒரு முக்கிய உணவுப் பொருள் ஆகும். ஒருநாள் வேலைக்கு வேண்டிய சக்தியை இப்பொருள்களே கொடுக்கின்றன. இப்பொருள் பிராணவாயுவோடு கலந்து சக்தியைக் கொடுப்பதல்லாமல் கரையாத கிளைகோஜன் என்ற பொருளாக சேமித்து வைக்கக்கூடியதாகவும், சில அமினோ அமிலங்களுக்கு வேண்டிய கரிமக் கூட்டுப் பொருள்களாகவும், தேவைக்கேற்ப கொழுப்புப் பொருளாகவும் மாற்றப்படும்.

மாவு, தானியவகைகள், அரிசி, உருளைக்கிழங்கு, ரொட்டி, பழவகைகள், கரும்புச்சர்க்கரை, கரிகாய்கள் போன்ற உணவுப் பொருள்களில் காணப்படும் பலவித மாவுப்பொருள்களை சாக்கரைடுகள் (Saccharides) என்று குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன.

கூட்டு மாவுப்பொருள்கள் குடலில் நொதிகளால் சிதைக்கப்பட்டு ஒற்றை சர்க்கரைப் பொருள்களாக (Mono saccharides) மாற்றப்படுகின்றன. உமிழ்நீர், குடல்நீர் மற்றும் கணையநீர்களில் உள்ள நொதிகளால் சீரணிக்கப்பட்டு ஒற்றை சர்க்கரைப் பொருளான குளுகோஸ் (Glucose), காலக்டோஸ் (Galactose), மற்றும் ஃப்ரக்டோஸ் (Fructose) ஆக மாற்றப்படுகின்றன. இச் சர்க்கரைப் பொருள்கள் குடலிலிருந்து இரத்தத்தின் வழியாக கல்லீரலுக்குள் செல்கின்றன. அங்கு இம்மூன்றையும் எளிதில் கரையக் கூடியதாகவும், எளிமையானதாகவும் உள்ள குளுகோஸ்ஆக மாற்றப்பட்டு அதிக அளவுள்ள குளுகோசை கரையமுடியாத கிளைகோஜன்ஆக மாற்றி கல்லீரலிலும், திசுக்களிலும் சேமித்துவைக்கப்படும். இரத்தத்தில் உள்ள குளுகோஸின் அளவு சீராக இருக்கும். (70-100 மில்லிகிராம் 100 மில்லி இரத்தத்தில் இருக்கும்) இரத்தத்தில் அதிக அளவு குளுகோஸ் இருந்தால் கல்லீரல் அதிக அளவு க்ளைகோஜனாக மாற்றிவிடும். இவையாவும் மாவுப்பொருள் வளர்நிலை (Carbohydrate anabolism) எனப்படும்.

கணையமும் சர்க்கரைப் பொருளும் :

கணையம் இரைப்பைக்கு கீழேயும், சிறுகுடல் முன் வளைவிற்கு (Duodenum) மேலேயும் அமைந்துள்ளது. இக் கணையம் நாளமுள்ள சுரப்பியாகவும், நாளமில்லா சுரப்பியாகவும் செயல்படுகிறது. (Exocrine and Endocrine glands). நாளமுள்ள சுரப்பியாக சீரண மண்டலத்திற்கும், நாளமில்லாச் சுரப்பியாக சர்க்கரை சீரமைப்பிற்கும் உதவுகிறது. நாளமில்லாச் சுரப்பியின் பாகம் லாங்கர்ஹானின் திட்டுகள் (Islets of Langerhans) எனப்படும். இவை கணையத்தில் சிதறி இருப்பது போல் காணப்படுகிறது. இவை முட்டை வடிவில் 75-175 mm அளவிலும் சுமார் 1-2 மிலியன் எண்ணிக்கையில் மனித உடலில் உள்ளது. மேலும் கணையத்தின் எடையில் 2% அளவில் உள்ளது. இரத்தத்தினால் அதிக அளவில் சூழப்பட்டுள்ளது. இங்கு இரண்டு விதமான செல்கள் உள்ளன. இவை ஆல்ஃபா செல்கள் (ℒ-cells) என்றும் பீடா செல்கள் (β-cells) என்றும் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன. ஆல்ஃபா செல்கள் குளுக்ககான் (Glucagon) எனும் ஆர்மோனையும் பீடாசெல்கள் இன்சுலின் (Insulin) எனும் ஆர்மோனையும் சுரக்கின்றன. இத்திட்டுக்கள் கி.பி. 1868-ல் (Paul Langerhans) என்ற ஒரு மருத்துவ மாணவரால் பெர்லின் நகரில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. ஆனால் கி.பி. 1921-ல் இன்சுலின் சுரத்தலை நோபல் பரிசு பெற்ற பாண்டிங் (Banting) என்பவராலும், கனடாவில் உள்ள Toronto பல்கலைக் கழகத்தில் பெஸ்ட் (Best) என்ற மருத்துவ மாணவராலும் கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளது.

மேலும் சென்ற நூற்றாண்டின் முடிவில் இன்சுலின் மூலக்கூறு அமைப்பினைத் தெளிவாகக் கண்டுபிடித்து விளக்கிய வாட்சன் (Watson) மற்றும் கிரிக் (Crick) என்பவர்களும் நோபல் பரிசு பெற்றனர்.

இன்சுலின் 51 அமினோ அமிலங்களைக் கொண்டு உள்ளது. மூலக்கூறு எடை (Molecular weight) 6,000. இன்சுலின் இரத்தச் சர்க்கரையின் அளவைக் குறைக்கிறது.

இன்சுலின் குறைவால் உடலில் பலவித பலவீனங்களை உண்டாக்கி சர்க்கரை நோய், நீரிழிவு நோய் (Diabetes) என்று சொல்லப்படும் நிகழ்ச்சிகள் ஏற்படும். (1) உடலில் சர்க்கரை பொருள்கள் அதிகமாக இருப்பதால் உடல் திரவங்கள், பாக்டீரியா போன்ற கிருமிகளுக்கு ஏற்றதாக உள்ளது. (2) உடலில் உள்ள காயங்கள் ஆறுவதில் தாமதம் ஏற்படும். (3) பிளாஸ்மாவில் உள்ள அதிக சர்க்கரைப் பொருள்கள் தமனிகளின் சுவற்றைத் தடித்து போகச் செய்து இரத்த அழுத்தத்தில் மாறுபாடுகளை ஏற்படுத்தும். இதயம், சிறுநீரகம், நரம்பு மண்டலம் மற்றும் கண்களில் புறை (Cataract) ஏற்படவும் வாய்ப்புகள் உள்ளன.

இன்சுலினும் மாவுப்பொருள் சிதைமாற்றமும்:

இரத்தத்தில் உள்ள அதிக சர்க்கரைப் பொருள் (180 mg / dl க்கு மேல்) சிறுநீரகத்திற்குள் சென்று, சிறுநீர் வழியாக வெளியேறுகிறது. இதனால் புரதச் சிதைமாற்றம்,

கொழுப்பு சிதைமாற்றம் போன்ற முக்கிய இயக்கங்களில் மாறுதல்கள் ஏற்படும். இன்சுலின் அதிக அளவில் சுரக்கும்போது நரம்பு மண்டலம் பாதிக்கப்படும். அதிகமாக வியர்த்தல், உடல் நடுக்கம், இதயத் துடிப்பின் வேகத்தை உயர்த்துதல் (Palpitation) தலைவலி, ஒருவிதமான இலேசான மயக்க நிலை, குழப்பம், இழுப்புவலி, மயக்கநிலை போன்றவைகள் ஏற்படலாம்.

குளுககான்:- லாங்கர்ஹான்திட்டில் உள்ள ஆல்ஃபா செல்கள் இவ்வித ஆர்மோனைச் சுரக்கின்றன. இதில் 23 அமினோ அமிலங்கள் உள்ளன. கல்லீரலில் கிளைகோஜனை அதிகமாக உண்டாக்குகிறது. கொழுப்பு அமிலங்களை (Fatty acids) சிதைக்கிறது. அதிக சக்தியை வெளிப்படுத்தும். கல்லீரலில் பித்த நீர் அதிகமாகச் சுரத்தல், இதயத் துடிப்பு அதிகமாதல் போன்றவை இதன் பாதிப்புகளாகும்.

அசைபோடும் விலங்குகளின் (Mawing animals) இறைப்பை நான்கு பிரிவுகளாக இருந்து உணவை நன்றாக சிதைத்து உட்கொள்ள உதவுகின்றன. தாவரங்களில் உள்ள கரைக்க முடியாத செல்லுலோஸ் (Cellulose) என்ற உயிரிலா செல்சுவர்களை செல்லுலேஸ் (Cellulase) என்ற நொதியினாலோ, அல்லது அவற்றைச் செரிக்கும் பாக்டீரியாக்களாலோ சர்க்கரைப் பொருளாக மாற்றப்படுகிறது.

மாவுப்பொருள் வளர்சிதை மாற்றத்தின் முக்கிய நிகழ்வுகள்:-

1. கிளைகோஜனை உண்டாக்கல் (Glycogenesis)

2. கிளைகோஜன் சிதைவு (Glycogenolysis)

3. சர்க்கரை பொருள் லாக்டிக் (Lactic) அமிலமாக மாற்றம் (Glycolysis).

கிளைகோஜன் உண்டாக்கல்:

கிளைகோஜன் எவ்வாறு கல்லீரலில் உண்டாக்கப் படுகிறது என்பதில் பல நொதிகளின் உதவியும் உள்ளது. முதலில் குளுகோஸ் ஃபாஸ்பர மூலக் கூற்றோடு இணைந்து குளுகோஸ் 6-ஃபாஸ்ஃபேட் என்ற இணைப்பு ஏற்படுகிறது. இவ் விணைப்பிற்கு ஹெக்சோகைனேஸ் என்ற நொதி உதவுகிறது. இக்கிரியைக்கு தேவையான சக்தி ATP எனும் (Adenosine triphosphate) வேதிக்கூட்டிலிருந்து கிடைக்கிறது. பின்னர் 6-ஃபாஸ்ஃபேட் கூறுகளை ஒற்றை ஃபாஸ்ஃபேட் கூறாகப் பிரித்து குளுகோஸ்-ஒற்றைஃபாஸ்ஃபேட் ஆகிறது. இச்செயலுக்கு ஃபாஸ்ஃபோ குளுகோம்யூடேஸ் (Phospho glucomutase) என்ற நொதி தேவை. இவ்வாறு குளுகோஸ்-ஒற்றைஃபாஸ்ஃபேட், ஃபாஸ்போரைலேஸ் (Phosphorylase) என்ற நொதியால் கிளைகோஜனாக மாற்றப்படுகிறது.

குளுகோஸ் போன்ற ஒற்றை சர்க்கரை பொருளான ஃப்ரக்டோஸ் (Fructose), காலக்டோஸ் (Galactose) போன்றவைகளும், கிளைகோஜனாக மாற்றப்படும். மேலும் லாக்டிக் அமிலம் (Lactic acid), கிளிசாரல் (Glycerol), சில அமினோ அமிலங்கள் இவையாவும் கிளைகோஜனாக கல்லீரலில் மாற்றப்படும்.

கிளைகோஜன் சிதைவு (Glycogenolysis)

கரையாத கிளைகோஜனை கரையக்கூடிய குளுகோசாக மாற்றப்படுவதும் கல்லீரலில் நடக்கிறது. இது கிளைகோஜன் சிதைவு எனப்படுகிறது. இந்நிகழ்ச்சி இரத்தத்தில் போதுமான அளவிற்கு குறைவாக குளுகோஸ் காணப்பட்டால் ஏற்படும். இந்நிகழ்ச்சி வருமாறு

Glycogen

↓ Phosphorylase

Glucose -1- phosphate

↓ Phosphoglycomutase

Glucose -6- phosphate

↓ Liver phosphatase

Glucose + Inorganic phosphate

இவ்விரண்டு நிகழ்ச்சிகளும், அதாவது கிளைகோஜன் உண்டாவதும், சிதைந்து குளுகோசாக மாற்றப்படுவதும் கணையத்தில் சுரக்கும் இன்சுலின் ஆர்மோனால் கட்டுப் படுத்தப்படுகிறது.

மாவுப்பொருள் இடைநிலை மாற்றம் (Glycolysis):

கிளைகோஜன் : கிளைகோஜன் வெளிக்காற்றிலா சுவாசித்தல் முறையில் --(Anaerobic) லாக்டிக் அமிலமாக-- (Lactic acid) மாற்றப்படுகிறது. இத்தகைய மாற்றும் நிகழ்ச்சியில் சிறிதளவு வேதிசக்தி உண்டாகிறது. இச்சக்தியைக் கொண்டு செல்கள் தங்கள் வேலைகளைச் செய்யமுடிகிறது. லாக்டிக் அமிலமும் பின்னர் சிதைக்கப்பட்டு கரியமில வாயுவாகவும், தண்ணீருமாகவும் வெளிவிடப்படும். இவ்வாறு நிகழும்போது சக்தி வெளிப்படுகிறது. இவ்வரிசை வேதியல் மாற்றங்களை எம்டன் மேயர் ஹாஃப் (Emden Meyerhof pathway) வழிப்பாதை என்று சொல்லப்படுகிறது. இந்நிகழ்ச்சிகளில் சிட்ரிக் அமிலம் பெரும்பங்கு வகிப்பதால் இதை சிட்ரிக் அமிலச் சுழற்சி (Citric acid cycle) என்றும் கிரெப்ஸ் (Krebs) என்பவரின் ஆய்வினால் முழுமையாக விவரிக்கப் பட்டுள்ளதால் இதை க்ரெப்ஸ் சுழற்சி (Krebs Cycle) என்றும் குறிப்பிடப்படுகிறது.

அடிப்படை வளர்ச்சிதை மாற்ற அளவு

(Basal Metabolic rate)

இவ்வளவு என்பது உணவு உட்கொள்ளாமல் இருக்கும்போதோ, அல்லது உட்கொண்ட பிறகு ஒரு வெப்பநிலையில் 12 முதல் 18 மணிநேரம் ஓய்வெடுத்துக் கொண்டிருக்கும் போதோ, உடலுக்கு வேண்டிய குறைந்த அளவு தேவையான சக்தியின் அளவைக் குறிக்கும். ஒரு முதிர் மனிதனின் இந்த அளவு சுமார் 1000 கலோரிகளும், பெண்களுக்கு சுமார் 1700 கலோரிகளும் என்று கணக்கு எடுக்கப் பட்டுள்ளது. இவ்வாறு உள்ளநிலைகளில் வெளிக் கொணரப்பட்ட சக்தியின் ஒரு பகுதி இதயம், மூளை புப்புசங்கள் போன்ற உறுப்புகளின் வேலைகளுக்கும், பெருமளவு உடல் வெப்பத்தை சீராக வைத்துக் கொள்வதற்கும் செலவிடப்படுகிறது. அ. வ. மா. அ (B.M.R) என்பதை கலோரிகளில் 1 மணிக்கு 1 சதுர மீட்டர் உடல் பரப்பளவிற்கு தேவைப்படும் சக்தியின் அளவாகும். சராசரி நல்ல உடலை உடைய மனிதனின் அ. வ.மா அளவு 1 சதுரமீட்டர் பரப்பளவிற்கு, ஒரு மணிநேரத்திற்கு 40 கலோரிகள் என்று கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. இச்சக்தியின் அளவு மாறுபடக்கூடிய நிலைகள் (1) வயது ஆண்பால், பெண்பால் (2) மனித இனம் (Human race) ஒரு இந்திய ஆண்மகனுக்கு 35.5 K Cal / M2 / hr என்றும் பெண்களுக்கு 31.6 K Cal / M2 / hr (3) அதிக உடல் உழைப்பாளிகளுக்கு அதிகமாக இருக்கும் (4) சூழ்நிலை மற்றும் உடல் வெப்ப நிலைகள் (5) தைராய்டு, அட்ரீனல் ஆர்மோன்கள் (6) பட்டினி கிடத்தல் (7) தசை

மற்றும் மூளையின் செயல்பாடுகள் (8) தூக்கநிலை (குறைதல்) (9) சுருட்டு, காப்பி உபயோகித்தல் மற்றும் கர்பிணிதாய்மார்கள்

கொழுப்புப் பொருள்களின் வளர்ச்சிதை மாற்றம் (Fat-metabolium):

கொழுப்புப் பொருள்களும் ஏனைய புரதப் பொருள்கள், மாவுபொருள் போன்று சக்தியைத் தருகிறது. மற்றபொருள்கள் 1 கிராமுக்கு 4 கலோரிசக்தியைக் கொடுக்கும் போது கொழுப்புப் பொருள்கள் 1 கிராமுக்கு 9 கலோரி சக்தியை அளிக்கிறது. கொழுப்புப் பொருள்கள் உடலில் தோலுக்கு அடியிலும், குடலைச் சுற்றியும் (Omentum) இதயத்தைச் சுற்றியும், சிறு நீரகத்தைச் சுற்றிலும், தசைகளுக்கு இடையேயும் உள்ளது. இவற்றைக் கொழுப்பு கிடங்குகள் என்று சொல்லலாம் (Fat Depot). உணவுக்கொழுப்புப் பொருள்கள் குறையும்போது மற்றப் பொருள்களை கொழுப்புப் பொருளாக மாற்றவும் இயக்கம் உள்ளது. மேலும் கொழுப்புத் திசுக்கள் மற்ற உறுப்புகளுக்கு ஒரு காப்பு படலம்போல் செயல்படுகிறது.

உட்கொள்ளும் உணவில் உள்ள கொழுப்புப் பொருள்கள் சாதாரண அங்ககப் பொருள்காக மாற்றப்படும். கணைய நீரில் உள்ள நொதிகளாலும், கல்லீரலின் பித்த நீர் துணையுடனும் கிளிசரால் (Glycerol), ஃபாஸ் ஃபோரிக் அமிலம் (Phosphoric acid) மற்றும் கொழுப்பு அமிலங்களாக (Fatty acids) மாற்றப்படுகின்றன. இவற்றில் கிளிசரால், ஃபாஸ் ஃபோரிக் அமிலம், இரண்டும் எளிதில்

கரையக்கூடியதால் உரிஞ்சப்பட்டுவிடும். பித்தநீரில் உள்ள உப்புச் சத்துக்களால் கொழுப் அமிலங்கள் கரையக்கூடியதாக ஆக்கப்பட்டு உரிஞ்சப்படும். கொழுப்புச் சத்து உரிஞ்சப்படுவதில் பல கருத்துக்கள் உள்ளன. கொழுப்பு அமிலங்கள் குடலினுல் விரல் போன்ற வில்லை (Villi) என்ற குடலுரிஞ்சிகளால் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டு, குடல் சளிசவ்வு படலத்தால் (Mucus epithelium) எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றன. நிணநீர் மண்டலத்தினால் (Lymphatic System) எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட கொழுப்பு நுண் பொருள்கள் (Chilomicrons) மார்புக்குழாய் (Thoracic duct) இரத்த மண்டலத்தில் சேர்ந்து கல்லீரலை அடையும். இவற்றில் பூரித கொழுப்பு அமிலங்கள் (Saturated fatty acids) என்றும் பூரிதமிலா கொழுப்பமிலங்கள் என்ற இரண்டுவகைகளில் பூரித கொழுப்பு அமிலங்களை தேவைகேற்ப பூரிதமிலா கொழுப்பு அமிலங்களாக மாற்றிக் கொள்ள முடிகிறது. இந்நிகழ்ச்சியில் ஆக்ஸிஜனோடு சேர்த்து ஹைட்ரஜனை விடப்படும். ஆக்ஸிஜன் இல்லையெனில் விலங்குகளில் உள்ளது போல் பூரிதக் கொழுப்பமிலங்கள் கூட்டுப் பூரித கொழுப்பமிலமாக மாற்றப்படும்.

கல்லீரல்:

கொழுப்பு சிதைமாற்றம் அதிக அளவில் கல்லீரலில் நடைபெறுகிறது. சாதாரண நிலையில் கல்லீரலில் 4% கொழுப்புப் பொருள்கள் உள்ளது. தனிக் கொழுப்பமிலங்கள் (Free fatty acids) கோலஸ்டீரால் (Cholesterol) மற்றும் சில ஸ்டீராய்டுகளும் (Steroids)

உள்ளன. பட்டினியாக இருக்கும்போதோ, சர்க்கரை நோயாளிகள் மருந்து உட்கொள்ளாமல் இருக்கும்போதோ, வேண்டிய சக்திக்காக கொழுப்புப் பொருள்கள் கல்லீரலில் சிதைக்கப்படும். இவ்வாறு இருக்கும் நிலைக்கு "கொழுப்புக் கல்லீரல்" (Fatty liver) என்று பெயர். 30% முதல் 40% வரை கொழுப்புப்பொருள்கள் அதிகமாகக் காணப்படும்.

கொழுப்புச்சிதைமாற்றம் (Fat catabolism)

கொழுப்புச்சிதைமாற்ற இயக்கத்தில் ஆக்ஸிஜனின் பங்கு முக்கியமானது. வெளிப்பட்ட கிளிசரால் ஃபாஸ்பேட் என்றும், டை ஹைட்ராக்சி அஸடோன் ஃபாஸ்பேட் (Dihydroxyacetone phosphate) என்றும் வெளிப்படும். இவை மறுபடியும் கிளைகோஜனாகவோ அல்லது ஆக்ஸிஜனோடு இணைந்து கரிமில வாயுவாகவும், தண்ணீராகவும் வெளிப்படும். திசுக்களிலும், தசைகளிலும் குளுகோஸ் அளவு குறையும் போது கொழுப்பு அமிலங்கள் ஆக்ஸிஜனால் இயக்கப்பட்டு சக்தி உண்டாகிறது. அண்மை ஆராய்ச்சிகளின் முடிவு கொழுப்பு அமிலங்கள் ஆக்ஸிஜனால் இயக்கப்படுவதை வரிசையாக 5 முறைகளாக வகுக்கப்பட்டுள்ளது. அவையாவன (1) செயல் இயக்கம் (Activation) (2) பூரிதமிலா தன்மையாதல் (Desaturation) (3) நீர் உட்செல்லல் (Hydration) (4)ஆக்ஸிஜன் இணைப்பு (Oxidation) மற்றும் (5) தையோலைட்டிக் பிளவுகள் (Thiolytic cleavage) என்பவை.

அஸிடைல் CoA (செயல்படும் அஸிடேட்) வின் முடிவு :

கொழுப்பு அமிலங்கள் ஆக்ஸிஜனால் சிதைக்கப்பட்டப் பிறகு அஸிடைல் CoA எனப்படும் (செயல்படும் அஸிடேட்) உண்டாகிறது. இவ்வித CoA மாவுப்பொருள் சிதைமாற்றத்தின் போது உண்டாகும் CoA போல் உள்ளது. முடிவில் கரிமில வாயுவையும், தண்ணீரையும் வெளிப்படுத்துவதுடன் ATP எனும் சக்திகூறு உண்டாகிறது. இவ்விதமாக உண்டாக்கப்பட்டட CoA யின் உபயோகங்கள் (1) கோலஸ்டீரால் தயாரிப்பு (2) கிடோன் பொருள்களை உண்டாக்குதல்

கோலஸ்டீரால் (Cholesterol) :

கோலஸ்டீரால் அதிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்த கொழுப்பு வகைகளில் ஒன்று. இதன் இயக்கம் ஸ்டீராய்டுகள் (Steroids), பால் ஆர்மோன்கள் (Sex hormones), அட்ரினல் ஆர்மோன்கள் (Adrenel cortex hormones), பித்தநீர் (Bile) போன்றவைகளின் இயல்பிர் சம்பந்தப்பட்டது. உட்கொள்ளப்பட்ட கோலஸ்டீரால், உற்பத்தி செய்யப்பட்ட கோலஸ்டீரால்கள் பொதுவாக (150-250 மி.கி 100 மிலிலிட்டர் இரத்தத்தில் உள்ளது. மற்றும் செல்கள், பிளாஸ்மாவிலும் உள்ளது. இவை கொழுப்புச்சத்தும், புரதச்சத்தும் சேர்ந்துள்ளவை ($\mathcal{L}$-Protein). இவ்வகை கொழுப்பு புரதச் சத்துகள் மூன்றுவகைகளாக அவைகளின் அடர்த்தியைக் கொண்டு பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. அவையாவன : (1) குறை அடர்த்தி கொழுப்புப் புரதம் (Low Density $\mathcal{L}$-Protein), (2)

அதிக அடர்த்தி கொழுப்புப் புரதம் (High Density $\mathcal{L}$-Protein) (3) மிகக்குறை அடர்த்தி கொழுப்புப் புரதம் (Very low density Protein)

இவற்றில் குறை அடர்த்தி பொருள் அதிகமாக இருந்தால் தமனியின் உட்சுவர் தடிப்பு இதயத்தின் மேல்உள்ள கொரோனரி தமனிகளின் பாதிப்பு போன்றவை ஏற்படுகின்றன. இதில் மூன்றாவதாகக் கூறப்பட்ட மிகக்குறைந்த அடர்த்தி பொருள், மது அருந்துபவர்கள், உடல் அதிக எடை உள்ளவர்கள் மற்றும் சர்க்கரை நோய் உள்ளவர்களுக்கும் இரத்தத்தில் கூடுதலாக உள்ளது. ஆனால் மற்ற இரண்டு கொழுப்புச்சத்து உள்ளவர்கட்கு இவ்வித பாதிப்புகள் இல்லை. உடலில் எல்லா உறுப்புகளும் கோலஸ்டிராலை தயாரிக்க முடிந்தாலும் கல்லீரல் ஒன்று மட்டுமே இதனைக் கூறுபடுத்தி மூலக்கூறுகளைப் பிரித்து அவற்றை பித்த நீருடன் சேர்த்து சீரணிப்படாத உணவுடன் கலந்து வெளியேற்றிவிடுகிறது. மேலும் அதிஅடர்த்தி கொழுப்புப் புரதம்தான் கொலஸ்டிராலை எல்லா உறுப்புகளிலிருந்தும் எடுத்துச் சென்று கல்லீரலில் சேர்த்து அங்கிருந்து வெளியேற்றப்படும்.

கீடோன் பொருள்கள் (Ketone bodies) :

அஸெடோன் பொருள்களையே கீடோன் பொருள்கள் என்று கூறப்படுகிறது. இப்பொருள் உண்டாவது மூன்று நிலைகளில் நிகழ்கிறது. இரண்டு அஸிடைல் CoA கூறுகள் ஒன்றுசேர்ந்து அஸிடோ-அஸிடைல் CoA என

மாறுகிறது. இக்கூட்டு ஹைட்ரஜன் அயனிகளோடு சேர்ந்து டீ அகைலேஸ் (D-Akylase) எனும் கல்லீரலில் உள்ள நொதியால் சேர்க்கப்பட்டு அஸிடோ அஸிடிக் அமிலமாகிறது (Acetoacetic acid). இவ்வமிலம் பீடா ஹைட்ராக்ஸி ப்யூடிரிக் அமிலமாக (βhydroxybutyric acid), டீ ஹைட்ராஜினேஸ் (βdehydrogenase) நொதியால் மாற்றப்பட்டு கார்பாக்ஸைல் (Carboxyl) கூற்றைப் பிளந்து அஸெடோனாக மாற்றுகிறது.

கொழுப்பு வளர்சிதை மாற்றம் நரம்பு மண்டலத்தினாலும், பல ஆர்மோன்களாலும் கட்டுப்படுகிறது. பிட்டியூடரியின் கீழ்ப்பாகத்தில் சுரப்பியின் (Hypophysis - Pituitary) ஆர்மோன் பாலின ஆர்மோன்கள் (Sexual Hormones-testes,) தைராய்டு சுரப்பியின் தைராக்ஸின் (Thyroxin) மற்றும் கணையம், அட்ரினல் போன்றவை, பிட்டியுடரி ஆர்மோன் கீடோன் பொருள்களின் சேர்க்கைக்கு உதவுகிறது.

உடற் பருமன் (Obesity) :

உடலில் அதிக அளவுக் கொழுப்புப் பொருள்கள் இருக்கும் போது உடலின் எடை அதிகமாகிறது. இவ்வாறு நிகழ்வது எடுத்துக்கொள்ளும் உணவில் உள்ள சக்தியும் வெளிப்படும் சக்தியும் சமநிலையில் இல்லாமல் இருந்தால், அதாவது உட்கொள்ளும் சக்தி அதிகமாகவும், வெளிப்படும் சக்தி மிகக் குறைவாகவும் இருக்கும் நிலையில் உடற்பருமன் ஏற்படும். மேலும் காரணங்கள் வருமாறு : (1) வம்சாவளிநிலை (Genetic disposition), (2) வளர்ச் சிதை மாற்றத்தில் தவறுகள்

(Metabolic defects), (3) அதிக கொழுப்புப் பொருள்களும், சர்க்கரைப் பொருள்களும் உட்கொள்ளுதல் (4) ஆர்மோன்களின் குறைபாடுகள்.

இதன் விளைவுகள் - 1. சர்க்கரை நோய் வரலாம், 2. பித்தப்பையில் கற்கள் உண்டாகலாம், 3. மற்றவர் கேலிக்கு ஆளானால் மனமுடைதல் ஆகியவை.

தொகுதி -11

சுருங்கிவிரிதல் அமைப்புகாரணிகள், வெவ்வேறு விலங்கினத் தொகுதிகளில் செல்களும், திசுக்களும்.

தசை அமைப்பும், இயங்கும் முறையும் - தொடர்பும்

விலங்குகளின் அசைவுகள், இடப் பெயற்சி, எதிரிகளிடமிருந்து தப்பித்தல், இணை விலங்குகளை அடைதல், உணவிற்காக செல்லுதல், இறையைப் பிடித்தல், சூழ்நிலை மாற்றத்தினால் வெவ்வேறு இடங்களுக்குச் செல்லுதல் போன்ற எல்லா இயக்கங்களுக்கும் தசைகள் முக்கியமானவை. உடலின் எடை அளவில் அதிகமாக உள்ளது தசைகளே. உடலின் உள்ளேயே உள்ள உறுப்புகளின் அசைவுகளும் தசைகளின் இயக்கத்தினால் ஆனவை. புவிஈர்ப்பு சக்திக்கு எதிராக தன்னை நிலையில் வைத்திருப்பதற்கும் தசைகள் இயங்குகின்றன. இதயத் துடிப்பு, குடல் சுருந்கி விரிதல், கண்கள் இமைத்தல், காதுகளின் அசைவுகள், உணவுக்குழாய் அடுத்தடுத்து சுருங்கி விரிதல் (Peristalsis), இரத்தக்குழாய்களின் விரிந்து சுருங்குதல், புப்புசங்களின் இயக்கத்திற்கான சுருங்கி விரியும் தன்மை கொண்டுள்ளவை போன்றவைகளின் செயல்பாடுகள் தசைகளின் இயக்கமே.

தசைவகைகள் :

உடலில் மூன்று வித தசைகள் உள்ளன. இவற்றில் உட்கூறு மாற்றங்களை உடையவை, இடத்திற்குத் தக்கவாறு அமைந்தவை. மற்றும் நரம்புகளோடு இணைந்தவைபோன்றவை ஆகும். இவற்றை வரித் தசைகள் (Striated Muscles), மென்மை தசைகள் (Smooth Muscles), மற்றும் இதயத் தசைகள் (Cardiac Muscles), என மூன்று பிரிவுகள் உள்ளன.

வரிதசைகள் **(Striated Muscles):**

இவ்வித தசைகள் நேர்வரிசைகளைக் கொண்டும், குறுக்கு வரிசைகளைக் கொண்டதுமான நீள்செல்களால் ஆனவை. அதிக உட்கருக்களை கொண்டவை (Multinucleate). இவ்வரிச் செல்கள் மிக உறுதியானவைகளாகவும், உறுதி இல்லாமலும் இருக்கும். இவ்வகைத் தசைகள் முதுகு எலும்பிகளில் எலும்புடன் விசிகைகளால் (Tendons) இணைக்கப்பட்டு எலும்பின் அசைவுகளுக்கான இயக்கத்திற்கு துணையாக உள்ளன. எனவே இவ்விதத் தசைகளை எலும்புத் தசைகள் (Skeletal Muscles) எனவும் கூறலாம். இவ்விதத் தசைகளை இயக்குத் (Voluntary Muscles) தசைகள் எனவும் கூறலாம். இவைகளின் இயக்கம் மத்திய நரம்பு மண்டலத்தினால் (Central Nervous System) இயக்கப்படும். இவ்வித இயக்குத் தசைகள் வளைதசைப்புழுக்கள், கணுக்காலிகள், மெல்லுடலிகள், மற்றும் வளையமிலா புழுக்களிலும் (Nonsegmentad Worms) காணப்படுகின்றன.

வரித் தசைகளின் நுண் அமைப்பு (Ultrastructure of Striated Muscles) அதிக எண்ணிக்கையில் நீள் வரிசெல்கள் (12 செ.மீ வரை) உள்ளன. இவை ஒன்றுக்கொன்று இணை கோடுகள் போல் அமைந்துள்ளன. இவைகள் கொத்துக் கொத்தாக (Fascicluli) இருக்கும். இத்தசைகள் இணைப்பு படலங்களால் மூடப்பட்டு தசை என்ற தோற்றத்தைக் கொடுக்கிறது. இப்படலங்கள் தசைகளுக்குள்ளும் நீள் செல்களை இணைத்திருக்கும். விசிகைகள் சுருங்கி விரியும் தன்மைஇலா வெண்மை நிறநார்போன்ற அமைப்பாக உள்ளது. இத்தசைகளுக்கு இரத்தக் குழாய்கள் சக்திப் பொருள்களைக் கொடுத்தும், கழிவுப் பொருள்களை எடுத்தும் செல்கின்றன. நரம்புகளாலும் இணைக்கப்பட்டுள்ளதால் நரம்பின் கட்டளைக்கு ஏற்றவாறு சுருங்கி விரியும் தன்மைக் கொண்டவை. ஒவ்வொரு கொத்துத் தசைசெல்களும் வெளிப்புறத்தில் இணைபடலத்தால் மூடப் பட்டிருக்கும். இப்படலத்திற்கு சார்க்கோலேம்மா (Sarcolemma) என்று பெயர். இதன் உள்புறத்தில் ஒரு கடினத் திரவம் (Semifluid) உள்ளது. இதற்கு சார்க்கோபிலாசம் (Sarcoplasm) என்று பெயர். ஒவ்வொரு தசை நாரும் பல உட்கருக்களைக் கொண்டது (Multinucleate). உட்கருக்கள் சார்க் கோபிளாசத்தில் உள்ளன.

நுண் நோக்கியால் பார்க்கும்போது வரித்தசை, நீள் மற்றும் குறுக்கு வரிசைகளால் ஆக்கப்பட்டதெனத் தெரியும். நீள் வரிகள் த்சைநீட்சிகளால் சேர்க்கப்பட்டு

ஆக்டின், மையோசின் (Actin, Myosin) என்ற சுருங்கக் கூடிய புரதப் பொருள்களால் ஆனவை. குறுக்கு வரிசைகள் நீள்வரிசைகளின் குறுக்காக இங்குமங்கும் இருக்கின்றன. இவை மாறி மாறி வரும் அதி கருமை வரிகளாலும் (Dark Bands) மென் கருமை வரிகளாலும் (Light Bands) தோற்றம் அளிக்கிறது. மென் கருமை வரிகள் அகலமான குறுக்கு வரிகளாக உள்ளன. இவைகளை முதல் வரிகள் என்றும், ஒரேமாதிரியான வரிகள் (Isotropic) என்றும் பெயரிடப்பட்டுள்ளன. அதி கருமை வரிகளை (A) வரிகள் என்றும் வெவ்வேறு வரிகள் (Anisotropic) என்றும் பெயரிடப்பட்டுள்ளன. இவற்றுள் முதல் வரிகள் ஒளி அலைகளை சாதாரண சிதரச் செய்யும் திறமையும், (A) வரிகள் ஒளியை இருமுறை சிதற செய்யும் திறமையும் கொண்டுள்ளது. மின்அணு நுண்நோக்கியால் (Electron Microscope) பார்க்கும் போது மாறி மாறி வரும் இவ்விரு வரிகளும் இரண்டு விதமான புரதப் பொருள்களால் ஆன வரிகள் எனத் தெரிகிறது. தடித்த வரிகள் (சுமார் 110 A விட்டத்திலும், 1,60 μ நீளத்திலும் முதுகெலும்பிகளிலும் வரித்தசைகளில் உள்ளது) ஒன்றுக்கொன்று இணையாக 450 A இடைவெளியுடன் A வரிசைகளாக ஆகின்றன. இவை தசைப்புரதத்தினால் ஆனவை (Myoprotein). மெல்லிய வரிகள் (சுமார் 50 A விட்டத்திலும் 0,05 μ நீளத்திலும் முதுகெலும்பி வரிதசையில் உள்ளது) ஆக்டின் புரதத்தினால் ஆனது. இவ்விரு நீட்சிகளும் A பட்டையின் உள்ளே இருக்கின்றன (A Band). இவற்றின் நடுவில் H பட்டை (H Band) தடித்த மையோசின் நீட்சிகளைக் கொண்டது.

இவற்றின் நடுவே சிறிதுத்தடிப்பாக இருப்பதால் மற்றொரு பட்டை இருப்பது போல் தோற்றம் அளிக்கிறது. இதற்கு M பட்டை (M Band) என்று பெயர். முடிவாக ஒவ்வொரு I பட்டையிலும் நெருக்கமான துகள்கள் போன்ற பொருள்கள் உள்ளன. இதனை Z தட்டு (Z Disc) என்கிறோம். இவ்வகைத் தட்டுகள் I பட்டைகளுக்கு நடுவே ஊடுருவி தசை நீட்சிகளை (Myofibrils) சிறு சிறு பாகங்களாகப் பிரிக்கிறது. இப்பாகங்களுக்கு சார்கோமியர்கள் (Sarcomeres) என்று பெயர். இந்த சார்கோமியர் கள்தான் சுருங்கு முறைக்கு முதல்படியாக முதுகெலும்பிகளின் தசைகளிலும், கணுக்காலிகளின் தசைகளிலும் உள்ளது. இவைகளின் குறுக்கு மறுங்கில் உள்ள பாலம் போன்ற அமைப்பே தசை சுருங்கி நீளம் குறைவதற்கானக் காரணியாக உள்ளது.

அண்மை ஆய்வுகளில் வரிச்சதைகளின் நடுவில் இரண்டு வெவ்வேறு வழிகள் (Channels) போல் உள்ளன. முதல் வழி நீள்நீட்சிகளின் இணையாகவும், இரண்டாவது வழி முதல் வழிக்கு குறுக்கு மறுக்காகவும் உள்ளது. இதை T அமைப்பு (T System) என்று கூறப்படுகிறது. இவ்வகை T அமைப்பு சார்க்கோலம்மாவின் உள்வாங்கிய (Invagination) அமைப்பாக உள்ளது. இவ்வமைப்பு மின் அதிர்வுகளை தசைக்கோ அல்லது செல்லிற்கோ கடத்துகிறது. வரிச்சதை செல்களில் மைடோ கோண்டிரியா (Mitochondria) சைடோகுரோம் (Cytochrome)களும் உள்ளன.

மென்மைத் தசைகள் (Smooth Muscles) :

முதுகெலும்பிகளில் இவ்விதத் தசைகளை அனிச்சை தசைகள் (Involuntary Muscles) என்கிறோம். மேலும் இவ்விதத் தசைகள் வயிற்றுப் பகுதி, மார்புப் பகுதிகளில் உள்ளே இருப்பதால் இவற்றிற்கு உள்பாகத் தசைகள் (Visceral Muscles) என்ற பெயரும்உண்டு. இவ்வித தசைகள் மனித இச்சைக்கு இயங்காததால் அனிச்சை தசைகள் (Involuntary Muscles) எனப்படும். இத்தசைகள் இரத்த மண்டலம், சுவாச மண்டலம், குடல், சிறுநீர் மண்டலம் மற்றும் இனப்பெருக்க மண்டலம் இவற்றுள் இருக்கின்றன. மேலும் கண்ணில் உள்ள சிலியா தசைகள் (Ciliary Muscles) கண்ணின் ஒளிப்புகு அளவை சரிப்படுத்தும் (Iris) என்ற தசையும் இவ்வாறானதே. தோலின் கீழ்ப்பாகத்தில் ஒவ்வொரு முடியின் அடிப்பாகத்திலும் உள்ளது. இதன் சுருங்கும் தன்மை முடியை நேராக நிலை நிறுத்தும். உணர்ச்சி திகில் போன்ற நிலைகளில் இவ்வாறு ஏற்படுவதை மயிர்க்கூச்சல் (Horipulation) என்கிறோம்.

மென்மைத் தசைகள் மிக வேகமாகச் சுருங்கி விரிவதில்லை. இத்தசைகளுக்கு விரிப்புத் தன்மையும் (Tonicity) உள்ளது. இவ்வகை தசைகள் முழுமையும் தானியக்கி (Autonomic) நரம்பு மண்டலத்தைச் சார்ந்தது. இத்தசைகளில் நீள் வரிசை நீட்சிகள் உள்ளன. ஆனால் குறுக்கு மறுக்கு நீட்சிகள் இல்லை. இவற்றின் இயங்கு முறைகள் இருவகைப்படும்.

(1) ஒருநிலை தசைகள் **(Unitary Muscles):**

இவைகள் பல படலங்களாக இருப்பதுடன் தானாகவே (Spontaneously) சுருங்குகின்றன. இச்செய்கைக்கு தசைக்குள் இருக்கும் குறிப்பிட்ட இடைவெளியை நிர்ணயிக்கும் நுண்உறுப்பு உள்ளது. இதற்கு இடைவெளி நிர்ணய உறுப்பு (Pace maker) என்று பெயர். இதயத்தின் வலது சிரவத்தில் (Right Auricle) உள்ள இந்த நுண் உறுப்பு குறிப்பிட்ட இடைவெளிக் கொடுத்து சுருங்கச்செய்கிறது. இதன் சக்தி மின் அணு விசையால் கொடுக்கப்படுகிறது. (இப்போது மருத்துவத் துறையில் இவ்வித மின்அணு நுண் உறுப்பு (Pace maker) உடலில் பொருத்தப்பட்டு இதயத்துடிப்பை சீராக வைத்துக் கொள்ள முடிகிறது).

ஒருநிலைத் தசைகள் வெளியியக்க உணர்வுக்கு (Mechanical Stimulus) விரிவடைகிறது. ஆனால் இவற்றின் இயக்கம் நரம்புகளால் சீரமைக்கப்படுகிறது. குடல் வழி தசைகள், சிறுநீர் குழாய் (Ureter) போன்றவை இவ்வகைத் தசைகளால் ஆனது.

(2) பலநிலை தசைகள் **(Multiunit Muscles)**

இவ்வகைத் தசைகளும் மென்மை தசைகளே. ஆனால் இவை உடன் சுருங்கும் (Spontaneous) நிலையற்றவை. நீள்வதற்கு முடியாதவை. இவை செயல் நரம்பு (Motor Nerves) இணைப்புகளால் ஒவ்வொரு செல்லிலும்

இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இரண்டு நிலைத் தசைகளின் இயக்கம் சிறுநீர் பையில் (Urinary Bladder) உள்ளத் தசைகளில் உள்ளது. எனவே உடன் செல்லும், இச்செயலிலும் இவற்றினால் கடைபிடிக்க முடியும். மென்மை தசைகளின் நீட்சிகள் பரிவு (Sympathetic) மற்றும் இணைப்பரிவு (Parasympathatic) நரம்பு மண்டலத்தில் இணைக்கப் பட்டுள்ளன. அடுத்தடுத்து சுருங்கி விரிவதால் இத்தசையின் இடையே உள்ளப் பொருட்கள் கடத்தப்படுகின்றன. (Peristalsis) இவ்வாறே இரத்தக் குழாய்களிலும் அளவான இரத்தம் எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. இவ்வாறே வட்ட வடிவ மென் தசைகள் சுருங்கி விரிவதனால் விட்டத்தின் அளவைக் குறைத்தும் அதிகரிக்கவும் செய்கிறது. இவ்விதத் தசைகள் கெட்டி வட்டத் தசைகள் (Sphincter Muscles) எனப்படும். உணவுக் குழாய்க்கும் இறைப்பைக்கும் இடையிலேயும், சிறுகுடல் பெருங்குடல் சந்திப்பிலும். குதத்திலும் இதுபோன்ற தசைகள் உள்ளன.

மென்மை தசையின் நுண் அமைப்பு (Ultrastructure of Smooth Muscles) :

வரித்தசைகளை விட மென்மைத் தசை நீட்சிகள் சிறிதாக உள்ளன. நீட்சிகள் கதிர் போன்ற (Spindle) அமைப்புடன் 50-µ நீளமும் 2-5 µ விட்டத்திலும் காணப்படும். நீட்சிகளின் நடுபாகம் புடைத்து இருப்பதால் இதை வயிறு (Belly) என்று அழைக்கப்படும். ஒவ்வொரு நீட்சி செல்களிலும் ஒரு உட்கரு குறுகியும், நீளமாகவும் உள்ளது. ஒவ்வொரு செல்லிலும் சார்க்கோலெம்மா (Sarcolemma) என்ற

அடிப்படலமும், சுற்றிலும் இணைப்புத் திசுவும் (Connective Tissue) உள்ளது. இவை அடர்த்தியாக இருக்கும் இடங்களுக்கு நெருக்கச் சந்திப்புகள் (Tight Junction) என்று பெயர். செல்களின் இடைவெளிக் குறைவான மின் எதிர்புச் சக்தியைக் கொண்டது. இதனால் மின் அதிர்வு ஒரு செல்லில் இருந்து மற்றொரு செல்லிற்கு கடத்தப்படுகிறது. செல்களுடன் நீள் வாக்கில் நீட்சிகள் 50-80°A விட்டம் அளவில் இருக்கின்றன. இவை ஆக்டின், மையோசின் பொருள்கள் உடையவை. அவைகளின் சக்தி வரிச்சதைகளின் நீட்சிகளைவிடக் குறைவாக உள்ளது.

இதயத் தசைகள் (Heart Muscles) :

இதயம் ஒரு தனித் தன்மைவாய்ந்த தசைகளால் ஆனது. முதிர் ஆண்களின் (Adult Man) இதயம் சுமார் 250 முதல் 350 கிராம் எடையுள்ளதாக இருக்கும். பெண்களுக்கு 150 முதல் 250 கிராம் அளவில் இருக்கும். மூன்று தசை அடுக்குகளால் ஆனது. நடுவில் தடிமமான இதயத்தசையும் (Myocardium), சுற்றிலும் மேல்படலமும் (Epicardium) உள்ளது. இம்மேற்படலம் ஒரு செல்களால் ஆனது. இப்படலம் இதயத்தின் மேற்புறத்திலிருந்து மற்றொரு படலமாக இதயச்சுற்று பலடமாக (Pericardium) உள்ளது. பைபோன்ற இவ்விரண்டு படலங்களுக்குள் பசை திரவம்போல் ஒருதிரவம் உள்ளது. இதற்கு இதயச்சுற்றுத் திரவம் (Pericardial fluid) என்று பெயர். மேற்புற அறைகள் சிறைகளின் (Auricles) சுவர்கள் மெல்லியதாகவும், கீழ்ப்புற அறைகளின் சடரங்களின் (Ventricles) சுவர்கள் தடித்தும் உள்ளன. இடது சடரத்தின்

(Left Ventricles) சுவர் சுமார் 12-14 மி.மீட்டர் அளவில் தடிமனாக உள்ளது. இதனால் அதிக அழுத்தத்துடன் இரத்தத்தை வெளியேற்றமுடிகிறது.

இதயத் தசை குறுக்கு மறுக்காக வரிதசைகளைக் கொண்டது. ஆனால் அனிச்சை செயலில் ஈடுபடும். தசைச் செல்லில் ஒரு உட்கருதான் உள்ளது. தானியங்கி நரம்புகளுடன் (Autonomus) இணைக்கப்பட்டுள்ளன. சாதாரண தூண்டுதல்களே ஒரு நீட்சியிலிருந்து மற்றொரு நீட்சிக்குச் செல்கிறது

தசைச் சுருங்கும் நிகழ்ச்சி முறை

(Mechanism of Muscle Contraction) :

1. நரம்பினால் தூண்டப்பட்டதும், மின் சக்தி தசை நீட்சியின் மேல் பாய்கிறது

2. மின்சக்தி சார்கோலெம்மா வழியாக உள்ளே சென்று குறுக்கு குழாய்க்குள் உள்ளே சென்றுவிடும்.

3. இதன்முடிவாக கால்சியம் (சுண்ணாம்புச் சத்து) அயனிகள் T. சார்க்கோட்யூபுலார் (T. Sarcotubular) அமைப்பின் வழியாகவோ அல்லது சார்கோபிளாசம் (Sarcoplasm) வலைப்பின்னல் வழியாகவோ வெளிப்படுகின்றன.

4. விடுபட்ட கால்சியம் அயனிகள் ஆக்டின் நீட்சிகளை மைலோசின் நீட்சிகளின் இடைவெளிகளில் புகுத்தி விடுகின்றன. இதன் விளைவாக தசைச் சுருங்குகிறது. இந்நிகழ்ச்சிக்கு வேண்டிய சக்தி ATP மூலக்கூறிலிருந்து ADP ஆக மாறுவதால் கிடைக்கிறது. ATP கூறும் கால்சியம் அயனிகளும் இச்செயலுக்கு காரணிகள். இந்நிகழ்ச்சியின் போது சிறிது வெப்பம் வெளிப்படும்.

5. மெல்லிய ஆக்டின் நீட்சிகள் தடித்த மையோசின்நீட்சிகளுக்கு இடையே செல்வதால் Z வரிகள் நெருங்கி குறைகருமைப் பட்டைகள் (Light bands) மறைந்து விடுகின்றன. இப்போது கரு A பட்டையில் எந்தவித மாறுதலும் இல்லாமல் H இடம் மாறைந்துவிடும். தசைக்கு விரிப்புத் தன்மையும், ஆக்டின் நீட்சிகளின் ஊடுருவலும் குறுக்கு நீட்சிகளால் உண்டாகின்றன.

6. உண்டாகும் ADP மறுபடியும் ATP ஆக மாறும் இந்நிகழ்ச்சிக்கு கிரியோடின்ஃபாஸ்ஃபேட்டினாலும், மற்ற சிதைமாற்றங்களாலும் நடைபெரும்.

7. சுருங்கி முடிந்தபிறகு சார்க்கோபிளாச வலைப்பின்னல் கால்சியம் அயனிகளை எடுத்து ATP யை உண்டாக்கும் போது சுருங்கும் நிலை முடிவுக்கு வருகிறது.

8. சுருங்குதல் முடிந்த பின்பு கால்சியம் அயனிகளை சார்க்கோபிளாசம் வலை எடுத்துக் கொண்டுவிடுவதால் தசை நீட்சிகள் முன் இருந்தநிலைக்கு நீண்டு கொள்கின்றன. இதற்கு ATP தேவைப்படும்.

9. சுருங்கும் போது உண்டான கிரியடைன் மறுபடிம் ஃபாஸ்பரஸ் அயனிக்கூட்டாக ATP யினால் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. இப்போதும் சிறிது வெப்பம் வெளிப்படும்.

10. ADP மறுபடியும் செல்களில் உள்ள மைடோகோண்டிராவினால் ATP ஆக மாற்றம் கொள்கிறது.

11. சுருங்கும் போது லாக்டிக் அமிலம் (Lactic Acid வெளிப்பட்டால் ஆக்ஸிஜனுடன் சேர்ந்து பையூரிக் அமிலமாக மாற்றப்பட்டு மைடோ கோண்டிராவினால் ATP ஆக மாற்றப்படும்.

வெப்பம் வெளிபடுதல், பரிணாமத்தில் வேறுபாடு, மின் எதிர்ப்பு சக்தி, ஒலி உண்டாக்குதல் மற்றும் குறைந்தஅளவில் சக்தியும் உண்டாகிறது.

வட்டச்சுருள் மென்மைத் தசைகள் (Helical Smooth Muscle) :

அதிகமாக கணவாய் மீன்களில் (Cephalopods) தசை நீட்சிகள் வட்டச் சுருள் அமைப்பில் (Helical Arrangement) உள்ளது. நீளமான நீட்சிகள் இருந்தாலும் அதிகமான மாற்றங்கள் ஏற்படுவதில்லை. அவற்றை வட்டச்சுருள் தசைகள் என்று குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன. வளைதசைப் புழுக்களில் (Annelida) உடற் தசைகளிலும் இம்மாதிரியான தசைகள் உள்ளன.

இணைமையோசின் தசைகள் (Paramyosin Muscle) :

ஆக்டின், மையோசினைத்தவிர இணைமையோசின் எனும் காரணியும் உள்ளதால் இவ்வாறு அழைக்கப்படுகிறது. இவ்வித தசைகள் சிறிது கடினத் தசைகளாக இருக்கும் (Tonic) இவை நாடா போன்று 15 முதல் 150 mμ விட்டமுள்ளதாக இருக்கும். இத்தசைச் சுருங்கும்போது இணைமையோசின் படிவங்களாக மாறும். சுருங்கும்போது இத்தசைகள் நீளம் 15 mμ அளவில் இருக்கும்.

சமஅளவு (Isometric) சமத்திறன் (Isotonic) தசைகள்:

சமஅளவு தசைகள் சுருங்கும்போது இவ்விதத் தசைகள் சுருங்காமல் ஆரம்ப நிலையில் இருந்த அதே பரிமாணத்தில் இருக்கும். நீளம் அதே அளவிள் உள்ளது. ஆனால் அதன்திறன் அதகிரிக்கும் சமத்திறன் தசைகளில்

நீட்சிகள் குருகியும், ஒரே அளவுள்ள திறனும் கூடியதாக இருக்கும். எடையை சுலபமாக தூக்கிவிடும். இவற்றை அளவிட சோதனைச் சாதனங்கள் இருக்கின்றன. (படங்கள் தொகுப்பில்)

எலும்புகளுடன் இணைக்கப்பட்ட வரித்தசைகள் ஒரு நுனியில் விசிகையால் (Tendon) எலும்புடன் இணைக்கப்படும். மறுநுனி நேராக எலும்புடன் இணைந்திருக்கும். தசை சுருங்கும்போது விசிகைப் பாகத்திலிருந்து எலும்பு பாகத்தை நோக்கி தசைச் சுருங்கும். இவ்வாறு ஒரு நுனியில் அசையாமலும் மற்றொரு நுனியிலிருந்து அசையாத இடம் நோக்கி சுருங்கும் நிலைக்கு சமத்திறன் சுருங்குதல் (Isommetric Contraction) என்று பெயர். இதில் நீளம் குறைந்தாலும் ஏற்பட்டத் திறன் குறைவதில்லை. தசையின் இரு நுனிகளிலும் பொருத்தி அசையாமல் இருக்கும் போது பரிமாணத்தில் எந்த மாற்றமும் இல்லாமல் திறன் வெளிப்படும்.

அனேகமாக தினமும் நாம் செய்யும் வேலைகளில் நடக்கும் தசைச் சுருக்கம் சமத்திறன் வகையைச் சார்ந்ததாகும். நாம் ஒரு மிக கனமான பொருளை முயற்சியுடன் நகர்த்தும் போது தசைகள் சமத்திறன் முறையில் சுருங்குகின்றன. சில உடற் பயிற்சிகளின் போதும் இவ்வாறே தசைச் சுருக்கம் நிகழ்கிறது.

தாடைப் பூட்டு நோய் (Lock Jaw Disease)

ஒரு தசைக்கு உணர்வு ஊட்டும் போது ஒரு வினாடிக்கு 5 முதல் 10 முறைகள் தசைகள் நன்றாக சுருங்கி விரிகின்றன. 15 முதல் 30 வரை சுருங்கி விரிதல் என்றால் தசைகள் சரியாக விரிவதில்லை என்று பொருள். இதை முழுமையில்லாத தடைப் பூட்டு என்று குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. உணர்வு அதிகமாக இருந்து மின் அணு சக்தியும் அதிகமாக இருக்கும் போது தசை விரிவடைதல் நின்றுவிடும். சோதனையில் தவளையின் தசைப் பூட்டிற்கு ஒரு வினாடிக்கு 40 முறைகள் சுருங்குதலே காரணம் எனக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இதனால் சுண்ணாம்பு அயனிகளும், வெப்பமும் அதிகரிக்கின்றன. ஏற்கனவே ஏதாவது ஒரு புண் இருந்தால் இது வழியே கிளாஸ்டிரியன் டெடானி (Clostridium tetani) என்ற பாக்டிரியா (Bacterium) புகுந்து வெளிவிடும் விஷச்சத்துள்ள (Exotoxin) பொருளை விடுவதால் கீழ்க்கண்ட மேற்தாடையுடன் சேர்ந்து கெட்டியாகப் பிடித்துக் கொண்டு வாயைத் திறக்க முடியாமல் போய்விடும். கீழ்தாடையை மேல்தாடையுடன் இணைக்கும் செவுள் தசைகள் (கன்னம் உள்ளே Squamos Muncles) சுருங்கி விரிவடையாமலே இருத்தலே இந்நோயாகும். இந்நோய்க்கு "ரணஜன்னி" என்ற பெயர் வழக்கில் உள்ளது.

தசை சுருங்கும்போது நிகழும் வேதிமாற்றங்கள்

Chemiaal changes during muscle contraction

(1) ATP → ADP + P/A (immediate energy for contraction, phosphorylation of glycogen, is anaerobic exothermic reaction)

(2) CP → Creatine + P/A (Energy and P A for resynthesis of ATP in 3, is anoerobic and exothermic)

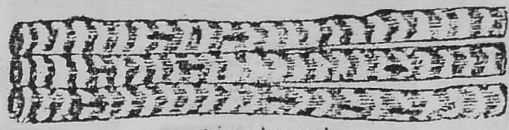
(3) ADP + P/A → ATP (The reactions (2)+(3) can be combined and written as below and is called Lohmann reaction

CP + ADP → Creatine + ATP

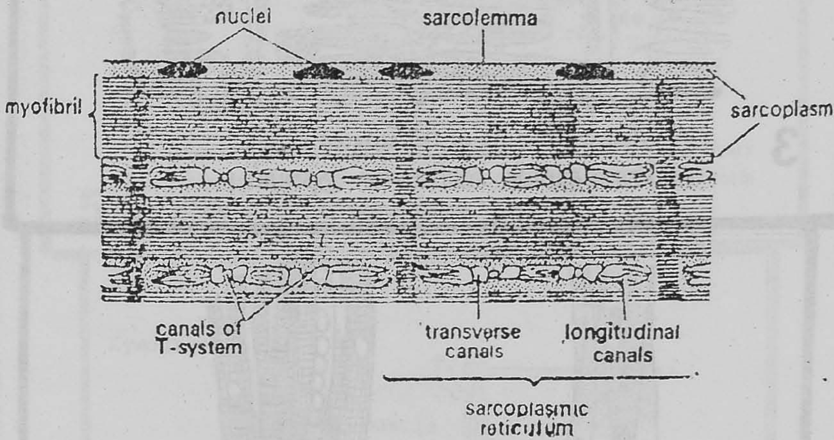
(4) Glycogen → Lactic acid (Energy for resynthesis of CP and ATP. Partly anaerobic and partly aerobic

(5) Lactic acid → $\frac{1}{5}$ oxidized to $CO_2 + H_2O$ and provides energy for $\frac{4}{5}$ to be reconverted to glycogen, in the absence of oxygen lactic acid is not oxidized to CO_2 and H_2O and glycogen is not resynthesized

1

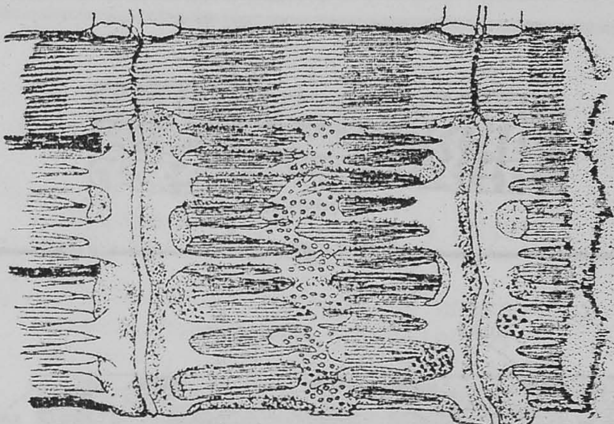


வரிச்தசைகள்



2

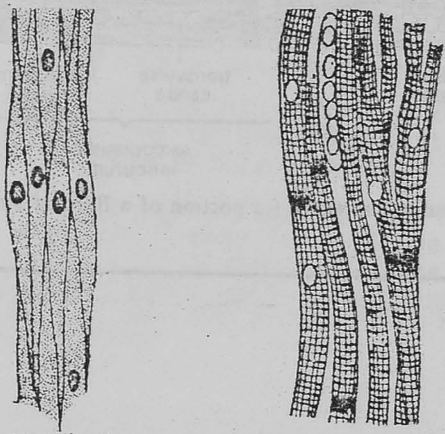
Longitudinal section of a portion of a fibre of striated muscle.



3

A detailed structure of the striated muscle.

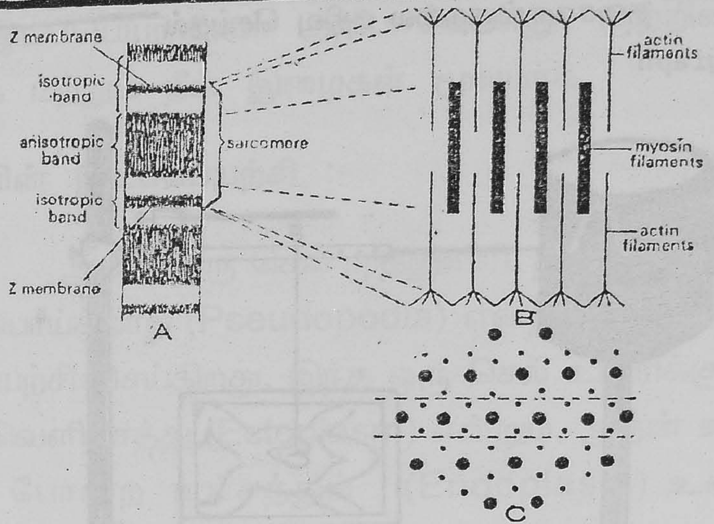
வரிச்சதையின் விரிவான அமைப்பு



4

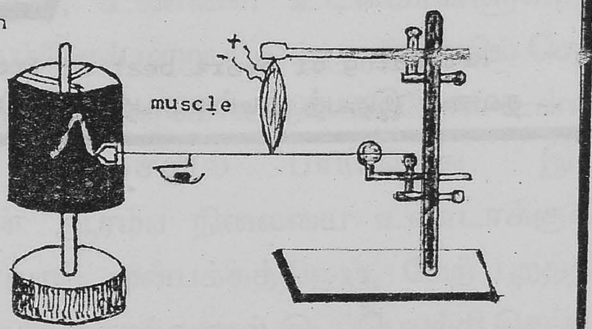
வரியிலா தசைகள்

இதயத்தசைகள்



A—A portion of a single myofibril as it appears under an ordinary microscope; B—Showing the arrangement of actin and myosin filaments; C—Transverse section through the filaments

5

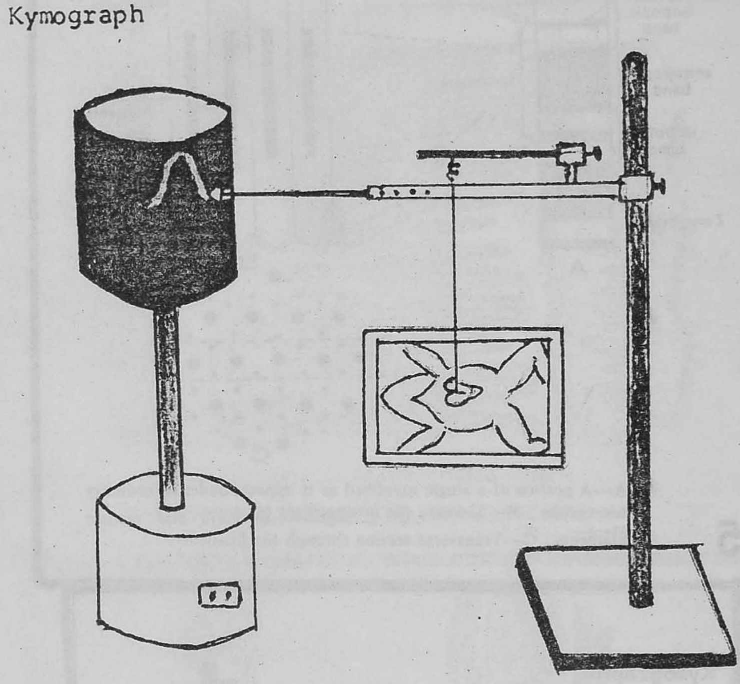


6

Recording contraction of muscle

தசைசுருங்குதலை பதிவு செய்தல்

தசைசுருங்குதலை பதிவு செய்தல்



7 Recording of heart beat of frog
தவளை இதயத் துடிப்பை பதிவு செய்தல்

11.2. இடப்பெயர்ச்சிகள் அமீபாபோன்று, குற்றிழைகள் மூலமாக மற்றும் நீள் இழைகள் மூலமாக.

அமீபாவின் இடப்பெயர்ச்சி :-

அமீபா ஒரு செல் முதனுயிரி. இடப்பெயர்ச்சியின் போது பொய்க்கால் (Pseudopodia) என்ற அமைப்புகளால் இடப்பெயர்ச்சி செய்கிறது. இந்த ஒரு செல் உயிரிக்கு சற்று தடித்த வெளிச்சத்து (Ectoplasm) என்றும், அதன் உள்ளே திரவம் போன்ற உட்சத்தும் (Endoplasm) உள்ளது. நுண்நோக்கியால் பார்க்கும்போது உட்சத்தில் உட்கரு (Nucleus) மற்றும் உணவுக்குழி (Food Vacuole) உடன் சுருங்கு குழி (Contractile Vacuole) உள்ளது. இடப்பெயர்ச்சிக்கும், உணவை உட்கொள்ளுவதற்கும் வெளிச்சத்து திரவம்போல் மாறுபட்டு ஒரு திசையில் செல்லும். அப்போது உட்சத்து முன்னமேயே திரவம் போல் உள்ளதால் வெளிச்சத்தின் திசையில் பாய்கிறது. இதுவே இடப்பெயர்ச்சியின் ஆரம்ப நிலையை உண்டாக்குகிறது. இவ்வாறு அமீபாவால் முன்பக்கத்திலும், மேற் புறத்திலும், பக்கவாட்டிலும் பொய்க்கால்களால் இடப்பெயர்ச்சி செய்கிறது. சிறிது நகர்ந்த பிறகு வெளிச்சத்து மறுபடியும் தடித்த கடினச் சத்தாக மாறிவிடும். இதனால் பொய்க்காலுக்கு ஒரு உருவம் கிடைக்கிறது. இவ்வாறு திரவநிலை உட்சத்து ஒருபோதும் உட்கரு, உணவுக்குமிழி, சுருங்குக்குழி போன்றவைகளும் உடன் எடுத்துச் செல்லப்படும். இவ்வாறு தடித்த வெளிச்சத்து திரவச் சத்தாக மாறுவதை நீர்த்து போதல் (Solation) என்றும்,

திரவநிலைத் தடித்துப்போவதைத் தடித்துப்போதல் (Gelation) என்றும் குறிப்பிடப் பட்டுள்ளன. இதே பொய்க்கால்கள் உணவை உட்கொள்ள ஒரு கிண்ணம் போன்று அமைப்பை உண்டாக்கி உணவுப் பொருள்களை உள் அடக்கி மூடிக்கொண்டு உணவைச் சுற்றிலும் தடித் திரவத்தினால் மூடி ஒரு குமிழிபோல் ஆக்கிவிடும். இதையே உணவுக் குமிழி என்று குறிப்பிடுகிறோம். உணவு அல்லா மற்ற கடினப் பொருள்கள் மேல் பொய்க்கால்கள் பரவினாலும் இடப்பெயர்ச்சி நடக்கும். மற்ற பொருள்கள் உட்கொள்ளபட மாட்டா.

பொய்க்கால்களில் இரண்டு வகைகள் உள்ளன. முதல் வகையில் விரல் போன்ற தோற்றத்தில் உருவாகும் பொய்க்கால்கள் குவிப் பொய்க்கால் (Lobopodia) என்றும், சிலவகை சிறு அமீபாக்கள் நீட்சி போன்ற கூர்மையான பொய்க்கால்களை உடையது. இத்தகையப் பொய்க்கால்களை நீட்சிப் பொய்க்கால்கள் (Filipodia) என்று அழைக்கப்படுகிறன. குழிப் பொய்க்காலில் வெளிச்சத்து, உட்சத்து இரண்டும் உள்ளன. நீட்சிப் பொய்க்கால்களில் வெளிச்சத்து மாத்திரம் உள்ளது. இம்மாதிரியான மாற்றங்களைக் கொண்ட பொய்க்கால்கள் சூழ்நிலைக்கு தக்கவாறு உள்ளதாகக் கருதப்படுகிறது.

பொய்க்கால் உருவாகும் முறைபற்றி இரு விளக்கங்கள் உள்ளன. (1) திரவச்சத்தினைச் சுற்றிலும், பின்புறத்திலுள்ள தடித்த வெளிச்சத்து, திரவத்தை அமுக்கி முன்னே செலுத்துகிறது. இதனால் முன்பக்கத்தின் பொய்க்கால்கள் உருவாகிறது. (பற்பசைக் குழாயை நாம்

சுற்றிலுமாக அழுத்தும்போது பற்பசை எவ்வாறு முன்னே தள்ளப்பட்டு வெளிவருகிறதோ அதுபோல்) மற்றொரு விளக்கம் அண்மையில் கிடைத்துள்ளது. பொய்க்கால் தோன்றும் இடத்தில் உள்ள தடித்த வெளிச்சத்து திரவத்தை இழுத்துக் கொள்கிறது. இவ்விரண்டும் பொதுவாக சரியாக ஏற்றுக் கொள்ளப்படவில்லை என்றும் எதிர் காலத்தில் மிக நுண்ணிய சாதணங்களைக் கொண்டு மிகச் சரியான முடிவைத் தெரிந்துகொள்ள நாம் பொறுமையாக இருக்க வேண்டும்.

குன்றிழைகள் **(Cilia) :**

முதனுயிரி வகைகளில் இவ்வித குன்றிழைகள் காணப்படுகின்றன. ஒரு இழையுடனும், பல இழைகளுடனும் உள்ள உயிரிகள் உள்ளன. இரண்டு குன்றிழைகள் உள்ளவை மாற்றி மாற்றி இசைவதால் இடப்பெயற்சி ஏற்படும். பல இழைகள் உள்ள உயிரிகள் இவ்விழைகளால் முன்னும் பின்னும் மிக வேகமாக அசைவதன் மூலம் முன்னேறுகிறது (படகில் துடுப்புகள் போல்). குன்றிழை அதன் அடிப்பாகத்தில் உள்ள கைநெடோசோம் (Kinetosome) என்ற இடத்திலிருந்து நீட்டிக் கொண்டுள்ளது. பக்கவாட்டிலிருந்து சிறு நீட்சிகள் குன்றிழையின் சுவற்றிலிருந்து வெளிப்படுகிறது. இழையின் வெளிச் சுவரும் உயிரியின் வெளிச் சுவற்றின் ஒரு பாகமே ஆகும்.

மின் அணு நுண்ணோக்கியால் கண்டுள்ள குன்றிழையின் அமைப்பு :

இவ்விழைகளில் மிகு நுண்ணிய நீட்சிகள் (Microtubules) இருக்கின்றன. இவற்றை மூடிக்கொண்டு ஒரு படலம்போல் ஒன்று உள்ளது. இவற்றில் 9 ஜோடி நுண் நீட்சிகள் உள்ளன. அவற்றின் நடுவே இரண்டு நீட்சிகள் இருந்து, இவற்றுடன் மற்றய நீட்சிகள் குறுக்கு நுண் நீட்சிகளால் இணைக்கப் பட்டுள்ளன. இந்த நுண் நீட்சிகள் கைநெடோசோம் (Kinetosome) என்ற பகுதிப் பிரிவிலிருந்து தோன்றுகின்றன. இப்பகுதியில் மூன்று மூன்றாக இணைந்து 9 முழு நீட்சிகளாக உள்ளது. இதற்கு நடுவில் நீட்சிகள் இல்லை. ஒன்பது ஜோடிகளில் ஐந்து ஜோடிகள் சுருங்கும்போது எதிர்திசையில் குன்றிழை வளைகிறது. அவ்வமையம் மற்ற நான்கு ஜோடிகளும் செயல்படுவதில்லை. நடுவில் உள்ள இரண்டு நுண் நீட்சிகள் சுற்றிலும் உள்ள நீட்சிகளைத் தூண்டுகிறது.

நீள் இழை (Flagellum):

முதனுயிரிகளில் நீளமாக சாட்டைப் போன்ற இழைகள் உள்ளன. இவற்றை நீள் இழைகள் என்கிறோம். இவை ஒன்று முதல் அதிக எண்ணிக்கையில் இருக்கும். இரண்டு நீள் இழைகள் இருக்கும்போது ஒன்று நீளமாகவும், மற்றொன்று குட்டையாகவும் உள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக பெரானீமா (Peranema) என்ற உயிரி நீளமான இழை முன்னே செல்லும் போது குட்டையான இழை அதன் பின்னே செல்லும்.

இடப் பெயற்சிக்கான இந்நீள் இழை வேகமாக ஆட்டக் கூடியதாக இருப்பதால் இவ்வுயிரிகள் இவற்றைப் பயன்படுத்துகின்றன. அலை போன்ற அசைவுகளால் சூழ்நிலைத் தண்ணீரை அசைப்பதன் மூலம் உயிரி முன்னே தள்ளப்படுவதால் இடப்பெயற்சி ஏற்படுகிறது.

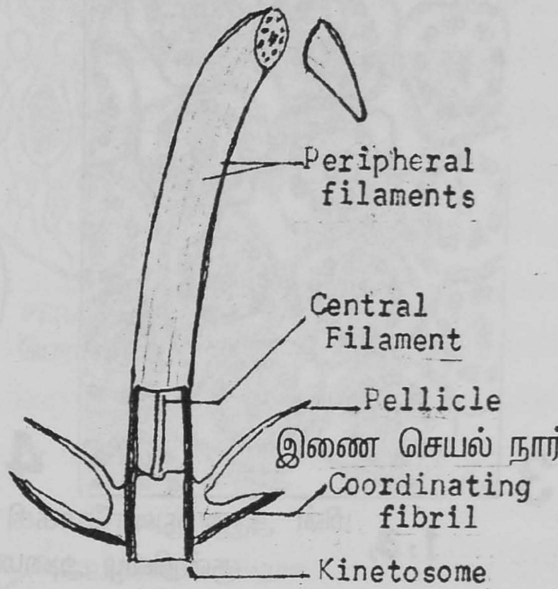
11.3. தனித்தன்மை உறுப்புகள் (Specialized Organs) :

(எ.கா. மின் விசை உறுப்புகளும், திசுக்களும்) :-

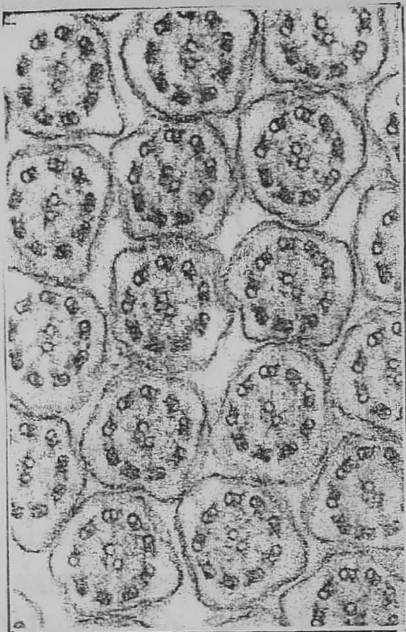
விலங்குகளிடையே எதிரியுடன் போராடுவதற்கும், எதிரியிடமிருந்து தற்காப்பிற்காகவும், இன உயிரியைக் கண்டுகொள்ளவும், சூழ்நிலை மாற்றங்களைத் தெரிந்து கொள்வதற்காகவும், தனித்தன்மை வாய்ந்த உறுப்புகள் உள்ளன. கால்நடைகளில் கொம்புகள், தேளின் கொடுக்கின் விஷம், பாம்பின் பற்களில் விஷம் போன்றவை இம்மாதிரியான தனித் தன்மை உறுப்புகள் எனலாம். திருக்கை மீன் வகைகளில் சிலவற்றில் மிகத் தனித்தன்மைவாய்ந்த உறுப்புகள் உள்ளன. அவற்றில் கொட்டும் திருக்கை (Sting Ray) மற்றும் மின்விசை தரும் உறுப்புகள் ஆகும். மிக சக்திவாய்ந்த மின்விசையை வெளிப்படுத்தும் சில திருக்கை மீன்களும் உள்ளன. இவ்விசை மூளை நரம்பினால் உந்தப்பட்டு வெளிப்படும்.எனவே இது ஒரு இச்சைச் செயலாகும். மின் விலங்கும், மின் திருக்கையும் இத்தகை உறுப்புகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. இவற்றில் சில திருக்கைகள் 400 வோல்ட்ஸ் (Volts) மின் சக்தியை வெளிப்படுத்தும்

திறனுடையவை. இதனால் எதிரியை மயக்கமடைய செய்வதோ அல்லது கொன்றுவிடவோ முடியும். சிறிய பல்பினை (Bulb) அமைத்து அதில் மின்சாரம் பாய்த்து ஒளி வெளிவருவதை சோதனையின் மூலம் கண்டுள்ளனர். டார்பிடோ (Torpido) என்ற வகை திருக்கை மீன் தலைபாகத்தில் இருபக்கங்களிலும் வட்டமாகவோ அல்லது அவரை விதை உருவத்திலோ பக்கத்திற்கு ஒன்றாக தட்டையாக அமைந்துள்ளது. இவ்வுறுப்பு நீண்ட தூண்கள் போன்ற தசை கூட்டமாக (Columnar Groups) உள்ளது. ஒவ்வொரு தூணின் அடியிலும் மூளைநரம்புகள் உள்ளன. நரம்பினால் தூண்டப்படும்போது மின்விசையை உண்டாக்கி திருக்கையின் மேல்புறத்திலும், பக்கங்களிலும் மின்விசை பரவும். மற்ற மீன்களையோ, எதிரிகளையோ வீழ்த்துவதற்கு இவ்விசையை அருகில் செலுத்தி வெற்றிகாணும்.

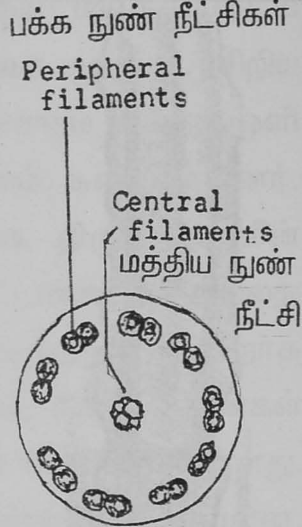
1



2 குன்றிழை – நீளவாட்டு வெட்டுத் தோற்றம்

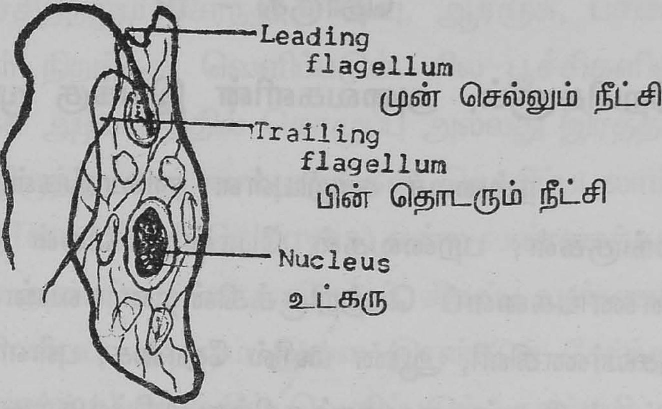


3



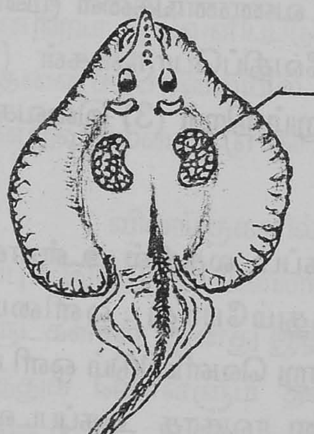
4

1,3, மின் அணு நுண்நோக்கி வழியாக
குன்றிழை அமைப்பு



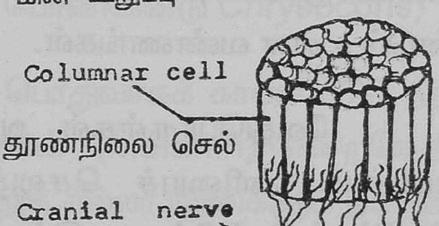
5

PERANEMA
பெரானீமா



6

Electric Ray
மின் திருக்கை



7

தொகுதி - 12

நிறமிகளும், அவைகளின் இயக்கு முறையும்

நம்மைச் சுற்றியுள்ள தாவரங்கள், பூச்சிகள், விலங்குகள், பறவைகள் போன்றவைகள் தனக்குரிய வண்ணங்களைப் பெற்றிருக்கின்றன. வண்ணமீன்கள், பஞ்சவர்ணகிளி, ஆண் மயில் தோகை, புள்ளிமான்களின் நிறங்கள் போன்றவை நாம் ரசித்து மகிழ்வதற்காக என்பதில் உண்மை இல்லை. இவைகளின் நிறங்கள் உயிரிகளுக்கு தேவையானதும் மற்றும் அதற்குரிய காரணங்களும் உள்ளன.

பூச்சி வகைகளில் உள்ள வண்ணங்களை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். (1) வேதிப்பொருள்கள் (2) செல்களின் அமைப்புகளால் தோன்றும் நிறம் (3) இவைகள் இரண்டும் உள்ள வண்ணங்கள்.

வேதிபொருள்கள் அகப்படலத்தில் உள்ளன. புறப்படலம் ஒளியைச் செலுத்தும்போது ஒளியைப் பிரதிபலிக்கச் செய்கின்றன. இவ்வாறு வெளிவிடும் ஒளி பல வண்ணங்களாக இருக்கும். இரண்டாவதாக அகப்படலம், புறப்படலம் இரண்டிலும் உள்ள ஒளிப்புகு செல்களின் அமைப்பு ஒளிச்சிதரல் (Refraction) செய்து வண்ணங்களை வெளிப்படுத்தும்.

மூன்றாவதாக அகப்படலத்தில் கொழுப்புப் பொருள்கள் நுண்ணிய அமைப்புகளாகவும், புறப்படலச் செல்கள் அமைப்பில் வேறுபாடுகள் இருப்பதாலும் வேதி

மாற்றும் ஒளிச்சிதறலும் சேர்ந்து சிவப்பு, ஆரஞ்சு, பச்சை மற்றும் மஞ்சள் நிறங்கள் வெளிப்படும். சில பூச்சிகளின் அகப்படலத்தின் அடிபாகத்தில் கொழுப்பு அல்லது இரத்தம் போன்றவை இருந்து சில வண்ணங்கள் வெளிப்படலாம். டெரிகோலஸ் (Terecolus L.Chlegyas) என்ற வண்ணத்துப் பூச்சியில் செல் அமைப்பால் ஊதாநிறமும், சிவப்பு வண்ணப் பொருள்களால் சிவப்பு நிறமும் இவை இரண்டும் சேர்ந்து மெஜந்தா (Mejantha) நிறத்தில் வெளிப்படும். காஸ்ஸிடா (Cassida) என்ற பூச்சி பொன் நிறம் கொண்டது. இந்நிறம் மேற்படலத்தின் வழியாக கீழ்படலத்திற்குச் செல்லும் ஒளியை இடையே உள்ள நுண் தண்ணீர் பொட்டுகளால் சிதரச் செய்து பொன்நிறம் வெளிப்படும். இத்தண்ணீர் பொட்டுகளை சோதனைச் சாலையில் எடுத்து விட்டால் பொன்நிறம் தோன்றுவதில்லை. (எ.கா. பொன்வண்டு Chrysocoris)

விலங்குகளில் பொதுவாகக் காணப்படும் நிறம் கறுப்பு. இந்நிறம் மெலானின் (Melanin) என்றவேதிப் பொருட்களால் ஆனது இதற்கு எல்லா நிறங்களும் தன்னுள் இழுத்துக் கொள்ளும் தன்மை உள்ளதால் கொள்வதால் வெளித் தோற்றத்திற்கு கறுப்பாகவே தென்படும்.

இவ்வித மெலானின் செல்களால் தயாரிக்கப்படுகிறது. சில பறவைகளில் அலகு, கழுத்து, கால்கள் போன்ற இடங்களில் இப் பொருள்கள் அதிகமாச் செல்களால் உண்டாக்கப்படுகிறது. எனவே சில உறுப்புகள்

அதிக கறுப்பு நிறமாகவும், மற்றும் சில இடங்களில் இல்லாமலும் அல்லது மிகுந்த குறைந்த அளவிலும் இருக்கும்.

சில பறவைகள் (Cardinals) உணவில் உள்ள நிறமிப் பொருள்களை (எ,கா, பழங்கள், விதைகள்) தங்கள் அழகின் நிறத்திற்காகப் பயன்படுத்தி வண்ணமிக்க சிறகுகளைப் பெற்றிருக்கின்றன.

தாவரங்களின் பச்சையத்தில் (Chlorophyll) கரோடின் (Carotin) என்ற வண்ண வேதிப் பொருள்கள் உள்ளன. குறுஇரால் (Tiny Shrimp) நுண்பாசிகளை உட்கொள்ளும். இப்பாசிகளில் கரோடின் அல்லது கரோடினாய்டு (Carotinoid) என்ற பொருள் உள்ளது. ஃப்ளாமிங்கோ பறவை குறுஇரால்களை உண்பதன் மூலம் இவ்விதப் பொருள்களைப் பெற்று சிறகுகளில் சிவப்பு, மஞ்சள் நிறங்களைப் பெறும். நீலப் பறவை (Blue Bird) என்ற பறவை நீல நிறமாக உள்ளது. இந் நீலநிறம் வெளித் தோற்றத்திற்குதான் நீல நிறமாகத் தெரியும். சில நிறமிகள் இல்லை. எனவே எவ்வாறு இந்நீல நிறம் உள்ளது என்பது ஆராயப்பட்டது. நீலப்பறவை மெலானின் பொருளைத் தயாரித்து வளரும் சிறகுகளில் செலுத்தும். இந்நிலையில் பறவையின் நிறம் கறுப்பாகத் தென்படும். ஆனால் சிறகுகளில் நுண்காற்று பைகள் உள்ளன. எனவே ஒளிச் சிதறல் ஏற்பட்டு கருமை மறைந்து நீலமாகத் தெரிகிறது (வானம் நீலநிறம்-ஒளிச்சிதறலால் ஏற்படுகிறது).

விதவிதமான வண்ணங்களை உடைய தவளைகள் உள்ளன. பச்சைத் தவளை (Bull Frog)யின் தோலில் மூன்று வித கிளைத்திருக்கும் நிறமிகள் இருக்கின்றன. இவற்றை நுண் நிறமித்துகள்கள் (Chromatophores) எனலாம். தோலில் உள்ள மூன்று படலங்களில் மேல் புறத்தில் வண்ண நிறமித்துகள்கள் (Xanthophores) உள்ளன. இவற்றில் ஆரஞ்சி, சிவப்பு, மற்றும் மஞ்சள் நிறமித்துகள்கள் உள்ளன. நடு படலத்தில் ஒளிச்சிதறலைச் செய்யும் துகள்கள் உள்ளன. இவை ஒளியை பிரதிபலிக்கவும், சிதறவும் செய்யும். அடிப்படலத்தில் கருப்பு வண்ணத் துகள்கள் (Melanophores) உள்ளன. இவை கருப்பு மற்றும் காவி (Brown) வண்ணங்களில் உள்ளன. ஒளி ஊடுருவி வெளியே வரும்போது பச்சை நிறமாகவோ அல்லது மஞ்சள் நிறமாகவோ இருக்கும். ஒளியின் அளவு, அது எந்த கோணத்தில் பாய்கிறது என்பதைப் பொறுத்து வண்ணங்கள் மாறும்படியாக நமக்குத் தெரிகிறது.

ஊர்வனவற்றில் பச்சோந்தி (Chameleon) சூழ்நிலைக்குத் தக்கவாறு வண்ணங்களை மாற்றிக் கொள்கிறது என்பதை நாம் அறிவோம். தோலின் அகப்படலத்தில் வண்ணநிறமித் துகள்கள் உள்ளன. இடம்மாறினாலோ, தூண்டப்பட்டாலோ பச்சோந்தி நிறம் மாறும் என்பது (1) வண்ண நிறமிகள் விரிவடைந்து ஒளிபிரதிபலித்து பச்சை நிறம் வெளிப்படும். (2) மற்ற நேரங்களில் வண்ண நிறமிகள் ஒன்று சேர்ந்து பிரதிபலிக்கும் ஒளி கறுப்பாக இருக்கும். எனவே சூழ்நிலையில் ஒளிப்புகும்

கோணம், ஒளியின் அளவு போன்றவைகளால் நிறம் மாறுவது கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.

பெரிய விலங்குகளில் மெலானின் (Melanin) என்ற கறுப்பு நிறக் காரணிகள் அடித்தோலில் அதிகமாக இருக்கும் போது நிறம் அதிகக் கறுப்பாக இருக்கும். இக்காரணிகள் இல்லாமலே இருந்துவிட்டால் வெள்ளை நிறமாக இருக்கும். வெள்ளை யானை, வெள்ளை மயில், வெள்ளைப் புலி போன்றவை இந்நிலையில் உள்ளவை. இவ்விரண்டு நிலைகளுக்கு இடையே நிறம் இருந்தால் அதை “மா நிறம்” என்கிறோம். (Mullato) இவ்வித நிறங்களுக்கு காரணிகள் உடலில் உள்ள மரபணுக்களே. மனிதர்களின் இவ்வித வெள்ளை நிற நிலை ஆல்பினிசம் (Albinism) எனப்படும்.

Verma P.S. , B.S. Tyagi and V.K. Agarwal, Animal Physiology, S. Chand & Co. , New Delhi. 2007

Singh H.D. Dr, Hand Book of Basik Human Physiology for Paramedical Student. S. Chand & Co., New Delhi 2007

Meenakumari, S. Mikrobial Physiology, MJP Publishers, Chennai 5. 2006

Goel, K.A., and K.V. Sastri. A text book of Animal Physiology, Rastogi Publishers, Meerut, 1996

Sasidara, R. Animal Biotechnology, MJP Publishers, Chennai 5. 2006

Robert D. Barnes, Invertebrate Zoology, Saunders College West Washington Square, Philadelphia, P.A. 1980

Collins English Dictionary, collins, London and Glasgow, 1983.

Willam S. Hoar, Physiology, Prentise Hall Inter-National INC London 1960

Alfred M Elliot. Zoology, Appleton Century Crofts, Educational Divition, Meredith corparation, New York 1968

Environmental Biology, P.S. Verma & V.K. Agarwal, S. Chand & Co. Ltd., Ram Nagar, New Delhi, 2008

Biology,A text book for class XII N.C.E.R.T., Delhi,1994

Human Physiology, (English Translation) E. Bask, et.al., Vol.2, Mir Publications, Moscow, 1985.

Topics in the study of Life, The Biosource Book, Harper and Row, New York, 1971.

299163
DR. T.P.M. LIBRARY ★ MADURAI KAMARAJ UNIVERSITY ★