

புதிய க. பொ. த. உயர்தர

விலங்கியல்

பகுதி IV

NEW G.C.E. A/L ZOOLOGY

Part IV

ஒப்பீட்டு உடலமைப்பியலும்
உடற்றொழிலியலும்

கரப்பான் — தேரை — மனிதன்

* கவாசத் தொகுதி

* நரம்புத் தொகுதி

ஆக்கியோன்:

எஸ். செல்வநாயகம் B. Sc. (Cey.) Dip. in Ed.

வெளியீடு:

ஸ்ரீ சுப்பிரமணிய புத்தகசாலை

235, காங்கேசன்துறை வீதி,

யாழ்ப்பாணம்.



புதிய க. பொ. த. உயர்தர

விலங்கியல்

பகுதி IV

NEW G.C.E. A/L ZOOLOGY

Part IV

ஒப்பீட்டு உடலமைப்பியலும்
உடற்றொழிலியலும்

கரப்பான் — தேரை — மனிதன்

* சுவாசத் தொகுதி

* தீரம்புத் தொகுதி

ஆக்கியோன்:

எல். செல்வநாயகம் B. Sc. (Cey.) Dip. in Ed.

வெளியீடு:

ஸ்ரீ சுப்பிரமணிய புத்தகசாலை

235, காங்கேசன்துறை வீதி,
யாழ்ப்பாணம்.

முதற் பதிப்பு: மார்ச் 1990

வெளியீடு:

ஸ்ரீ சுப்பிரமணிய புத்தகசாலை
235, காங்கேசன்துறை வீதி,
யாழ்ப்பாணம்.

அச்சுப்பதிப்பு:

ஸ்ரீ சுப்பிரமணிய அச்சகம்,
63, B. A. தம்பி வீதி,
யாழ்ப்பாணம்.

விலை ரூபா 50/-

க. பெர. த. உயர்தர விலங்கியல் பாடத்திட்டத்தின் ஒரு பகுதியாகிய சுவாசத்தொகுதியையும் நரம்புத்தொகுதியையும் அடக்கும் இந்நூலை வெளியிடுவதில் மகிழ்ச்சியடைகிறேன். மாணவர்களுக்கு இந்நூல் பெரிதும் பயன்படும் என்பதில் ஐயமில்லை.

இந்நூலும் முன்பு வெளியிடப்பட்ட பகுதிகளைப்போலி கரப்பான், தேரை மனிதன் ஆகியனவற்றின் உடலமைப்பு தொழிற்பாடு பற்றிய அடிப்படை அறிவை ஒப்பீட்டுரீதியில் விளங்கக்கூடிய வகையிலேயே ஆக்கப்பட்டுள்ளது. இது உயர்தர பரீட்சைகளுக்குப் பயன்படும் என்பதில் சந்தேகமில்லை.

நூற்பிரசுரம் தொடர்பான செலவுகள் மிகவும் அதிகரித்துள்ளமையால் இப் பகுதியில் மீட்டல் பயிற்சிகளைச் சேர்க்க முடியாமை யையிட்டு வருந்துகிறோம். எனினும் நிலைமை சீரானதும் மீட்டல் பயிற்சிகளைப் புறம்பாக வெளியிட உத்தேசித்துள்ளோம்.

இந்நூலைப்பற்றிய கருத்துக்கள் ஆசிரியர்களிடமிருந்தும் மாணவர்களிடமிருந்தும் வரவேற்கப்படும்.

இந்நூலை அழகுற அச்சிட்டு வெளியிட உதவிய ஸ்ரீ சுப்பிரமணிய புத்தகசாலை அச்சுக்கூட அதிபர் திரு. ஆ. சுப்பிரமணியம் அவர்கட்கு எனது மனமுவந்த நன்றி உரித்தாகுக. கல்வியுலகுக்கு அவர் புரியும் சேவை மகத்தானது. மேலும் ஸ்ரீ சுப்பிரமணிய அச்சு ஊழியர்கள் திறம்பட ஒத்துழைத்து இந்நூலை ஆகிவதில் அயராது உழைத்தனர். அவர்கள் யாவருக்கும் எனது நன்றிகள்.

‘சுகந்தம்’.

இணுவில் தெற்கு,

இணுவில், சுன்னாகம்.

எஸ். செல்வநாயகம்
நூலாசிரியர்

பொருளடக்கம்

	பக்கம்
பாடம் 1. சுவாசத்தொகுதி	
அலகு 1 அறிமுகம்	1
அலகு 2 சுவாச மேற்பரப்புகளின் வகைகள்	2
அலகு 3 தரைவாழ் விலங்குகளில் வாயுப்பரிமாற்றம் நடைபெறும் முறைகள்	11
அலகு 4 சுவாச உடற்றொழிவின்படி	31
 பாடம் 2. நரம்பு இயைபாக்கம் — நரம்புத்தொகுதி	
அலகு 1 அறிமுகம்	51
அலகு 2 தாழ்ந்த விலங்குகளின் நரம்புத் தொகுதி	64
அலகு 3 கரம்பானின் நரம்புத்தொகுதி	68
அலகு 4 முள்ளந்தண்டுள்ள விலங்குகளின் நரம்புத்தொகுதி	71
அலகு 5 தேரையின் மூளை	77
அலகு 6 மனிதனின் மூளை	79
அலகு 7 முண்ணாள்	92
அலகு 8 சுற்றயகி நரம்புத்தொகுதி	99
மையநரம்புத்தொகுதி - அடிப்படைப்பாங்கு ஒப்பீடு	116

பாடம் 1. சுவாசத்தொகுதி (Respiratory System)

அலகு 1. அறிமுகம்.

சகல அங்கிகளும் இயங்குவதற்குச் சக்தி அவசியமாகும். சக்தியானது உணவுகளில், குறிப்பாக காபோவைதரேற்றுகளிலும் கொழுப்புகளிலும் சேமித்துக் காணப்படும். உணவுப் பதார்த்தங்களிலுள்ள சக்தி ஒட்சியேற்றத்தின்போது விடுவிக்கப்படுகின்றது இதற்குப் பெருமளவு ஒட்சிசன் உள்ளெடுக்கப்படல் வேண்டும் மேலும் ஒட்சியேற்றத்தின் விளைவாகத் தோன்றும் காபனீரொட்சைட்டு வாயுவை விரைவாக வெளியேற்ற வேண்டியதும் முக்கியமானதாகும்; ஏனெனில் மிகையான அளவு காபனீரொட்சைட்டு அமிதைத்தன்மையை ஏற்படுத்தி கலங்களுக்கு நச்சுத்தன்மையை ஏற்படுத்துமாதலால் என்க. உயர் விலங்குகளில் ஒட்சிசனை வழங்கி காபனீரொட்சைட்டை நீக்குவதற்கு இரண்டு தொகுதிகள் பங்கேற்கின்றன. அவையாவன: (1) குருதிச் சுற்றோட்டத் தொகுதியும் (2) சுவாசத் தொகுதியும் ஆகும். குறிப்பிடுந்து (வளி அல்லது நீர்) ஒட்சிசனைப் பெற்றுக் காபனீரொட்சைட்டை வெளிவிடுதல் வெளிச்சுவாசம் (external respiration) அல்லது மூச்சுவிடல் (breathing) எனப்படும். இழையங்களில் புறவெப்பத்திற்குரிய இரசாயன மாற்றங்கள் நடைபெற்று உணவுப் பொருட்கள் ஒட்சியேற்றப்பட்டு சக்தி வெளிவிடுதல் உள்சுவாசம் (internal respiration) அல்லது இழையச்சுவாசம் (tissue respiration) எனப்படும். பெரும்பாலான விலங்குகள் குழுவிலிருந்தே ஒட்சிசனைப் பெற்றுக் கொள்கின்றன. வளியில் கனவளவுப்படி 21% ஒட்சிசனும், நீரில் கரைந்த ஒட்சிசன் 0.7% மும் காணப்படுகின்றது. நீர் மூலக்கூற்றிக் (H_2O) உள்ள ஒட்சிசன் சுவாசித்தலுக்குப் பயன்படமாட்டாது.

சில விலங்குகள் சிறிதளவு ஒருகல அங்கிகள் மாதக்கணக்கில் ஒட்சிசனில்லாமல் தப்பிப்பிழைக்கக் கூடியன. ஏனைய சில விலங்குகள் காற்றின்றிய நிலைகளில் மட்டுப்படுத்தப்பட்ட கால எல்லை வரையக்கூடியன. காற்றின்றிய சுவாசத்தின்போது இயதி விளைபொருட்கள் வழமையாக இலற்றிக்கமில்லம் அல்லது எதையில் அற்ககோலாக இருக்கும். இவ்விளைபொருட்கள் மேலும் அதிக இரசாயனச் சக்தியைக் கொண்டுள்ள பெரிய மூலக்கூறுகள் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது; காற்றின்றிய சுவாசம் விரயமான செயலாக இருப்பினும் அது அங்கிகளுக்கு பயனளிக்கக்கூடியது எனக் கூறலாம். ஏனெனில் சிறிது காலத்தை ஒட்சிசன் இல்லாமலேயே அவை தப்பிப்பிழைக்க முடியுமாயினால் என்க.

பொதுவாக அங்கிகள் காற்றுள்ள சுவாசமுறையையே மேற்கொள்ளுகின்றன. உயிருள்ள அங்கிகள் தமது குழுவிலிருந்து பரவல் முறைபாடி வாயுப்பரிமாற்றத்தை மேற்கொள்ளுகின்றன. இப்பரவல் செயல்முறை ஈரண்ப்பண கலநெல் சவ்வினாடாகக் கரைசல் நிலையில் நடைபெறும்.

சிறிய விலங்குகளில் தேற்பரப்பு / கனவளவு விகிதம் பெரிதாக இருப்பதால் உட்குதேற்பரப்பினாடாகப் பரவும் வாயுக்களே உடந்தேவையைப் பூர்த்தி

செய்யப் போதுமானதாகும். ஆனால் பெரிய விலங்குகளில் குறிப்பாக உயிர்ப்புள்ள விலங்குகளில் உடல் மேற்பரப்பு / கனவளவு விகிதம் குறைவானதாகக் காணப்படுவதால், உடல் மேற்பரப்பினூடாகப் பரவிச் செல்லும் வாயு போதாது என்பதனால் அவற்றில் விசேட சுவாசமேற்பரப்புகள் விருத்தியடைந்துள்ளன. மேலும் இவ்வாறான பெரிய விலங்குகளில் ஒப்பளவில் உட்புகவிடும் இயல்பற்ற தோலும், செதில்கள், இறக்கைகள், நயிர்கள் போன்ற ஏனைய கட்டமைப்புகளும் தடைகளாக இருப்பதனால் வாயுப்பரிமாற்றம் நிகழ்வதை மேலும் சிக்கலாக்குகின்றது. எனவே வாயுப்பரிமாற்றம் நிகழும் மேற்பரப்பு உடலின் ஒருபகுதியில் மட்டுப்படுத்தப்பட்டிருக்கும்.

முப்பரிமாண ஒழுங்கில் பருமன் அதிகரிப்பதும் ஒரு சிக்கலான நிலையைத் தோற்றுவிக்கின்றது. சுவாச மேற்பரப்புக்கு அப்பால் கலங்கள் மிக ஆழமாகவும் தூரத்திலும் அமைந்திருப்பதால் வாயுக்கள் போதுமான செறிவில் பரவமுடியாத நிலை ஏற்படுகின்றது. மேலும் சரலிப்பான சுவாசமேற்பரப்பு மென்சவ்வுக்கும் சூழல் ஊடகத்துக்கும் இடையே நேரான தொடர்பு அவசியமாகும். இது விசேடமாகத் தரைவாழ் அங்கிகளுக்கு மிகக் கடினமான நிலைமையை ஏற்படுத்துகின்றது. ஏனெனில் சுவாசமேற்பரப்பு உலர்ச்சியிலிருந்து பாகாக்கப்படுவதற்கு அகிலது இயன்றளவு குறைப்பதற்கு ஏற்ற முறையில் அவை அமைந்திருக்கவேண்டியது அவசியமாகும் என்க அத்துடன் பெரிய, கெல்லிய, நொருங்கத் தக்க சுவாசமேற்பரப்பு இலகுவில் பாதிக்கப்படுமென்பதும் குறிப்பிடத்தக்கதாகும்.

அலகு 2. சுவாச மேற்பரப்புகளின் வகைகள்

சுவாசமேற்பரப்புகள் உடலில் காணப்படும் முறையைக் கொண்டு அவற்றை இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவையாவன:

- (1) உப்புறம் நோக்கிய சுவாசமேற்பரப்பு:
உடல் மேற்பரப்பிலிருந்து உப்புறம் நோக்கி உருவாகிய நீட்சிகள்.
- (2) வெளிப்புறம் நோக்கிய உடல் மேற்பரப்பின் நீட்சிகள்:
உடல் மேற்பரப்பிலிருந்து வெளிப்புறமாக நீட்சியுற்றுக் காணப்படும் சுவாச உறுப்புகள்.

2. சுவாச மேற்பரப்புகளின் தேவைகள்:

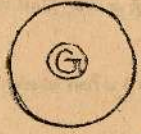
மேலே தரப்பட்ட எந்தவகையான சுவாசமேற்பரப்பும் பின்வரும் தேவைகளைப் பூர்த்தி செய்ய வேண்டும்:-

- (1) போதுமான விஸ்திரணத்தையுடைய சுவாசமேற்பரப்பு
- (2) சூழலுடன் வாயுப்பரிமாற்றம் நிகழும் இடத்திலிருந்து வாயுக்களைக்களைக் கொண்டு செல்லும் முறை
- (3) நொருங்கக்கூடிய மிதுவான சுவாசமேற்பரப்பை பாதுகாக்கும் முறை
- (4) வாயுக்கள் பரிமாற்றப்படுவதற்கு ஏற்றவகையில் சுவாசமேற்பரப்பை சரலிப்பாகவைத்திருத்தல்.

2. சுவாச மேற்பரப்புகளின் வகைகளும் சுவாசப்பொறிமுறைகளும்;

(1) பொது உடல் மேற்பரப்பு - பரவல் முறை,

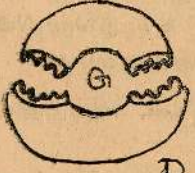
நீரிலிருந்து ஈரலிப்பான உடலிமேற்பரப்பிலூடாக உடலினுள்ளே பரவும் முறை: உதாரணம் புரற்றசோவன்கள் (அம்பா, பரமேசியம்) சேந்திரேற்றுக்கள் (ஐதரா, கடலினிமனி முதலியன) தட்டைப்புழுக்கள் (ஈற்றட்டையன்) இவை நீரில் அல்லது ஈரலிப்பான இடங்களில் வாழும் சிறிய விலங்குகளாகும். உடற்கலத்திலூடாக நடைபெறும் எளிய பரவல் போதியளவு ஒட்சிசனைப் பெறுவதற்கும் கார்பனிரொட்சைட்டை வெளியேற்றுவதற்கும் போதுமான முறையாக அமைகின்றது. இத்தகைய பல கலங்கள் கொண்ட விலங்குகளில் மேற்பரப்பிலுள்ள மேலணியிலூடாக ஒட்சிசன் உடலின் ஆழமான படைகளுக்குப் பரவலடைகின்றது.



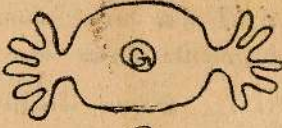
A



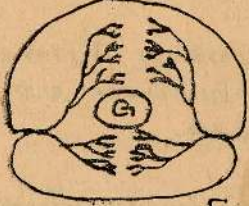
B



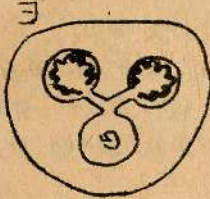
D



C



F



E

- A. முழு உடல் மேற்பரப்பிலூடாக வாயுப் பரிமாற்றம்.
- B. தட்டையான உடல் மேற்பரப்பிலூடாக வாயுப்பரிமாற்றம்; தட்டையாதவை SA / V விகிதம் அதிகரிக்கும்.
- C. வெளிப்புக்கள்.
- D. உப்புக்கள்.
- E. சுவாசப்பைகள்: பை போன்ற கட்டமைப்பைக் கொண்ட சுவாசப்பைகள் தெர்ண்டையுடன் தொடுக்கப்பட்டிருக்கும். பல மடிப்புக்களாக அல்லது அறைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ள சுவாசப்பை மேலணியையும் நெருக்கமாக அமைந்த குருதியிழைக் குழாய்களையும் கொண்டிருக்கும்.
- F. வாதனாசிக் குழாய்களின் முனையின் வாயுப் பரிமாற்றம். குழாய்கள் பல முறை கிளைத்து இழையங்களில் முடிவடையும்.

(2) தோல்: வளியிலிருந்து அல்லது நீரிலிருந்து பரவல் முறையால் தோலிலூடாகச் சென்று குருதிக்கலன்களை அடையும் முறை:

உ + ம: மண்டிமு (கணம்: அனலிடா)

தேரை, தவளை (கணம்: Chordata)

(3) வாதனாசிகள் (tracheae): வளியிலிருந்து சுவாசத் துவாரங்களிலூடாக அல்லது நீரிலிருந்து வாதனாசிப் பூக்களிலூடாக இழையங்களுக்கு வாதனாசிகள் எனப்படும் காண்களிலூடாக வழங்கப்படும் முறை.

உதாரணம்: பூச்சிகள், ஏனைய சில ஆத்திரப்பொட்டுகள்.

(4) பூக்கள்: நீரிலிருந்து பூக்களின் மேற்பரப்பிலூடாகக் குருதிக்கலன்களுக்குச் செல்லும் முறை:

உ + ம்: மீன்கள், அம்பிபியன்கள், சில அனலிட்டுகள் முதலியன;

பூக்கள் இருவகைப்படும் அவையாவன:

(1) வெளிப்பூக்கள்: உடல் மேற்பரப்பின் வெளிப்புற நீட்சிகள்; வெளிப்புறம் இருப்பதனால் பாதுகாப்பு இல்லை; எனினும் மேற்பரப்பு அதிகரிக்கப்படுகின்றது.

(2) உப்புநீர்ப்பூக்கள்: குருதிக்கலன் செறிவுள்ள, மெல்லிய இழைபோன்ற வளர்ச்சிகள்.

பூக்களில் ஒட்சிசன் - கார்பனீரோட்சைட்டுப் பரிமாற்றம் சூழவுள்ள நீருக்கும் பூக்களிலுள்ள குருதிக்கும் இடையில் நடைபெறுகின்றது.

(5) சுவாசப்பைகள் (அல்லது நுரையீரல்கள்)

வளியிலிருந்து சுரலிப்பான சுவாசப்பை மேற்பரப்புகளினூடாக குருதிகலன்களுக்குப் பரவும் முறை;

உ + ம்: தரைவாழ் நத்தைகள், பெரும்பாலான முள்ளந்தண்டுள்ள விலங்குகள்.

3. உடற் பருமன் அதிகரிப்பதனால் உயர் விலங்குகளில் ஏற்படும் பிரச்சனைகளும் அதன் விளைவாக ஏற்பட்ட சில மாற்றங்களும்

உடற்பருமன் அதிகரிப்பதனால் எளிதான பரவல் முறையால், உடலுக்கு வேண்டிய ஒட்சிசனைப் பெறமுடியாத நிலைமை ஏற்படுகின்றது. இக்குறை பாட்டை நிவர்த்தி செய்வதற்கு ஏற்றாற்போலி கட்டமைப்பு, உடற்சூழலில் மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. அவற்றில் முக்கியமான சில பின்வருமாறு:-

(1) விசேட, நேகமாக உள்ளடக்கப்பட்ட சுவாச மேற்பரப்புகள் விருத்தியடைதல்

(2) அசைவு: சுவாச மேற்பரப்பின் மேலாக நீரோட்டத்தை அல்லது வளி யோட்டத்தை ஏற்படுத்தும் பொறிமுறை,

(3) உடல் வடிவத்தில் மாற்றம்: மடிப்புகள் அல்லது இழையங்கள் போன்ற நீட்சிகள் தோன்றி குறைந்தளவு இடத்தில் அதிக மேற்பரப்பை ஏற்ப படுத்தி, கூடுதலான வாயுப்பரிமாற்றத்துக்கு வழிவகுத்தல்.

(4) கொண்டு செல்லல் பொறிமுறை:

உயர் விலங்குகளில் சுவாச வாயுக்கள் பரிமாற்றம் நிகழும் மேற்பரப்புடன் குருதிச் சுற்றோட்டத்தொகுதி நெருக்கமாக விருத்தியடைதல். இக் கொண்டு செல்லல் தொகுதியில் உடலிழையங்கள் யாவற்றுக்கும் ஒட்சி சன் வழங்கவும், CO₂ அகற்றப்படவும் வசதி ஏற்படுகின்றது.

சுவாசத் தேவைகள்

பெரிய விலங்குகளில், குறிப்பாக முள்ளந்தண்டுள்ள விலங்குவளில், சுவா சம் முழுமையாக நடைபெறுவதற்கு பின்வருவன அவசியமாகும்:-

(1) ஒட்சிசன் தோற்றுவாய்

(2) ஒரு சுவாச மேற்பரப்பு

(3) சுவாசமேற்பரப்பின்மேல் நீரோட்டம் அல்லது வளியோட்டம்.

(4) சுவாச ஊடகம் (வழமையாகக் குருதி)

(5) சுவாச நிறப்பொருள்

(6) கார்பனீரோட்சைட்டை எடுத்துச்செல்லும் பொறிமுறை

4. சுவாச மேற்பரப்புகளின் வகைகளும் அவை காணப்படும் விலங்குகளும்.

சுவாசமேற்பரப்பு

உதாரணங்கள்

1. கல மென்சவ்வு (உடல்மேற்பரப்பு) அம்பா, பரமேசியம் போன்ற புரற்றகோவன்களினி; ஐதரா, கடல் அனிமனி ஒபெனியா போன்ற சிலத்திரேற்றுக்கள்.
2. தோல் மண்புழு, தேரை, தவளை
3. வாதனாவி கரப்பான் போன்ற பூச்சிகள், மட்டத்தேன், அட்டை போன்ற ஏனைய ஆத்திரப்பொட்டுகள்
4. ஏட்டு நுரையிரல்கள் சிலந்தி
5. வெளிப்புறப்பூக்கள் வாற்பேய், சில அனலிட்டுப் புழுக்கள், லக் புழு ஆரசனிக்கோலா
6. உட்புறப் பூக்கள் வாற்பேய்கள் சில அம்பிபியன்கள், மீன்கள் கிரஸ்ரேசியன்கள் (ரூல், நண்டு)
7. சுவாசப் பைகள் அம்பிபியன்கள், நகருயிர்கள் பறவைகள், முலையூட்டிகள்
8. சுழியறைப் பூக்கள் (சுவாச மரங்கள்) கடல்வட்டைகள்
- 9 குழாய்ப்பாதங்கள் நட்சத்திரமீன், நொருங்கு நட்சத்திரம்

5. சுவாச நிறப்பொருட்கள்:

ஒட்சிசன் பகுதியழுக்கம் கூடிய இடங்களிலிருந்து ஒட்சிசன் பகுதியழுக்கம் குறைந்த இடங்களுக்கு ஒட்சிசனைக் கொண்டு செல்லும் இரசாயனப்பதார்த்தம் சுவாசநிறப்பொருள் எனப்படும்.

விலங்குகளில் பொதுவாக நான்கு வகையான சுவாச நிறப்பொருட்கள் உண்டு. இச் சுவாச நிறப்பொருட்கள் ஒட்சிசனுடன் மீளுந் தாக்கத்திலி ஈடுபட்டு சுவாச மேற்பரப்பிலிருந்து இழையங்களுக்குக் கடத்துவதில் பங்கு கொள்ளும். சுவாச நிறப்பொருட்கள் குருதியின் ஒட்சிசன் எடுக்கும் திற னையும் மாற்றம் செய்யும் திறனையும் அதிகரிக்கின்றன. இதனால் குருதியின் ஒரு அலகு கணவளவில் கடத்தப்படும் ஒட்சிசன் கனவளவு, சுவாச நிறப் பொருள் இல்லாத நிலையிலும் பார்க்க கூடுதலாக கடத்தமுடிகின்றது.

சுவாச நிறப்பொருள்	நிறம்	பிரதான மூலகம்	காணப்படும் இடம்	உதாரணம்
(1) ஈமோகுளோபின் (haemoglobin)	சிவப்பு	Fe ⁺⁺	(a) சிறுதுணிக்கை (b) பிளாஸ்மா	முலையூட்டிகள், பறவைகள், நகருயிர்கள், அம்பிபியன்கள், மீன்கள். அனலிட்டுகள், மொலஸ்காப் பிராணிகள்
(2) ஈமோசயனின் (haemocyanin)	நீலம்	Cu ⁺⁺	பிளாஸ்மா	இரூல், நண்டு போன்ற கிரத்தேசியன்கள், சில மொலஸ்காப் பிராணிகள்
(3) ஈமோஎர்த்திரின் (haemoerythrin)	சிவப்பு	Fe ⁺⁺⁺	செங்குருதிச் சிறுதுணிக்கை	சில அனலிட்டுகள், சில மொலஸ்காப் பிராணிகள்.
(4) குளோரோகுரோயின் (chlorocruvin)	பச்சை	Fe ⁺⁺	பிளாஸ்மா	சில அனலிட்டுகள்

சுவாச நிறப்பொருட்களில் இரண்டு பகுதிகள் உண்டு. அவையாவன: (1) ஒரு கூட்டுக்கூட்டம் (prosthetic group) (2) புரதம் என்பனவாகும். ஈமோகுளொபின் ஈம் (haem) எனப்படும் கூட்டுக் கூட்டமும் குளொபின் என்ற புரதமும் காணப்படும். ஈம் என்ற பதார்த்தத்தில் ஒட்சிசனை எடுத்துச் செல்லக் கூடிய இரும்பைக் கொண்டுள்ள சேர்வை உண்டு. சுவாசநிறப் பொருட்கள் யாவும் ஒரேயளவு ஒட்சிசனைக் கடத்திச் செல்லமாட்டா. இவ்வேறுபாடுகளைப் பின்வரும் அட்டவணை விளக்கிக் காட்டுகின்றது :-

சுவாசநிறப்பொருள்	உலோகத்தின் ஒரு அணுவைக் குரிய ஒட்சிசன் மூலக்கூறு	100 செ. மீ. 3 குருதியில் உள்ள ஒட்சிசன் செ. மீ. 3																
1. ஈமோகுளொபின்	1	<table> <tr><td>முளையூட்டிகள்</td><td>25</td></tr> <tr><td>பறவைகள்</td><td>18.5</td></tr> <tr><td>நகருயிர்கள்</td><td>9</td></tr> <tr><td>அம்பிபியன்கள்</td><td>12</td></tr> <tr><td>மீன்கள்</td><td>9</td></tr> <tr><td>அனலிட்டுகள்</td><td>6.5</td></tr> <tr><td>மொலஸ்காப்</td><td></td></tr> <tr><td>பிராணிகள்</td><td>1.5</td></tr> </table>	முளையூட்டிகள்	25	பறவைகள்	18.5	நகருயிர்கள்	9	அம்பிபியன்கள்	12	மீன்கள்	9	அனலிட்டுகள்	6.5	மொலஸ்காப்		பிராணிகள்	1.5
முளையூட்டிகள்	25																	
பறவைகள்	18.5																	
நகருயிர்கள்	9																	
அம்பிபியன்கள்	12																	
மீன்கள்	9																	
அனலிட்டுகள்	6.5																	
மொலஸ்காப்																		
பிராணிகள்	1.5																	
2. ஈமோசயனின்	$\frac{1}{2}$	<table> <tr><td>மொலஸ்கா</td><td>2</td></tr> <tr><td>கிரத்தேசியன்கள்</td><td>3</td></tr> </table>	மொலஸ்கா	2	கிரத்தேசியன்கள்	3												
மொலஸ்கா	2																	
கிரத்தேசியன்கள்	3																	
3. ஈமோஎறித்திரின்	$\frac{1}{2}$	<table> <tr><td>அனலிட்டுகள்</td><td>2</td></tr> </table>	அனலிட்டுகள்	2														
அனலிட்டுகள்	2																	
4. குளோரோகுரூரின்	1	<table> <tr><td>அனலிட்டுகள்</td><td>9</td></tr> </table>	அனலிட்டுகள்	9														
அனலிட்டுகள்	9																	

6. ஈமோகுளொபின் (Haemoglobin)

ஈமோகுளொபின் ஒட்சிசனுடன் சேர்ந்து தளர்வான சேர்வையாகிய ஒட்சி ஈமோகுளொபினைத் தோற்றுவிக்கும்.

சுவாசமையை



இவ்வாறு

ஒரு ஈமோகுளொபின் மூலக்கூற்றில் நான்கு Fe^{++} ஐக்கொண்ட ஈம் (haem) கூட்டம் காணப்படும்;

ஒட்சிஈமோகுளொபின் இலகுவில் ஒட்சிசன் பகுதியமூக்கம் குறைந்த இடங்களில் ஒட்சிசனாகவும் ஈமோகுளொபினைக் கெடவும் பிரிகையடையும். முளையூட்டிகளின் செங்குழியங்களில் ஏனைய முள்ளந்தண்டுள்ள விலங்குகளிலும் பார்க்கக் கூடுதலான ஈமோகுளொபின் உண்டு. மனிதனில் ஒரு செங்குழியத்தில் ஏறக்குறைய 28 கோடி ஈமோகுளொபின் மூலக்கூறுகள் உண்டு எனக்கணிக்கப்பட்டுள்ளது.

ஒவ்வொரு மூலக்கூற்றிலும் குளொபுலின் புரதமும் சிக்கலானசேதன மூலக்கூறுகிய ஈமும் (haem) உண்டு. ஈமில் நான்கு அலகு இரும்புக்கூட்டங்கள் உண்டு. ஒட்சிஈமோகுளொபின் நரடிக்குருதியில் காணப்படுவதாலேயே அது

நாளக் குருதியிலும் பார்க்க இளஞ்சிவப்பு நிறமாகத் தோற்றமளிக்கிறது என்பது குறிப்பிடத்தக்கதாகும்.

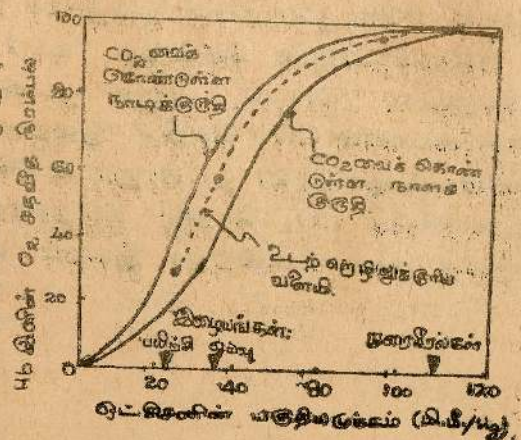
பல முள்ளந்தண்டிலுள்ள விஸ்குகள் ஈமோகுளோபின் நிறப்பொருளைக் கொண்டுள்ளபோதிலும் வேறு பலவற்றில் ஒட்சிசனைக் கடத்தும் வேறுவகை நிறப் பொருட்களையும் கொண்டிருக்கும். உதாரணமாகப் பல மொலஸ்காப் பிராணிகளும் ஆத்திரப்பொட்டுகளும் ஈமோசயனின் என்னும் நிறப்பொருளைக் கொண்டுள்ளன. இந்நிறப்பொருளில் இரும்புக்குப் பதிலாக செம்பு காணப்படுகின்றது. ஒட்சிசனைற்றப்பட்ட நிலையில் அது நீலநிறமாகத் தோற்றமளக்கும். ஈமோசயனின் கலங்களில் இராது பிளாஸ்மாவில் கரைந்திருப்பது குறிப்பிடத்தக்க ஆம்சமாகும். ஈமோகுளோபின் கலங்களில் இருப்பதனால் உயர் அனுசேபத்தைக் கொண்டுள்ள விஸ்குகளுக்குக் கூடுதலான இசைவாக்க அனுகூலம் உண்டு எனக் கூறலாம். இதனால் ஏற்படும் இரு நன்மைகளாவன:

- (1) கூடுதலான ஒட்சிசனை எடுத்துச்செல்ல முடியும்.
- (2) பிளாஸ்மாவில் இருப்பின் குருதியின் பிரசாரண அழுக்கச் சமநிலை பாதிக்கப்படும். இதனால் குருதி கூழ்போன்று மாறி இதயத்தின் வேலைப் பழுவை அதிகரிப்பதுடன், குருதிக்கலங்களினூடாக ஓடுவதும் கடினமாகி விடும். செங்குழியங்களில் ஈமோகுளோபின் இருப்பதனால் மேற்கூறிய நிலைமைகள் தோன்றுவது தவிர்க்கப்படுகின்றது.

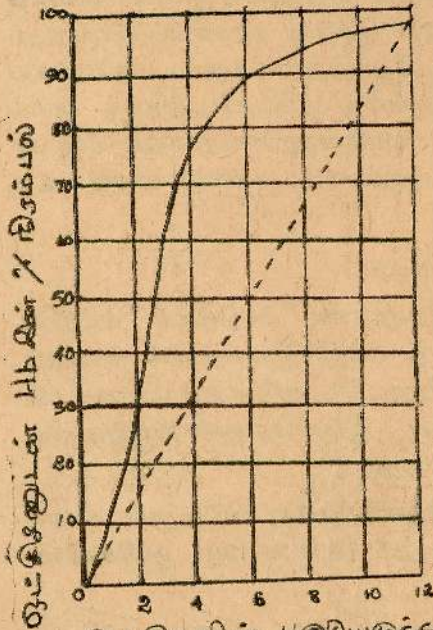
ஈமோகுளோபின் ஒட்சிசனுடன் சேருவதும், அதனிலிருந்து விடுவதும் அதாவது அது ஒட்சிசனை ஏற்றுவதும் (loading) இறக்குவதும் (unloading) ஒட்சிசனின் பகுதியழுக்கத்தைப் பொறுத்ததாகும். (pO_2)

ஒட்சிசனின் பகுதியழுக்கம் கூடுதலான இடங்களில் (சுவாசமேற் பரப்புகளில்) ஈமோகுளோபின் ஒட்சிசனுடன் சேரும்; ஒப்பளவில் pO_2 குறைவான இடங்களில் (இழையங்களில்) ஒட்சிஈமோகுளோபின் ஒட்சிசனாகவும் ஈமோகுளோபினாகவும் பிரிகையடையும். கீழே தரப்பட்டுள்ள வளையி வேறுபட்ட ஒட்சிசன் பகுதியழுக்க நிலைமைகளில் மனிதனின் ஈமோகுளோபின் சதவீதஒட்சிசன் நிரம்பலைக் காட்டுகின்றது:

நிறைவுடலி மனிதனின் ஈமோகுளோபினின் நாடிக்குருதிக்கும் நாளக்குருதிக்கும் உரிய வளையிகள் காட்டப்பட்டுள்ளன. உடைமட்டாத கோடால் காட்டப்பட்ட இரண்டு வளையிகளும் ஆய்வுகூட நிலைமைகளில் பெறப்பட்ட பெருநாடி, நாளக்குருதிகளை முறையே அளவிடப்பட்ட வெவ்வேறு ஒட்சிசன் பகுதியழுக்கங்களில் எடுக்கப்பட்டன. உடற்குழியில் வளையி (Physiological Curve) உயிருள்ள உடலில் நிகழும் வாயுப்பரிமாற்ற நிலைமையைக் காட்டுகின்றது.



ஒட்சின் பதியமுக்கம் குறையும்போது ஒட்சிஈமோகுளோபின் ஒட்சிசனாகவும் ஈமோகுளோபினாகவும் பிரிகையடையும் முறைப்பு கூடுதலாக இருப்பதனால் இவ்வளவு "ஒட்சின் பிரிகை வளையி" என அழைக்கப்படும். அதாவது ஒட்சின் பகுதியமுக்கத்திற்கு எதிராக குருதிமாதிரியின் சதவீத நிரம்பலைப் பதியும்போது பெறப்படும் வளையி ஒட்சின் பிரிகை வளையியாகும். சுவாசப்பைகளின் பொதுவான ஒட்சின் பதியமுக்கத்தில் (108 மி. மீ.) ஈமோகுளோபின் ஏறக்குறைய 98% நிரம்பலடைந்திருக்கும்.



ஒட்சின் பகுதியமுக்கம் (kN/m²)

மனித ஈமோகுளோபின் ஒட்சின் பிரிகை வளையி: 5 வடிவான வளையி ஈமோகுளோபின் ஒட்சிசனுக்குரிய உயர் நாட்டத்தைக் காட்டுகின்றது.

ஹைமோகுளோபின் கூடுதலாக நிரம்பலடைவதற்கு ஒட்சின் பகுதியமுக்கம் அதிகரிக்கப்படல வேண்டும். உயர் CO₂ செறிவுகளில் Hb குறைவாகவே ஒட்சிசனுடன் சேரும். ஆனால் ஒட்சிசனை இலகுவில் விடுவிக்கும். எனவே சுவாசப்பைகளில் CO₂ செறிவு குறைவாக இருப்பதனால் (வளிமண்டலத்திற்கு வெளியிடப்படுவதால்) ஒட்சிசனுடன் ஈமோகுளோபின் சேரும். இதற்கு மாறாக இழையங்களில் CO₂ செறிவு கூடுதலாக இருப்பதனால் ஒட்சிஈமோகுளோபின் இலகுவில் பிரிவடைகின்றது. இதைப் பின்வரும் வளையிகாட்டுகின்றது:—

ஏறக்குறைய 98% நிரம்பலடைந்திருக்கும் இழையங்கள் ஓய்வநிலையில் உள்ளபோது காணப்படும் ஒட்சின் பகுதியமுக்கத்தில் (32 m. m.) ஈமோகுளோபின் ஏறக்குறைய 88% நிரம்பலை அடையும். எனவே இவற்றுக்கிடையேயுள்ள 40% வேறுபாடு ஈமோகுளோபினால் எடுத்துச் செல்லப்படும் ஒட்சிசனின் அளவை (அதாவது இழையங்களில் விடுவிக்கப்படும் ஒட்சிசனின் அளவைக்) குறிக்கின்றது. ஆகவே இழையங்களில் ஒட்சிஈமோகுளோபினில் அரைவாசிக்குக் குறைவாக ஒட்சிசனை விடுவிக்கின்றது. நாளக் குருதியில் தொடர்ந்தும் அதிக ஒட்சிசன் காணப்படுகின்றது. அப்பியாசங்களின்போது இழையங்களில் கூடுதலான ஒட்சிசன் விடுவிக்கப்படுவதால் நாளக் குருதியில் ஒட்சிசனின் அளவு ஏறக்குறைய 28% க்கு வீழ்ச்சியடைவதாகக் காணப்பட்டுள்ளது.

ஒட்சின் பிரிகை வளையில் கார்பனீரொட்சைட்டின் தாக்கம்.

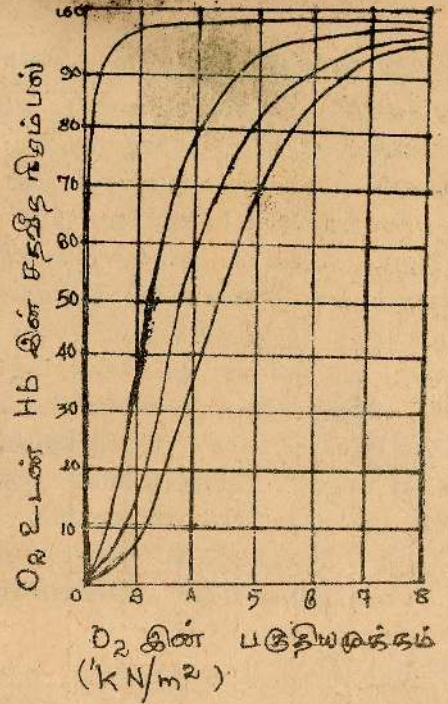
கார்பனீரொட்சைட்டின் செறிவை அதிகரிக்கும்பொழுது பிரிகை வளையி கீழ்நோக்கி (அதாவது வலதுபக்கம் நோக்கி) வீழ்ச்சியடைகிறது.

இது Bohr இன் விளைவு எனப்படும். இந்நிலை இவ்வளவு கார்பனீரொட்சைட்டின் செறிவுகளில் Hb குறைவாகவே ஒட்சிசனுடன் சேரும். ஆனால் ஒட்சிசனை இலகுவில் விடுவிக்கும். எனவே சுவாசப்பைகளில் CO₂ செறிவு குறைவாக இருப்பதனால் (வளிமண்டலத்திற்கு வெளியிடப்படுவதால்) ஒட்சிசனுடன் ஈமோகுளோபின் சேரும். இதற்கு மாறாக இழையங்களில் CO₂ செறிவு கூடுதலாக இருப்பதனால் ஒட்சிஈமோகுளோபின் இலகுவில் பிரிவடைகின்றது. இதைப் பின்வரும் வளையிகாட்டுகின்றது:—

CO₂ வின் செறிவு அதிகரிக்கும் பொழுது ஓட்சி ஈமோகுளோபின் பிரிகைவளையி வலது புறம் நகர்வதைக் காட்டுகின்றது.

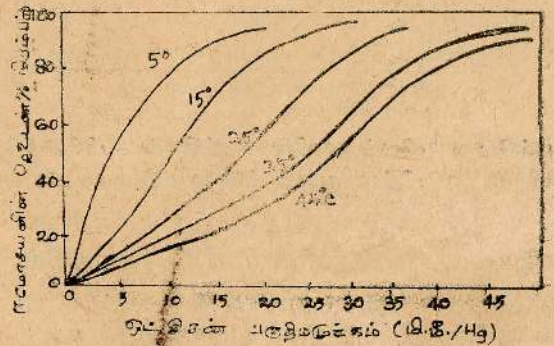
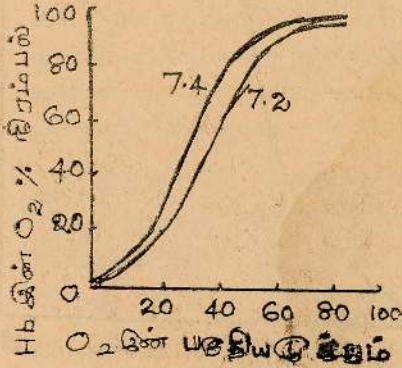
வளையிகள் (இடது புறமிருந்து வலது புறமாக)

முதலாவது வளையி: மயோகுளோபின் என்னும் நிறப் பொருள் ஓட்சிசனுக்குக் காட்டும் அசாதாரண நாட்டம்; 2வது, 3வது, 4 வது வளையிகள் மூன்றுவேறுபட்ட CO₂ செறிவு, ஓட்சிசன் பிரிகை வளையியில் ஏற்படுத்தும் தாக்கத்தைக் காட்டுகின்றது. 1 வது, 2வது, 3வது வளையிகள் முறையே 2.7kNm² CO₂, 6.7 kNm² CO₂, 10.6kNm² CO₂ செறிவுகளில் பெறப்பட்டவையாகும்.



ஓட்சிஈமோகுளோபின் பிரிகையில் pH இன் தாக்கம்;

ஓட்சிஈமோகுளோபின் பிரிகை வளையியில் pH ஐ குறைக்கும்பொழுது அதாவது அயிலத்தன்மையை அதிகரிக்கும்பொழுது பிரிகை வளையி வலதுபுறம் வீழ்ச்சியடையும். இதைப் பின்வரும் வளையி காட்டுகின்றது:



ஓட்சி ஈமோகுளோபினின் பிரிகை வளையியில் pH குறையும்போது வளையி வலதுபுறம் வீழ்ச்சியடைவதைக் காட்டுகின்றது.

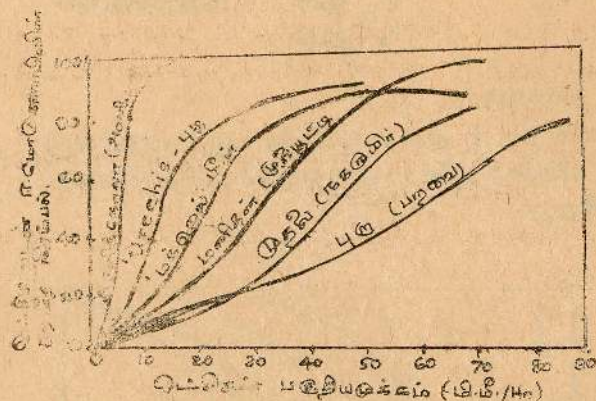
ஓட்சிசன் பிரிகை வளையியில் வெப்பநிலை அதிகரிப்பின் தாக்கம். இதிலும் பிரிகை வளையி வலதுபக்கம் நகர்கின்றது.

ஓட்சிஈமோகுளோபின் பிரிகை வளையியில் வெப்பநிலை அதிகரிப்பின் விளைவு

ஈமோகுளோபின் குளிர்ந்த நீரில் வெப்பமான நீரிலும் பார்க்கக் கூடுதலான அளவு ஓட்சனை எடுக்கும்; வெப்பநிலைத்தாக்கம் விலங்குகளின் வாழிடத்தின் வகையில் குறிப்பிடத்தக்க அளவு பாதிப்பை ஏற்படுத்தும்

யல்வேறு விலங்குகளின் ஈமோகுளோபினின் தன்மையும் அவற்றின் ஒட்சிசன் நாட்டமும்

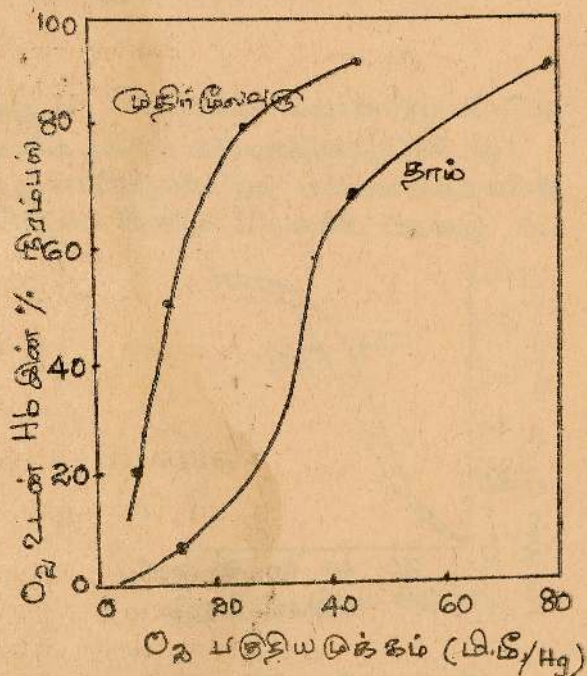
வெவ்வேறு விலங்குகளின் ஈமோகுளோபினின் ஒட்சிசனுக்குரிய நாட்டம் ஒரேமாதிரி இருப்பதில்லை. முல்யூட்டிகளுக்கிடையே சிறிய இனங்களில் ஒட்சிசன் பிரிகை வளையிகள் கூடுதலாக வலதுபக்கம் சாய்ந்திருப்பதைக் காணலாம்; அதாவது இவற்றின் ஈமோகுளோபின் ஒட்சிசனுக்குக் குறைந்த நாட்டத்தைக் காட்டுகின்றன. ஆகவே அவை இலகுவில் ஒட்சிசனை இறக்கிவிடுகின்றன. இதற்குரிய காரணம் இவ்விலங்குகளின் இழையங்களின் உயர் அனுசேப வீதத்துடன் தொடர்புடையதாக இருக்கக்கூடும் எனப் பெரும்பாலும் கூறலாம்; அதாவது இழையங்களின் கூடுதலான ஒட்சிசன் தேவையைப் பூர்த்தி செய்வதாகும். இவ்வாறே உயர் அனுசேபத்தையுடைய பறவைகளில் பிரிகைவளையி முல்யூட்டிகளினதிலும் பார்க்க வலதுபுறமாக அமைகிறது. பொதுவாக குளிர் குருதியுடைய விலங்குகளின் ஒட்சிசன் பிரிகைவளையி இளஞ்சூட்டு வெப்பநிலையுடைய விலங்குகளினத்திற்கு இடப்புறமாக அமையும். இவ் விலங்குகளில் இழையங்களுக்கு அதிகளவு ஒட்சிசன் தேவையில்தான் என்பதால் இலகுவில் பிரிகையடையும் தன்மையுள்ள ஒட்சிசமோகுளோபின் அவசியமில்லை. என்பது வெளிப்படையாகும்.



பல்வேறு விலங்குகளின் ஒட்சிசன் பிரிகை வளையிகளை ஒப்பிட்டு முறையில் காட்டும் படம்.

மேலும் மனிதனின் முதிர்மூலவுருவின் ஈமோகுளோபினும் நிறைவுடலியினது ஈமோகுளோபினும் இரசாயனரீதியில் சற்று வேறுபட்டிருக்கும். முதிர்மூலவுருவின் ஈமோகுளோபின் ஒட்சிசனுக்குக் கூடுதலான நாட்டமுடையது.

பரிசோதனை நிலைமைகளில் உடலிலிருந்து தனிப்படுத்தப்பட்ட குருதியிலுள்ள ஈமோகுளோபின் முதிர்மூலவுருவிலும் நிறைவுடலியிலும் ஒரேயளவு ஒட்சிசன் நாட்டத்தைக் காட்டுகின்றன. ஆனால் உடலினுள்ளே (உயிருள்ள நிலையில்) நிறைவுடலியின் ஈமோகுளோபின் 2—3 இருபொஸ்போகிளிசரேற்று (2—3 diphosphoglycerate) எனப்படும் ஒரு பதார்த்தத்துடன் சேருவதற்கு அதிக நாட்டத்



முதிர் மூலவுருவினதும் தாயினதும் ஒட்சிசன் பிரிகை வளையிகள்.

தைக் காட்டுவதனால், ஒட்சிசனுடன் குறைவான நாட்டத்தைக் காட்டுகின்ற தெனக் காணப்பட்டுள்ளது. முதிர்மூலவுரு தாயின் குருதியிலிருந்து ஒட்சிசன் பிறப்புவதனால் அது தாயிலும் பார்க்க ஒட்சிசனுக்குக் கூடுதலான நாட்டத்தைக் காட்டவேண்டுமென்பது எளிதில் விளங்கக்கூடியதே. உயர்ந்த கலைப்பிரதேசங்களில் வாழும் இலாமா (llama) போன்ற விலங்குகள் ஏனைய முட்டையுட்டிகளிலும் பார்க்க பிறப்புரிமை வழியாகவே நிர்ணயிக்கப்பட்ட அதிக ஒட்சிசன் நாட்டமுடைய ஈமோகுளொபினைக்கொண்டுள்ளன. அதாவது ஒட்சிசன் பிரிகை வளையச் சராசரி வளையிக்கு இடப்புறமாகச் சாய்ந்திருக்கும்.

மனிதன், ஆடு, மாடு, நாய் போன்றவைற்றை அதி உயரமான இடங்களில் விடும்போது சுவாசவீதத்தில் முதலில் மாற்றமேற்படுகிறது. ஆரம்பத்தில் சுவாசம் குறையும். ஆனால் குழல் மாற்றத்தினால் ஈமோகுளொபினில் மாற்றம் ஏற்படுவதில்லை. அவ்வாறாயின் இவ்விலங்குகள் காலப்போக்கில் எங்ஙனம் ஒட்சிசன் செறிவு குறைந்த உயர் கலைப் பிரதேசங்களில் இசைவாக்கமடைகின்றன என்னும் வினா எழுகின்றது. பின்வருவன இதற்கு விடையாக அமையும்:-

செங்குழியங்களின் எண்ணிக்கை கடிகமட்ட விலங்குகளிலும் பார்க்க உயர் கலைப்பகுதிகளில் வாழும் விலங்குகளில் அதிக எண்ணிக்கைகளில் காணப்படும். இது இரண்டு வழிகளால் நடைபெறும் அவையாவன:-

1. மண்ணீரல், தோலின் குருதியிர்க்குழாய்கள் போன்றவற்றில் சேமிக்கப்பட்ட செங்குழியங்கள் பொதுச் சுற்றோட்டத்தில் விடுவிக்கப்படும்;
2. செவ்வென்பு மச்சை மேறும் கூடுதலான உயிர்ப்புடையதாக மாறி, அதிக செங்குழியங்களை உற்பத்தி செய்தல்.

அலகு 3. தரைவாழ் விலங்குகளில் வாயுப்பரிமாற்றம் நடைபெறும் முறைகள்.

தரைவாழ் விலங்குகளில் நீரிழப்பைத் தடுப்பதற்காக வாயுப் பரிமாற்றம் நிகழும் மேற்பரப்பு (அல்லது சுவாச மேற்பரப்பு) உடற்குழியில் உள்ளடக்கப் பட்டிருப்பது ஒரு முக்கியமான அம்சமாகும். இதனால் பொறிமுறைச் சேதங்கள் ஏற்படுவது தடுக்கப்படுவதுடன் சுவாசமேற்பரப்பு உலர்வதிலிருந்தும் பாதுகாக்கப்படுகின்றது. இவ்வாறான சுவாச உறுப்புகளில் பெரும்பாலும் தாராளமாகச் சுரப்பிகள் காணப்படுகின்றன. தவிர்க்கமுடியாத நிலைமைகளால் சுவாசமேற்பரப்பிலிருந்து நீர் ஆவியாவதை இச்சுரப்புகள் ஈடுசெய்கின்றன.

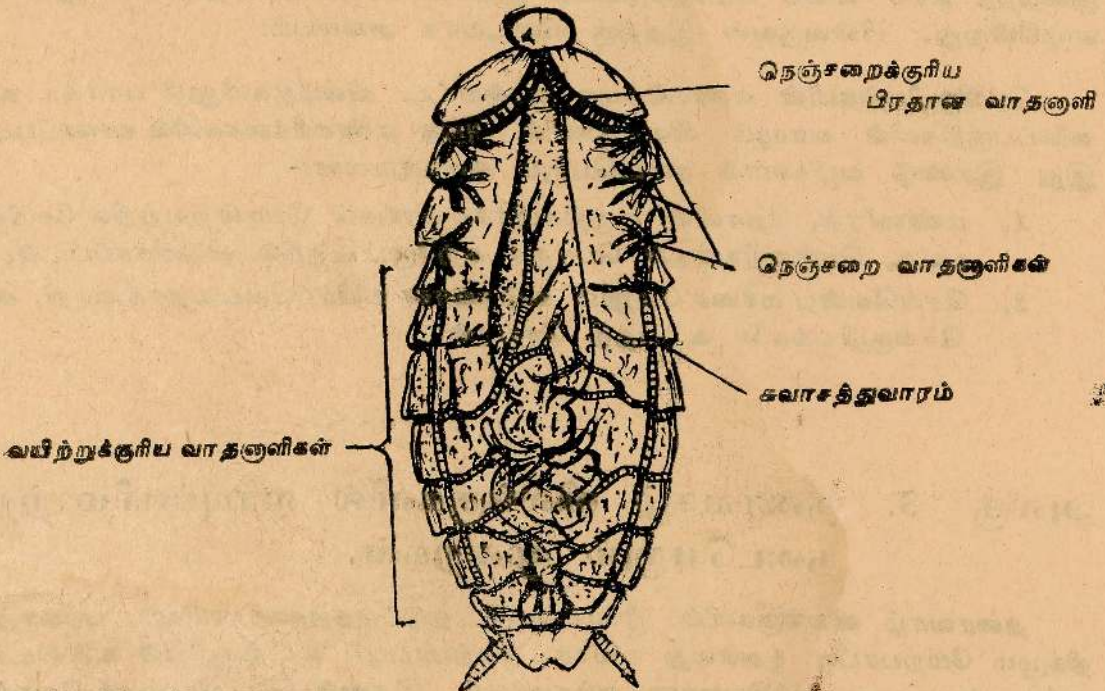
நாம் இங்கு கருத்திற்கொள்ளும் மூன்று விலங்குகளும் தரையில் வாழ்கின்றனவால் அவற்றின் சுவாசமேற்பரப்புகள் உடலினுள்ளே அடக்கப்பட்டிருக்கின்றன. கரப்பானில் உள்ளடக்கப்பட்ட பல கிளைத்த குழாய்களாகிய வாதனாஸ்கள் சுவாச அங்கங்களாகத் தொழிற்படுகின்றன. தேரையும் மனிதனும் கரம்

பாணப்போலேறே வளியிலிருந்தே ஒட்ச்செய்யப் பெறுகின்றன. இவற்றின் சுவாச அங்கங்கள் சுவாசப்பைகளாகும்;

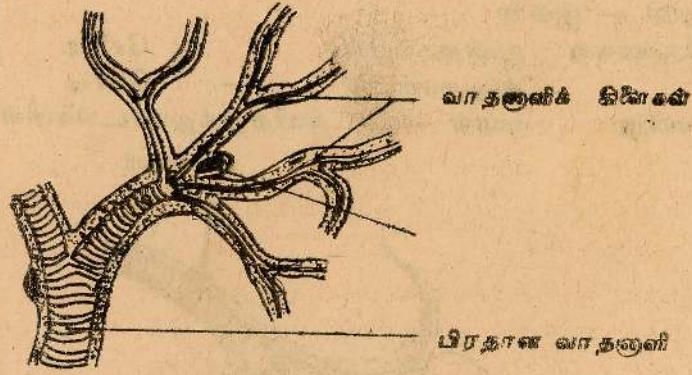
1. கரப்பானின் சுவாசத்தொகுதி

கரப்பானின் சுவாச அங்கங்கள் வாதஞளிகளாகும். வாதஞளிகள் பூச்சிகள் மீறியப்பொட்டுகள், சில அரக்னிட்டுகள் போன்ற ஆத்திரப்பொட்டுகளிலும் காணப்படுகின்றன.

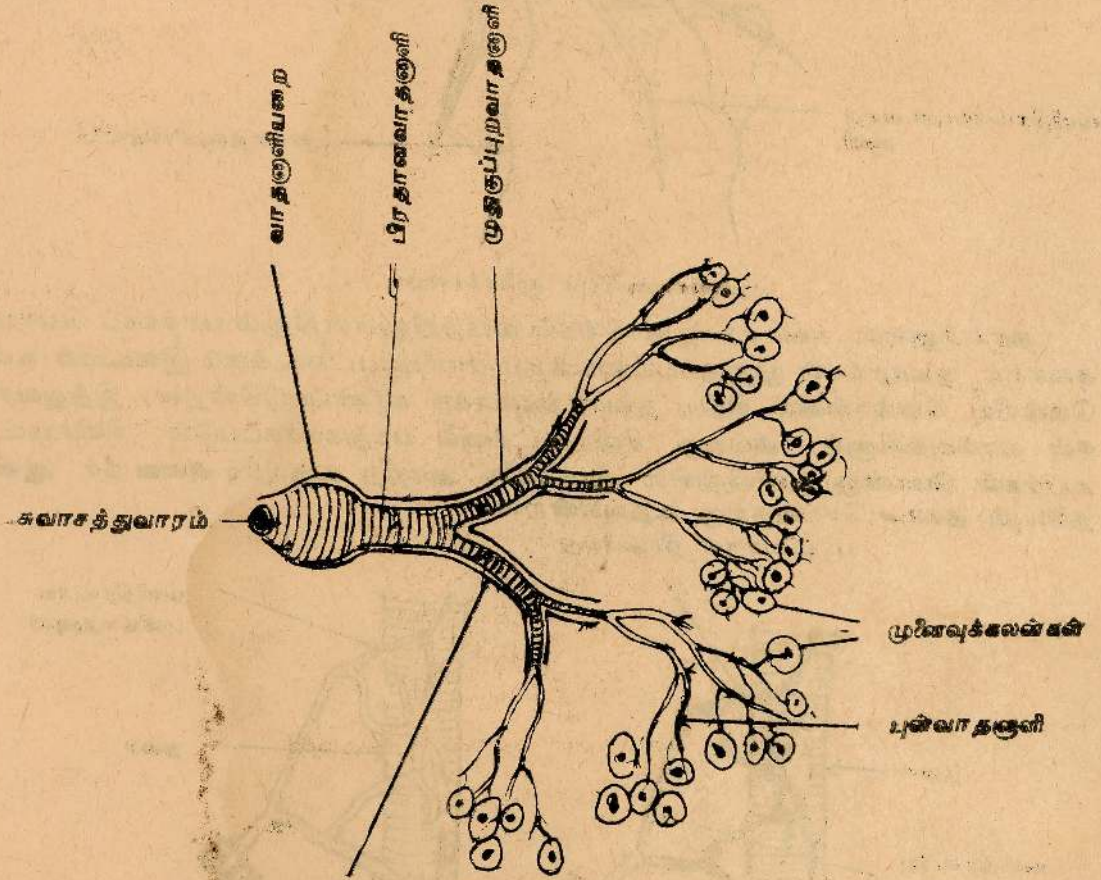
வாதஞளிகள் எப்பன உடலின் மேற்பரப்பிலிருந்து உட்பகுதிகளுக்குச் சென்று சகல அங்கங்களுக்கும் இழையங்களுக்கும் கிளைவிடும் நுண்ணிய குழாய்களாகும். வாதஞளிகள் வெளிப்புறத்தே சுவாசத்துவாரங்கள் மூலம் புறவன்கூட்டில் திறப்படுகின்றன. கரப்பானில் பத்துச் சோடி சுவாசத் துவாரங்கள் பின்வருமாறு அமைந்திருக்கும்:



கரப்பானின் வாதஞளித் தொகுதி

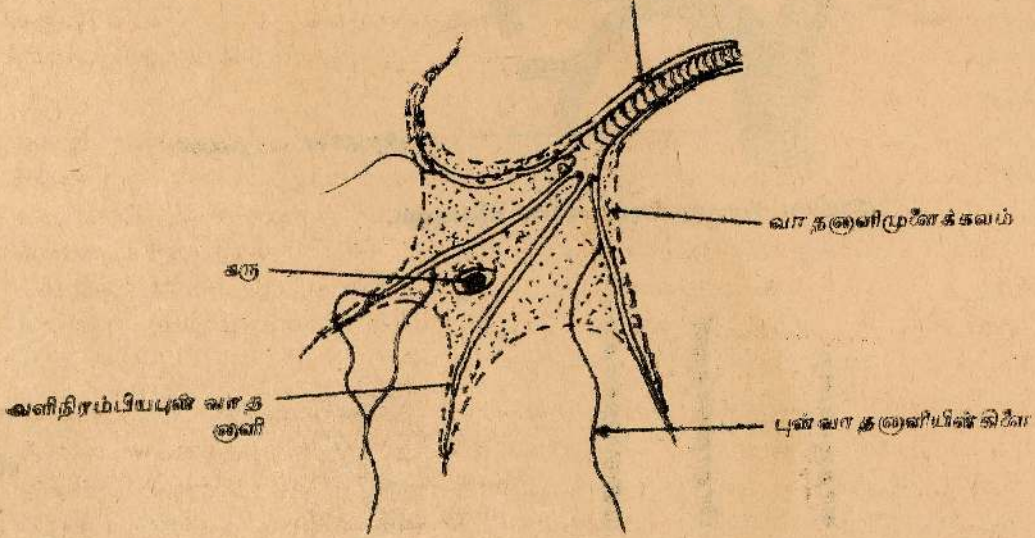


பிரதான வாதஞ்ஞியும் அதன் கிளைகளும்.



புவிதற்புறவாதஞ்ஞி
ஒரு வாதஞ்ஞி கிளைத்துக் கலன்களினுட் செல்லுகைத் காட்டும் படம்

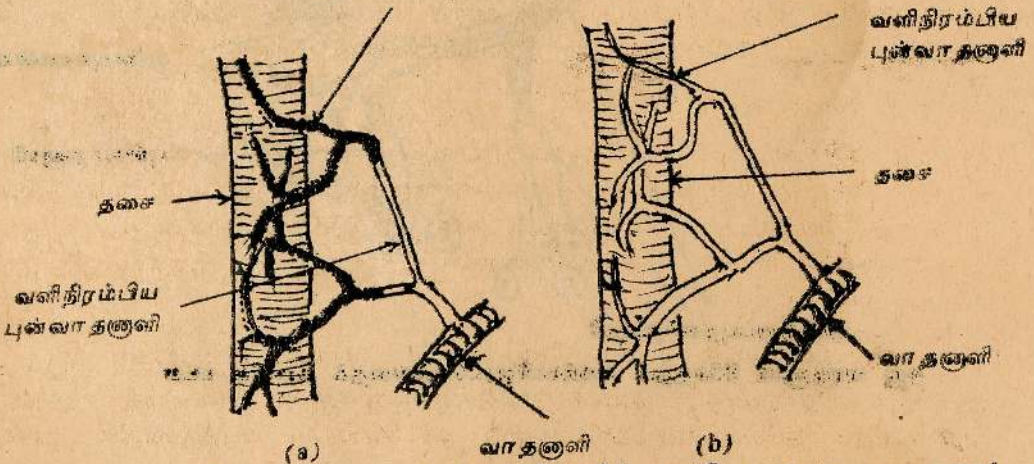
- (i) தலை — இலகி
(ii) நெஞ்சறை: முன்மார்பில் — 1 சோடி
அனுமார்பில் — 1 சோடி
(iii) வயிறு: முதல் எட்டு வயிற்றுத்துண்டங்களில் — 8 சோடி
வாதஞாவி



புன்வாதஞாவியும் முனைக்கலமும்

மார்பினுள்ள சுவாசத் துவாரங்கள் வயிற்றிலுள்ளதிலும் பாக்கிப் பெரியன சுவாசத் துவாரங்கள் முதுகுப்பட்டைக்கும் மார்புப்பட்டைக்கும் இடையில் உள்ள கெல்லிய கென்சலிவி சிறிய துவாரங்களாகக் காணப்படுகின்றன, இத்துவாரங்கள் வாலிவுகளினால் அல்லது சிவிர்புட்களால் பாதுகாக்கப்படும் சிவிர்புட்கள் மயிர்கள் போன்று வளியிலுள்ள தூசுக்களை அகற்ற உதவும்; அவை நீர் ஆவியாதனையும் தடை செய்வதற்கு உதவுகின்றன.

பாய்பொருள் நிரம்பியது



- (அ) ஒரு பூச்சியின் புன்வாதஞாவிக்காரின் முனைகளில் பாய்பொருட்கள் அசைவதைக் காட்டும் படம்
(ஆ) உயிளில் உள்ள தசையின் (b) உயிர்ப்பாக இருக்கும்போது

புவ்வாதனானிகளின் முடிவுகள் பாய்பொருளினால் நிரம்பியவை. இப்பாய் பொருளினூடாக கவளிலுள்ள கலங்களிடையே வாயுப் பரிமாற்றம் இடம்பெறுகின்றது. புவ்வாதனானிகளின் முனைகளிலுள்ள பாய்பொருள் தசைகள் உயிர்ப் பாகத் தொழிற்படும்போது கலங்களினுள்ளே உள்ளிழுக்கப்பட்டு கலங்களில் ஓட்சிசன் நேராகப் பரவுகின்றது.

வாதனானித் தொகுதியின் விளைத்திறன் ஓட்சிசன்பரவல் நீரில் இடம்பெறுவதிலும் பார்க்க வளியில் மிக விரைவாக இடம்பெறுகின்றதென்பதைச் சார்ந்துள்ளது.

கவாசத்துவாரங்கள் கூடம் அல்லது வாதனானியறையில் திறபடும். இவை வாதனானிக் குழாய்த் தொகுதியில் இட்டுச் செல்லும். வாதனானிகள் ஒரு குறிப்பிட்ட ஒழுங்குமுறையில் காணப்படும். சில வாதனானிக் குழாய்கள் நீளப்பக்கமாகவும், வேறு சில குறுக்காகவும் அமைந்துள்ளன. பெரிய வாதனானிக் குழாய்கள் ஏறத்தாழ 1 மி. மீ. விட்டமுடையன. வாதனானிகள் நிரந்தரமாக திறபட்டிருக்க வசதியாக உட்புறத்தே வாயுருத் தடிப்புகள் காணப்படும்; இவை கடினமாக்கப்பட்ட கைற்றினால் ஆனவை.

வாதனானிகளைத் தொடர்ந்து நன்கு கிளைத்த புவ்வாதனானித் தொகுதி காணப்படும். இப்புவ்வாதனானிகள் இழையங்களில் உயிர்க்குழாய்களாலான வலைப் பின்னடை உண்டாக்கலாம். புவ்வாதனானிகளில் புறவன்கூட்டுப் பொருள் இல்லை, அதாவது புறத்தோலால் போர்க்கப்படுவதில்லை. அவை நேராக உயிருள்ள கலங்களைச் சூழ்ந்து காணப்படுகின்றன. அவை வாழ்க்கை முழுவதும் நிகைத்திருக்கும் தோல் கழற்றலின்போது புவ்வாதனானிகள் நிக்கப்படுவதில்லை; ஆனால் வாதனானிகள் அகற்றப்படுகின்றன என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. புவ்வாதனானிகளின் சுவரினுட வாயுக்கள் இலகுவாகப் பரவமுடிகின்றது. நெடுசறையிலும், வயிற்றிலும் உள்ள உடற்றுண்டங்கள் முதலாக வயிற்றுப்புறமாகத் தட்டையாகித் தளர்வதனால் வாதனானிகளினூடாக வளி அசைவதற்கு வாய்ப்பேற்படுகின்றது.

உயிருள்ள கலங்கள் இடையிடாது புவ்வாதனானிகளிலிருந்து ஓட்சிசனைப் பெறுவதனால் புவ்வாதனானிகளுக்கும் கவாசத் துவாரங்களுக்கும் இடையே ஓட்சிசன்படித்திறன் ஒன்று ஏற்படுகின்றது. இதனால் வெளிப்புறத்திலிருந்து ஓட்சிசனானது வாதனானிக் குழாய்களினூடாக இழையங்களில் பரவும்.

காபனீரொட்சைட்டு வெளியேறும் முறை:

உட்சுவாசத்தின்போது வெளியேறும் காபனீரொட்சைட்டு புவ்வாதனானிகளினூடாகச் சென்று பின் வாதனானிகளுள் பரவி கவாசத்துவாரங்கள் மூலம் வெளியேறும்; இவ்வாறு வெளிப்பரவதல் மிகவும் குறைவாகவே நிகழ்கின்றது. பெரும்பாலும் CO₂ நிறைவுடலியின் குருதிக்குழியிலுள்ள குருதிநிணநீரினுட்பரவி புறத்தோலுடாகவே வெளியேறுகின்றது.

கர்ப்பான் போன்ற பூச்சிகளின் கவாசத்தொகுதியின் பிரதான அம்சங்கள்:

1. கவாசமேற்பரப்புக்கும் சுற்றோட்டத்தொகுதிக்கும் இடையில் நேரடித் தொடர்பு இல்லை. குருதித்தொகுதி ஓட்சிசனைக் கடத்துவதில் பங்கு கொள்வதில்லை.

2. ஓட்ச்சன் கலங்களுக்கு நேராகக் கடத்தப்படுகின்றது;
 3. சுவாசநிறப் பொருள் இல்லை
 4. புண்வாதனாளிகளின் முனைகளிலுள்ள பாய்பொருளில் அல்லது கலப்பாய் பொருளில் ஓட்ச்சன் பரவிச் செல்லும்.
3. கரப்பானின் சுவாசத்தொகுதியின் பாகங்களும் அவற்றின் தொழில்களும்:

பாகம்	தொழில்
1. சுவாசத்துவாரம்	வளி உட்செல்லவும்
2. வாதனாளிகள்	வளியை உட்காவிச் செல்லும்
3. சுவாசத்துவார வால்வுகள்	சுவாசத்துவாரம் மூடித்திறப்பதற்கு உதவும்
4. சிலிர்முட்கள் (மயிர்கள்)	நீர் ஆவியாகி வெளியேறுவதைத் தடுக்கும்
5. கூடம் அல்லது சுவாச அறை	வாயுக்கள் சேரும் இடம்
6. புண்வாதனாள்	வாயுப்பரிமாற்றம் நிகழ்வதற்கு உதவும்
7. கைற்றின் வளையங்கள்	வாதனாளுக்குழாய்களை மடியவிடாது தடுக்கும்

3. தேரையின் சுவாசத்தொகுதி

தேரையின் வாழ்க்கைச் சரிதையில் வெவ்வேறு பருவங்களில் வெவ்வேறு வகையான சுவாச அங்கங்கள் தோன்றுகின்றன. குடம்பி நிலையாகிய வாற்பேயில் ஆரம்பத்தில் மூன்று சோடி வெளிப்புறப்பூக்கள் சுவாசமேற்பரப்புகளாகத் தொழிற்படுகின்றன. பின்னர் வெளிப்புறப்பூக்கள் உதிர 4 சோடி உப்புறப்பூக்கள் அவற்றின் இடத்தை எடுக்கின்றன. உட்பூ நிலையில் வாற்பேய்கள் மீன்களைப் போன்று சுவாசிக்கின்றன. வாற்பேய்கள் நிறைவுடனிகளாக மாறும் பொழுது அவை நீரிருந்து தரைக்குக் குடிபெயருகின்றன. எனவே நீரில் சுவாச அங்கங்களாகத் தொழிற்பட்ட பூக்கள் அற்றுப்போகின்றன. பதிலாக சுவாசப்பைகள் (நுரையீரல்கள்) சுவாச அங்கங்களாக விருத்தியடைகின்றன. அத்துடன் தோலும் வாய்க்குளி மென்சவ்வும் மேலதிக சுவாச அங்கங்களாகத் தொழிற்படுகின்றன. எனவே நிறைவுடவித் தேரையின் சுவாச மேற்பரப்புகளாவன:

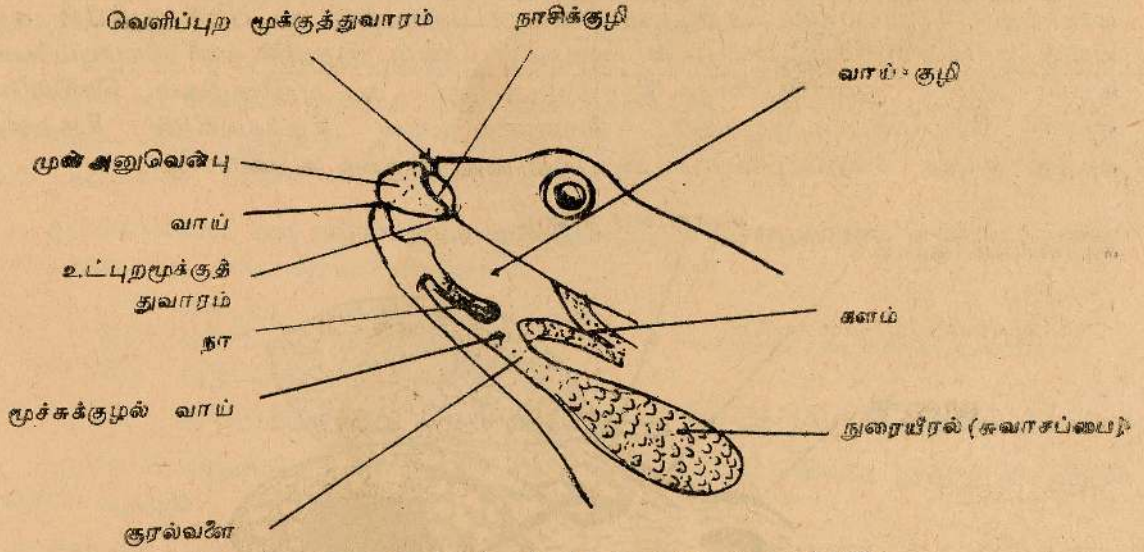
- (1) சுவாசப்பைகள்
- (2) தோல்
- (3) வாய்க்குழி மென்சவ்வு என்பனவாகும்.

(1) நுரையீரல் சுவாசம் (Pulmonary respiration)

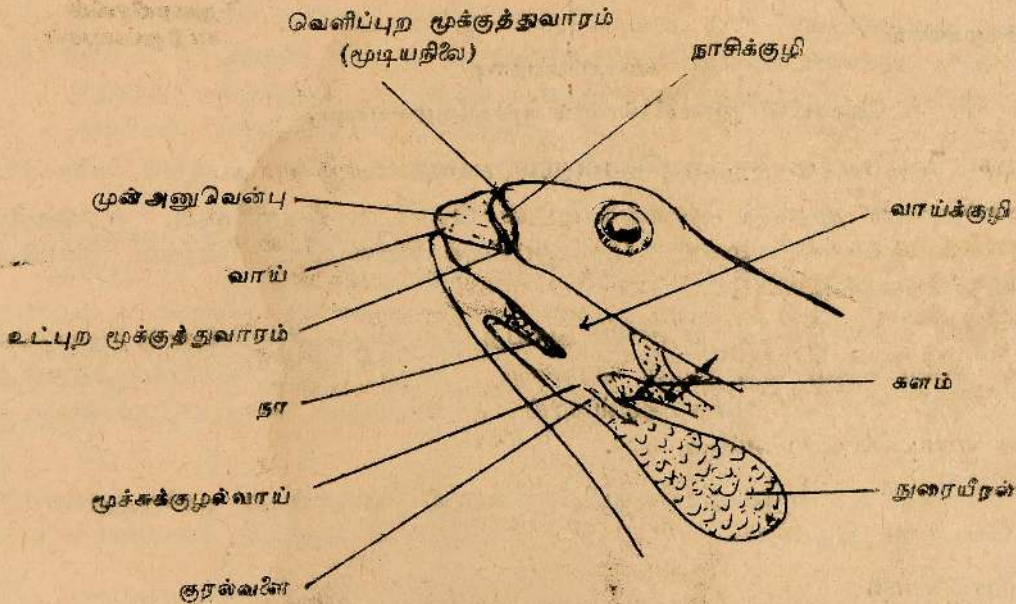
ஓட்ச்சன் தோற்றுவாய்: வளிமண்டல வளி
 சுவாச அங்கம் : இரண்டு சுவாசப்பைகள் அல்லது நுரையீரல்கள்
 அமைவிடம் : உடற்குழியின் முற்பக்கத்தில் இதயத்தின் இரு பக்கங்களிலும்.

ஒட்சிசன் தோற்றுவாயோடு தொடர்பை ஏற்படுத்தும் பாகங்கள் (வெளிப்புறத்தி
லிருந்து உட்புறமாக)

வெளிப்புற மூக்குத் துவாரம் → நாசிக்கால்வாய் → உட்புறநாசித்துவாரம் →
வாய்த்தொண்டைக் குழி → மூச்சுக்குழல்வாய் → குரல்வளை → சுவாசப்பைகள்



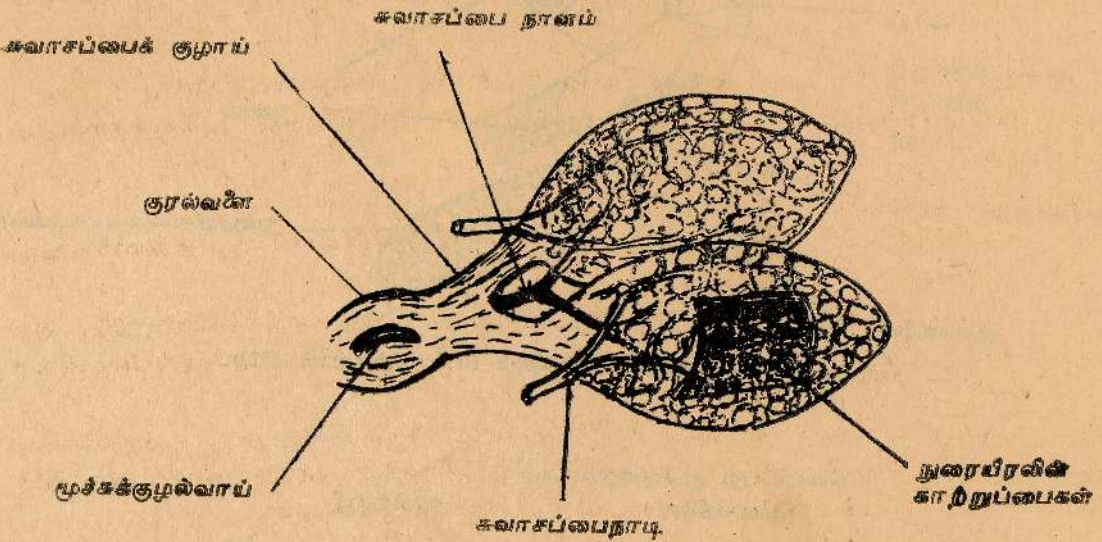
தேரை—சுவாச நிலைகளை விளக்கும் படம்: முதலாம் நிலை



இரண்டாம் நிலை.

சுவாசப்பைகளின் கட்டமைப்பு

சுவாசப்பைகள் சோடியானவை இவை குரல்வளையிலிருந்து நேராக விரிந்து விரிபடந்து வயிற்றுக்குழியில் சுயாதீனமாக இதயத்தின் இரு பக்கங்களிலும் அமைந்திருக்கும். ஒவ்வொரு சுவாசப்பையும் மெல்லிய சுவருடைய பைபோன்ற கட்டமைப்பாகும். சுவாசப்பைகள் மீள்சக்தியுடையன; சுரலிப்பாணவை; குருதி மயிர்த்துளைக்குழாய்கள் செறிந்தன. சுவாசப்பைகளின் உட்புறக் குழியின் சுற்ற வலில் குழிகள்போன்ற எளிதான அறைகள் உண்டு. இதனால் வளி நிரம்பும்போது சுவாசப்பைகள் நுரைபோன்று தோற்றமளிக்கும். உட்புறக்குழிகள் செதில்மேலணியால் போர்க்கப்பட்டிருக்கும். மேலணியிலுள்ள சேதக்கலங்கள் சேதத்தைச் சுரந்து சுவாச மேற்பரப்பை சுரலிப்பாக வைத்திருக்க உதவும்.



தேரையின் நுரையிரல்களும் மூச்சுக்குழல்வாயும்

சுவாசப்பைகள் வளியுடன் தொடர்புகொள்ளும் பாதை:

சுவாசப்பைகள் முதலில் குரல்வளையுடன் தொடர்பு கொள்ளும். குரல்வளையில் (1) வளையுருக்கசியிழையம் (2) துடுப்புக்கசியிழையம் என்னும் இரண்டு கசியிழையங்கள் காணப்படும்.

குரல்வளை மூச்சுக்குழல்வாய் மூலம் வாய்த் தொண்டைக்குழியினுள் திறப்படும்; வாய்த்தொண்டைக்குழி ஒரு பம்பி போன்று தொழிற்படும்; வாய்க்குழித்தளத்தில் நாக்குக்குப் பின்னால் மூச்சுக்குழல்வாய் காணப்படும். வாய்த் தொண்டைக்குக்கீழே உவையுரு உபகரணம் உண்டு.

வாய்த்தொண்டைக்குழி நாசிக்குழியினூடாக வெளிப்புற மூக்குத்துவாரங்களினால் வெளியே திறப்படும்.

சுவாசம் பொறிமுறை

சுவாசம் இரண்டு செயல்முறைகளைக் கொண்டிருக்கும்: அவைபாவன!—
(1) உப்சுவாசம் (2) வெளிச்சுவாசம்

(1) உட்சுவாசம்:

உட்சுவாசத்தில் இரண்டு படிகள் உண்டு. அவையாவன:

(A) வெளிப்புறத்திலுள்ள வளி வாய்க்குழியினுட் செலுத்தப்படல்

(B) வாய்க்குழியிலுள்ள வளி சுவாசப்பைகளினுட் செலுத்தப்படல்

(A) வெளிப்புறத்திலுள்ள வளி வாய்க்குழியினுட் செல்லும் முறை:

(i) வெளிப்புற மூக்குத்துவாரம் திறபடும்; வாய் மூடப்பட்டிருக்கும்.

(ii) வாய்க்குழித்தளம் தாழ்த்தப்படும்; இதற்கு உவையுரு உபகரணம் உதவுகின்றது.

(iii) இதன் விளைவாக வாய்க்குழிக் கனவளவு அதிகரித்து அழுக்கம் குறைகின்றது. அப்பொழுது வளி மூக்குத் துவாரங்களினூடாக வாய்க்குழியை அடையும்.

(B) வாய்க்குழியிலுள்ள வளி சுவாசப்பைகளினுள்ளே செல்லும் முறை:

(i) முன்மேற்றாலையும் உயர்த்தப்படுவதனால் வெளிப்புற மூக்குத்துவாரம் மூடுபபடும்.

(ii) மூச்சுக்குழல்வாய் திறபடும்.

(iii) உவையுரு உபகரணம் உயர்த்தப்படும்; இதனால் வாய்க்குழித்தளம் உயருகின்றது.

(iv) வாய்க்குழிக் கனவளவு குறைக்கப்பட்டு அழுக்கம் அதிகரிக்கப்படும். அப்பொழுது மூச்சுக்குழல் வாயினூடாக வளி சுவாசப்பைகளினுள்ளே விசையாகச் செலுத்தப்படும்.

(v) சுவாசப்பைகளில் வளியானது சீதத்தில் கரைகின்றது. சுவாசப்பைக்குழிக்கும் குருதிக்கும் இடையில் ஓட்சிசனும் காபனீரொட்சைட்டும் செறிவுப் படித்திறன் காரணமாக பரவலடைகின்றன.

(2) வெளிச்சுவாசம்:

சுவாசப்பைகளில் வாயுப்பரிமாற்றம் நிகழ்ந்தபின் வளி வெளியேற்றப்படும் செயலிமுறை வெளிச்சுவாசம் எனப்படும். வெளிச்சுவாசத்தின்போது பின்வரும் நிகழ்ச்சிகள் நடைபெறும்:

(i) வாயும் வெளிப்புறமூக்குத் துவாரமும் மூடுப்படும். மூச்சுக்குழல் வாய் திறபடும்.

(ii) உவையுரு உபகரணம் தாழ்த்தப்படுவதனால் வாய்க்குழித் தளம் தாழ்த்தப்படும்.

(iii) இதனால் வாய்த் தொண்டைக் குழியில் கனவளவு அதிகரித்து அழுக்கம் குறைக்கப்படுகின்றது. அப்பொழுது சுவாசப்பைகளில் உள்ள வளி வாய்க்குழிக்குள் இழுக்கப்படும்.

(iv) இச் செயலிமுறைக்கு சுவாசப்பைகளின் மீள்சக்தியியலையும் உதவுகின்றது.

(v) இறுதியாக வாயும் மூச்சுக்குழல்வாயும் மூடுப்படும். மூக்குத்துவாரங்கள் திறபடும். வாய்க்குழித் தளம் உயர்த்தப்படும் அப்பொழுது வளியானது மூக்குத்துவாரங்களுடாக வெளியேற்றப்படும்.

உட்சுவாசத்தின்போது வெளிப்புறத்தேயிருந்து வரும் தூய வளி மாத்திரமன்றி சுவாசப்பைகளிலிருந்தும் CO₂ செறிவு கூடிய வளி வாய்த் தொண்டைக்குழியை அடைகின்றது. இதனால் சுத்தமான வளியும், அசுத்தமான வளியும் வாய்க்குழியில் காணப்படும். எனவே உட்சுவாசத்தின்போது கலப்பு வளியே உட்செலுத்தப்படும்.

(2) தோல் சுவாசம் (cutaneous respiration)

தேரையின் தோல் சுவாச அங்கமாகவும் தொழிற்படுகிறது. அது வெளிப்புறமாக மெல்லிய மேற்றோல் கலப்படைகளைக் கொண்டிருக்கும். மேற்றோலுக்கு கீழே குருதிமயிர்த்துளைக் குழாய்களின் வலைவேலை செறிவாக காணப்படும். தோலின் மேற்பரப்பை சுரவிப்பாக வைத்திருப்பதற்கு சீதம் உதவுகின்றது. சீதச் சுரப்பிகள் சீதத்தை சுரக்கின்றன.

தொழிற்படும் முறை:

வளியில் அல்லது நீரிலுள்ள ஓட்சிசன் சீதத்தில் கரைகின்றது. பின்னர் குழலுக்கும், குருதிக்கும் இடையில் செறிவு படித்திறன் வாயிலாக ஓட்சிசனும் காபனீரொட்சைட்டும் பரவுகின்றன.

(3) வாய்க்குழி மேலணிச் சுவாசம் (buccal epithelial respiration)

இது இரண்டு படிக்களைக் கொண்டது: அவையாவன:-

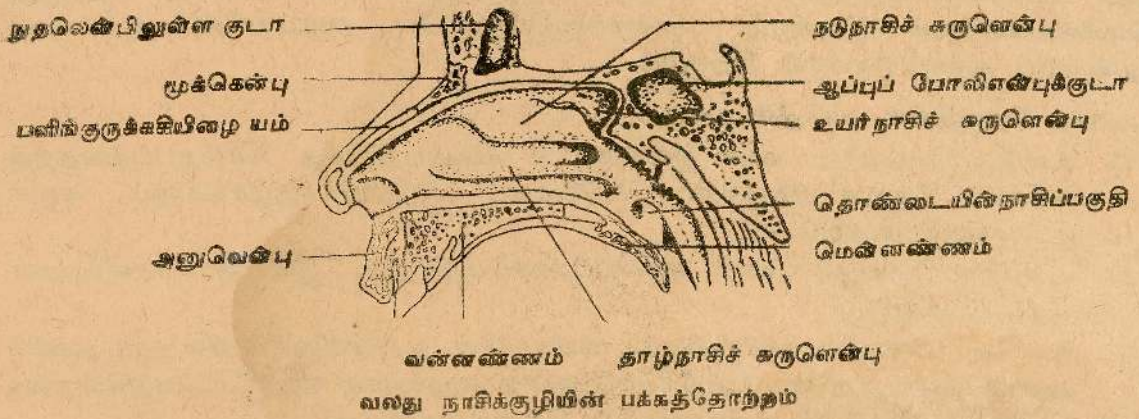
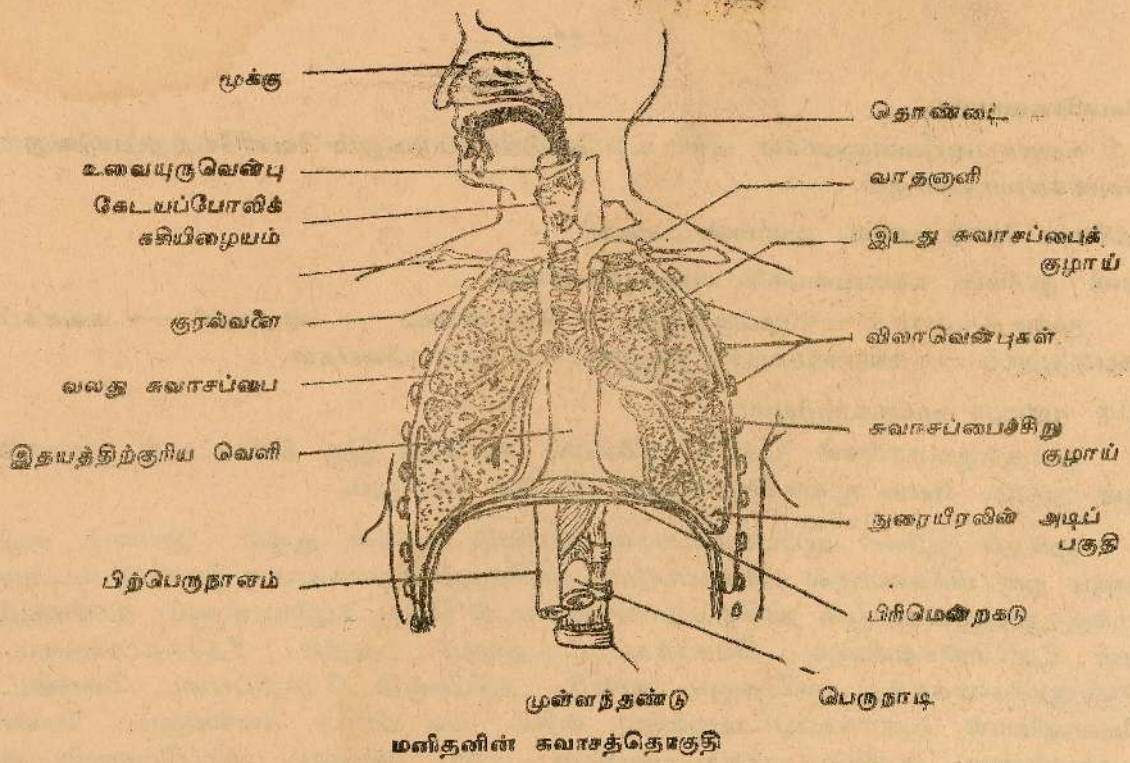
(a) உட்சுவாசம்: மூக்குத்துவாரங்கள் திறப்படும். வாய்க்குழித்தளம் தாழ்த்தப்படுகின்றது. அப்பொழுது வளி வாய்க்குழியிள்ளே உள்ளெடுக்கப்படுகின்றது. பின்னர் சீதத்தில் வளி கரைகின்றது. செறிவு வேறுபாடுகளின் காரணமாக ஓட்சிசனும் காபனீரொட்சைட்டும் பரிமாற்றம் அடைகின்றன.

(b) வெளிச்சுவாசம்: வாயும், மூச்சுக்குழல் வாயும், மூடப்படுகின்றது. மூக்குத் துவாரம் திறக்கப்படுகின்றது. அப்பொழுது வாய்க்குழித்தளம் உயர்த்தப்படும். இதனால் வளி மூக்குத் துவாரங்களினூடாக விசையாக வெளியேற்றப்படும்.

4: மனிதனின் சுவாசத்தொகுதி

மனிதனின் சுவாசத்தொகுதி சுவாசப்பைகளையும் அவற்றோடு தொடர்பான வளி செல்லும் பாதைகளையும் உட்படுத்தும். மனிதனின் சுவாசத் தொகுதியிலுள்ள அங்கங்கள் பின்வருமாறு (வெளிப் புறத்திலிருந்து ஆரம்பித்து):-

(1) மூக்கு, (2) தொண்டை, (3) குரல்வளை (4) வாதணுளி (5) சுவாசப்பைக்குழாய்கள்-2 (6) சுவாசப்பைக் குழாய்களும் சிறிய வளிப்பாதைகளும் (7) இரண்டு சுவாசப்பைகளும் அவற்றின் போர்வைகளாகிய புடைமென்சவ்வுகளும் (8) சுவாச அசைவுகளுக்குரிய தசைகள் - பழுவுக்கிடையான தசைகளும் பிரிமென்சவ்வுகளும்;



மனிதனுட்பட எல்லா முனையுட்டிகளிலும் சுவாசச் செயல்முறை இரண்டு படிக்களைக் கொண்டுள்ளது; அவையாவன:

- (1) வெளிக்கவாசம்: (அ) வளியில் இருந்து ஓட்சிசனைப் பெறவும் (b) குருதியிலிருந்து CO_2 ஐ வளியில் விடுவித்தலுமாகும். இது முச்சுவிடல் (breathing) எனவும் அழைக்கப்படும்.
- (2) உட்கவாசம் (அல்லது இழையச்சுவாசம்): சுவாச மேற்பரப்பில் உறிஞ்சப் பட்ட ஓட்சிசன் உடலிழையங்களுக்குக் கடத்தப்பட்டு எளிதான உணவுகள் (வழமையாக குளுக்கோஸ்) ஓட்சியேற்றப்பட்டுச் சக்தி விடுவிக்கப்படும் செயல் முறையாகும். இச் செயற்பாட்டுக்கு நொதியங்கள் அவசியமாகும்.

வெளிச்சவாசம்;

சுவாசப்பைகளினுள்ளே வளி உள்ளெடுக்கப்படுவதும் வெளியேற்றப்படுவதும் வெளிச்சவாசமாகும்.

ஒட்சிசன் தோற்றுபவாய்: வளிமண்டலவளி

வளி / ஒட்சிசன் சுவாசப்பைகளை அடையும் பாதை:

மூக்குத்துவாரம் → மூக்குக்குழி → தொண்டை → வாதனாசி → சுவாசப்பைக்குழாய் → சுவாசப்பைச் சிறுகுழாய் → சுவாசப்பைகள்.

(1) மூக்கும் மூக்குக்குழியும்:

மூக்குத்துவாரங்கள் மூக்கின் முனையில் அமைந்த இரு நீள்வட்டத் துவாரங்கள் ஆகும். அவை மூக்குக்குழியினுள் இட்டுச் செல்லும்.

மூக்குக் குழிகள் ஆப்புவுடிவமான இரண்டு குழிகள் ஆகும். இரண்டு குழிகளும் ஒரு பிரிசுவரினால் பிரிக்கப்படும். நாசிக்குழி பிற்பக்கமாக இரண்டு உட்புற மூக்குத்துவாரங்களினால் நாசித்தொண்டையுடன் தொடர்புடையனாகும். நாசிக்குழிகள் சீதமென்சலினால் போர்க்கப்பட்டிருக்கும். அதில் சீதச்சுரப்பிகளும், எண்ணுக்களைக்கற்ற மயிர்களும் உண்டு நடுப்பகுதி போலிப்படை கொண்ட மேலணியாலி போர்க்கப்பட்டிருக்கும். அதில் பல பிசுர்க் கலங்களும், கெண்டிக்கலங்களும் உண்டு. ஏனைய பகுதிகள் பிசுர் கொண்ட கம்பமேணியாலி போர்க்கப்பட்டிருக்கும். நாசிக்குழி சீழேயுள்ள வாய்க்குழியிலிருந்து அண்ணத்தி னால் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். அண்ணத்தின் முற்பகுதி வண்மையாகவும், பிற்பகுதி மென்மையாகவும் இருக்கும். மூக்குக்குழியினுள்ளே என்புகளின் குடாக்கள் நுண்ணிய துவாரங்களாகி திறபடும்.

சுவாசத் தொழிலில் நாசியின் பங்கு:

- (1) உள்ளெடுக்கப்படும் வளி இளஞ்சூட்டு வெப்பநிலைக்கு மாற்றப்படுவதற்கு உதவும். இதற்கு அங்குள்ள செறிவான குருதிமயிரீக்குழாய்களும், சுருள் என்புகளும் உதவும்.
- (2) உள்ளெடுக்கப்படும் வளி சுரலிப்பாக்கப்படுகிறது. இதற்கு சுரலிப்பான சீதம் உதவுகிறது.
- (3) உள்ளே செல்லும் வளியிலிருந்து மயிர்களின் உதவியினால் சிறிய தூசு துணிக் கைகள் அல்லது ஏனைய பற்றீரியாபோன்ற அழுக்குகள் வடிகட்டப்படுகின்றன. மூக்கு மணநுகர்ச்சி அங்கமாகவும் தொழிற்படுகிறது.

(2) தொண்டை:

இது ஏறத்தாழ 12 — 14 cm. நீளமுடையது. அது தலையோட்டின் அடியி பகுதியிலிருந்து 5 வது கழுத்து முள்ளந்தண்டென்பு வரை செல்லும். இதன் மேற்பகுதி அகலமாக இருக்கும். தொண்டை உணவும் வளியும் செல்லும் ஒரு பொதுப் பாதையாக அமைகிறது. அது மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்படும். அவை யாவன: (1) மூக்குத்தொண்டை (2) வாய்த்தொண்டை (3) குரல்வளைத்தொண்டை.

தொழில்: (1) நாசித்தொண்டை, வாய்த்தொண்டை ஆகியவற்றினூடாக வளி செல்ல உதவும்.

(ii) வாய்த்தொண்டை, குரல்வளைத்தொண்டை உண்டாக உணவு செலிவ உதவும்.

(iii) வளி மேலும் வெப்பமாக்கப்படுவதுடன் ஈரலிப்பாக்கப்படுகிறது.

(3) குரல்வளை:

நாக்கின் அடிப்பகுதியிலிருந்து வாதஞளிவரை நீட்சியுற்றிருக்கும் பாகம் குரல்வளை ஆகும். தொண்டையின் குரல்வளைக்குரிய பகுதியின் முன்னுட 3 ம், 4 ம், 5 ம், 6 ம் கழுத்து முள்ளந்தண்டென்பு மட்டத்தில் அமைந்திருக்கின்றது. முதிர்ச்சியடைந்தபின் ஆணிய குரல்வளை பெரிதாக வளர்ச்சியடைந்து காணப்படுகிறது. அத கழுத்தின் முற்பக்கமாக நடுக்கோட்டில் முகிப்பாக காணப்படும். இது ஆதாமின் அப்பின் என வழங்கப்படும்.

குரல்வளையின் பல ஒழுங்கற்ற வடிவமுடைய கசியிழையங்கள் காணப்படுகின்றன. பிரதான கசியிழையங்களாவன:

- | | | |
|---|----|-------------------------|
| (i) கேடயப் போலிக்கசியிழையம் | 1) | |
| (ii) வளையுருக் கசியிழையம் | 1) | பளிங்குருக் கசியிழையவகை |
| (iii) துடுப்புருக் கசியிழையங்கள் | 2) | |
| (iv) மூச்சுக்குழைவாய் மூடி - 1 - மீளச்சுதி நாருருக் கசியிழையம். | | |

குரல்வளையினுள்ளே குரல்நாண்கள் உண்டு. குரல்நாண்கள் ஒலியைத் தோற்றுவிக்க உதவும்.

தொழில்கள்:

- (1) தொண்டைக்கும், வாதஞளிக்குமிடையில் வளி செல்வதற்கு உதவும் பாதையாகும்.
- (2) குரல்நாண்கள் ஒலியை உண்டாக்கும்;
- (3) உணவு விழுங்கும் போது குரல்வளை மேல்நோக்கி அசைந்து அதன் துவாரத்தை மறைக்கும். இதனால் உணவு களத்தினுள்ளே செல்லுமே தவிர சுவாசப் பாதையினுள் செல்லாது.
- (4) வளி மேலும் வெப்பமாக்கப்பட்டு ஈரலிப்பாக்கப்படும்.

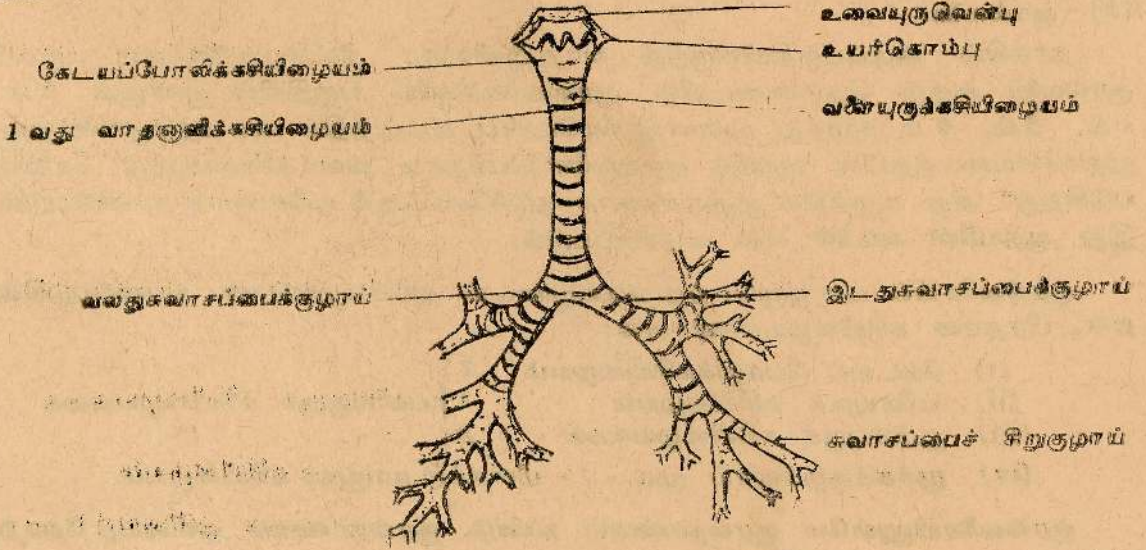
(4) வாதஞளி - (trachea)

வாதஞளி அல்லது காற்றுக்குழாய் குரல்வளையின் இருந்து ஆரம்பித்து ஏறக்குறைய 5 வது நெஞ்சறை முள்ளந்தண்டென்பு மட்டம் வரை நீட்சியுற்று இருக்கும். உருளை வடிவான இக்குழாய் ஏறக்குறைய 10 — 11 ச. மீ. நீளம் உடையது (4"); விட்டம் $2\frac{1}{2}$ ச. மீ. ஆகும். களத்திற்கு முற்பக்கமாக அமைந்திருக்கும். வாதஞளிக்குழாய் C-வடிவான பளிங்குருக் கசியிழையங்களால் வலுபெட்டப்பட்டு இருக்கும். இக் கசியிழையங்கள் முற்பக்கத்தில் முழுமையாகவும், பிற்பக்கத்தில் முழுமையற்றும் இருக்கும். வாதஞளியின் உட்டிறம் பிசிர கொணட கம்பமேலனியால் போர்க்கப்பட்டிருக்கும்.

(5) சுவாசப்பைக்குழாய்கள் (bronchi)

5 வது நெஞ்சறை முள்ளந்தண்டென்பு மட்டத்தில் வாதஞளி இரண்டாக பிரிகையடைந்து சுவாசப்பைக் குழாய்களாக மாறும். சுவாசப்பைக் குழாய்களின்

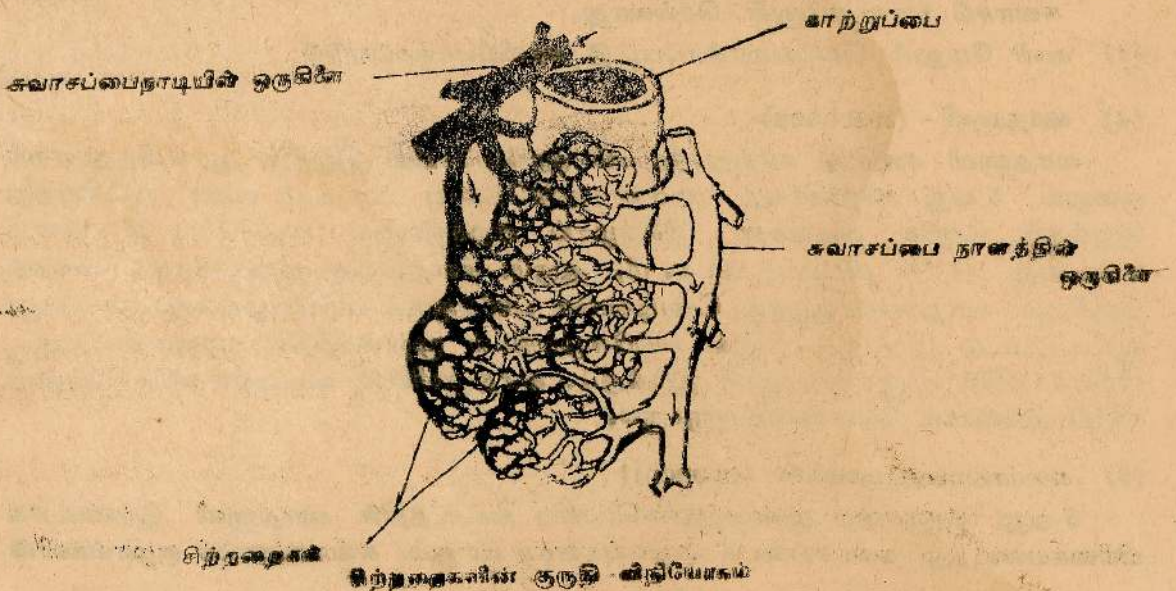
அமைப்பு வாதனாளியின் அமைப்பை ஒத்திருக்கும். வலது சுவாசப்பைக்குழாய் இடதிலும், பார்க்கக் குறுகியது, அகலமானது, கூடுதலான நிலைக்குத்தரக் இருக்கும்.



வாதனாளியும் சுவாசப்பைக் குழாய்க் கிளைகளும்

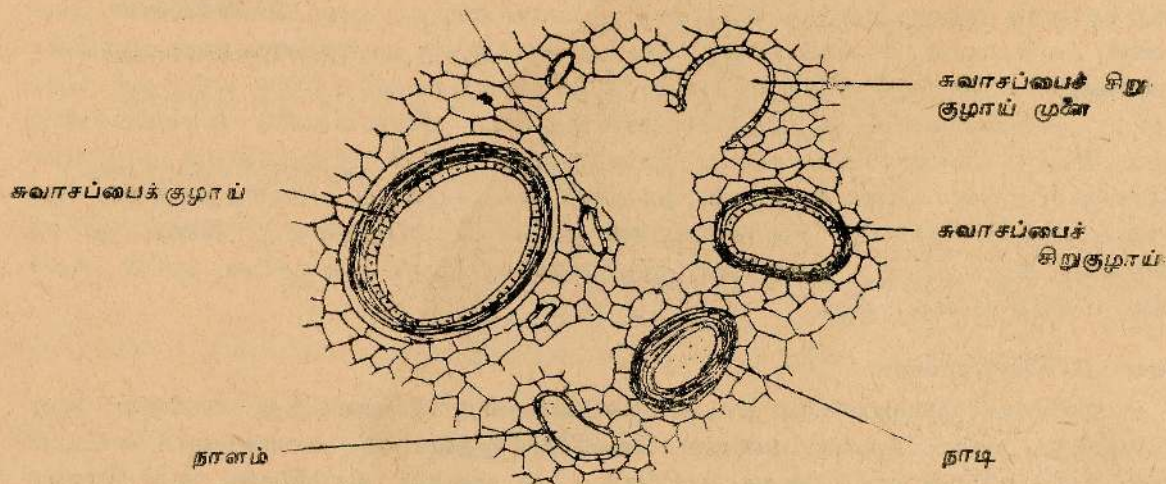
சுவாசப்பைச் சிறுகுழாய்கள்:

சுவாசப்பைக் குழாய்கள் பல தடவைகள் கரம்போலி கிளைத்து சுவாசப்பைச் சிறுகுழாய்களாக மாறும் இவற்றின் அமைப்பு சுவாசப்பைக்குழாயினதை போன்றிருக்கும். ஆனால் இக்குழாய்களின் முனைகளில் கசியிழையங்களும், சுரப்பிகளும் காணப்படுவதில்லை. சிறுகுழாய்கள் பல தடவைகள் கிளைப்பதனால் சுவர்கள் மெல்லியதாக மாறும். நுண்ணிய குழாய்களில் மெல்லிய தசைப்படையும் பிசிர்



கொண்ட மேலணியால் போர்க்கப்பட்ட மீச்சக்தி கசியிழையமும் உண்டு. ஒவ்வொரு சுவாசப்பை சிறுகுழாயும் சுற்றிலி ஒரு நீண்ட சிறுபையாகிய கூடத்தில் முடிவடையும். ஒவ்வொரு கூடமும் அதன் மேற்பரப்பில் சிறிய எறியங்களைக் கொண்டிருக்கும். இவை சிற்றறைகள் எனப்படும்;

கூடம்



முலையுட்டியென்றின் நுரையீரலின் ஒரு பகுதியின் வெட்டுமுகத் தோற்றம்.

சுவாசப்பைகள் (நுரையீரல்கள்):

அமைவிடம் - இடைச்சுற்றேவனியில் அமைந்த கட்டமைப்பைப்புகளினால் பிரிக்கப்பட்ட இரண்டு சுவாசப்பைகளும் நெஞ்சறையின் பக்க அறைகளில் அமைந்திருக்கும்;

வடிவம் - கூம்பு வடிவானவை; வெளிப்புற மேற்பரப்பு குவிவாகவும், தளம் குழிவுள்ளதாகவும் (குவிவை வடிவான பிரிமென்கட்டியில் பொருந்தும் வகையில்) இருக்கும்.

சோணைகள் - வலது சுவாசப்பை பெரியதாகவும், அகலமானதாகவும் குறுகியதாகவும் இருக்கும். அது 3 சோணைகளைக் கொண்டிருக்கும். இடது சுவாசப்பை சிறியதாகவும், ஒடுங்கியதாகவும், நீளமானதாகவும் இருக்கும். அது இரண்டு சோணைகளைக் கொண்டு இருக்கும்.

அமைப்பு - கடற்பஞ்சியகிழையையன; சுவாசச் சிறுகுழாய்கள், காற்றுப்பைகள் (கூடங்கள்) சிற்றறைகள் என்பனவும் இக்கட்டமைப்புகளை அந்தந்த நிலையில் வைத்திருக்கும் தொடுபிழையங்களும் சேர்ந்தே சுவாசப்பைகளை ஆக்குகின்றன. சிற்றறைகளின் வெளிமேற்பரப்பில் பல குருதியிர்த்துளைக்குழாய்கள் உண்டு. இம்மயிர்த்துளைக்குழாய்கள் சுவாசப்பை நாடியிலிருந்து வரும் சிறுகிளைகளையும் தொடுக்கின்றன.

புடைமென்சவ்வுகள் - சுவாசப்பைகளை சூழ்ந்து ஒரு மூடிய பை காணப்படுகிறது; இது புடைமென்சவ்வு எனப்படும்.

1. **சுவாசப்பைக்குரிய படை அல்லது உடல்கப்படை:**— இது சுவாசப்பைகளை அடுத்துக் காணப்படும்.

2. **சுவர்ப்படை:** இது வெளிப்புறமாக உடற்படையைக் கொண்டிருக்கும். இரண்டு சவ்வுகளுக்குமிடையேயுள்ள குழி புடைக்குழி எனப்படும். இப்புடைக் குழியில் புடைக்குழிப்பாய்ப்பொருள் காணப்படும். இப்புடைக்குழிப் பாய்ப்பொருள் உராய்வைக் குறைப்பதற்கு உதவும். இப்பாய்ப்பொருள் புடைமென்சவ்வின் மேலணிக் கலங்களால் சுரக்கப்படும். சுவாசப்பைகளுக்கு சுவாசப்பை நாடி குருதியை வழங்கும். இக்குருதி சிற்றறைகளில் ஒட்சிசனேற்றப்படுவதற்கு எடுத்துச் செல்லும் சிற்றறைகளில் சூழ்ந்துள்ள மயிர்த்துளைப் பின்னல்களில் வாயுபிப்பரிமாற்றம் நிகந்து பின்னர் சுவாசப்பை நாளங்களாக மாறி இதயத்திற்கு எடுத்துச் செல்லும். சுவாசப்பைக் குழாய் நாடிகள் சுவாசப்பைப் பதார்த்தத்திற்கு குருதியை விநியோகிக்கும். சுவாசப்பைகள் தசைப்பிடிப்பற்றவை. அவை தாங்களாகவே சுருங்கவோ, தளரவோ முடியாதவை; ஆனால் சுவாசப்பைகளின் சுவர்கள் மீள்சக்தியுடையவை.

சுவாசப் பொறிமுறை:

இச்செயல்முறையின்போது, சுவாசப்பைகள் விரிவடைந்து வளியை உள்ளெடுத்து, பின்பு சுருங்கி வளியை வெளியேற்றுதலாகும். சுவாசப்பை வட்டம் ஒரு நிமிடத்திற்கு ஏறக்குறைய பதினைந்து தடவைகள் நிகழ்கிறது. அது இரண்டு பிரதான அவத்தைகளைக் கொண்டிருக்கும்; அவையாவன: (1) உட்கவாசம் (2) வெளிச் சுவாசம்.

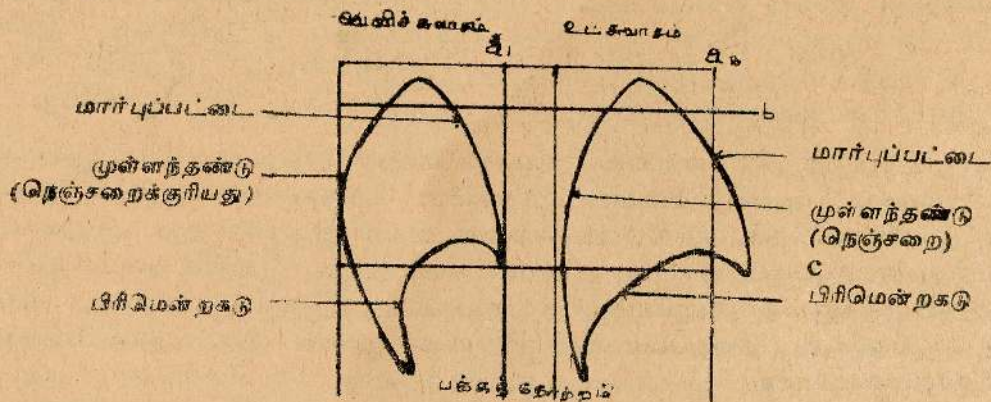
வளியை உள்ளெடுத்தலும் வெளிவிடுதலும் எமக்குத் தெரியாமலே தன்னியக்கமாக நடக்கின்றன. இது ஒரு இச்சையின்றி இயங்கும் முறையாகும். சுவாச அசைவுகளை ஏற்படுத்துவதற்கு பயன்படும் பிரதான தசைகள் பழுவிற்றிகிடையான தசைகளும், பிரிமென்றகடுமேயாகும். மிக ஆழமாகச் சுவாசிக்கும் பொழுது அல்லது கஷ்டமான சுவாசத்தின்போது வயிற்று, கழுத்து, தோள்பட்டை ஆகியவற்றின் தசைகளும் உதவுகின்றன.

மனிதனில் பதினொருசோடி பழுவிற்றிகிடையான தசைகள் 12 சோடி விலா வெண்புகளுக்கிடையே அமைந்திருக்கும். முதலாவது விலாவெண்பு அசையாது நாட்டப்பட்டிருக்கும். ஆகவே பழுவிற்றிகிடையான தசைகள் சுருங்கும்பொழுது அவை முதலாவது விலாவெண்பை நோக்கி ஏனைய விலாவெண்புகளை இழுக்கும். இதனால் விலாவெண்புகள் மேலேநோக்கி இழுக்கப்படும்போது வெளிப்புறம் நோக்கி அசையும். இதனால் நெஞ்சறைக்குழி முதுகுப்புறம் தவிர மற்ற எல்லாப் பாகங்களாலும் விரிவடைகின்றது. நெஞ்சறை விரிவடைவதனால் அதன் கனவளவு அதிகரிக்கின்றது.

மார்பு வயிற்றிடைப் பிரிமென்றகடு:

பிரிமென்றகடு தளர்ந்த நிலையில் குவிகை வடிவான கட்டமைப்பாகும். அது நெஞ்சறையை வயிற்றுக்குழியிலிருந்து பிரிக்கின்றது. அத்துடன் நெஞ்சறைக்குழியின் தளமாகவும், வயிற்றுக்குழியின் கூரையாகவும் அமைகின்றது. பிரிமென்றகட்டில் ஒரு மையமாக அமைந்த சிரையும், ஆரையாக அமைந்த தசைநாசி

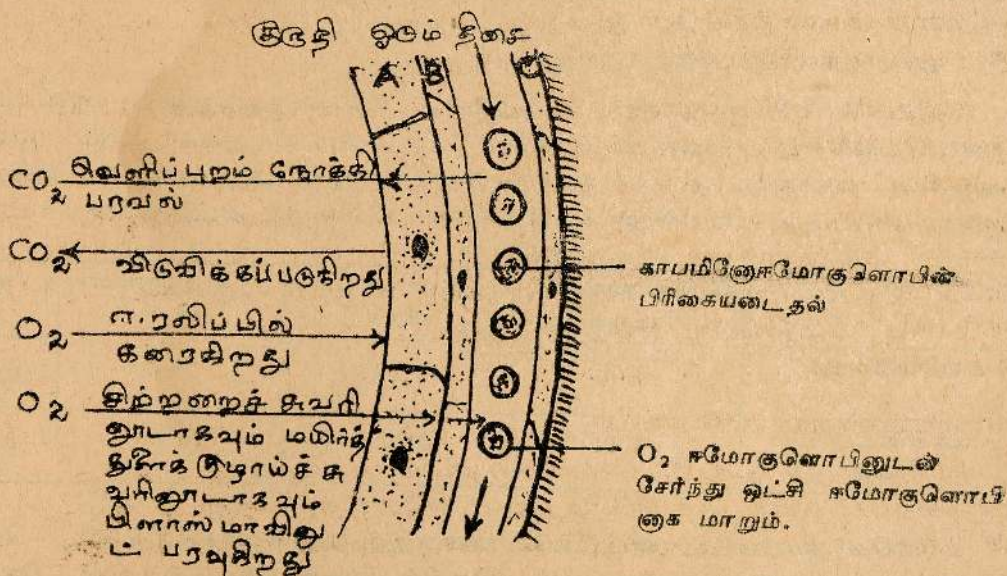
களையும் கொண்டிருக்கும். அது முள்ளந்தண்டிலும், கீழ்விலாவெண்புகளிலும், மார்புப்பட்டையிலும் தொடுபட்டிருக்கும். பிரிமென்றகடு சுருங்கும்போது தசை நார்கள் குறுகி மையச் சிரையை கீழ்நோக்கி இழுக்கும். இதனால் நெஞ்சறைக் குழியின் நீளம் பெருக்கின்றது.



வெளிக்கவரத்தின்போதும் உட்கவரத்தின்போதும் நெஞ்சறைக் குழியின் கனவளவில் ஏற்படும் மாற்றங்களைக் காட்டும் படம்.

- (1) $a^1 - a^2$ விலாவெண்புகளின் வெளிப்புற அசைவைக் காட்டும் கோடு
- (2) கோடுகள் b யும் c யும் விலாவெண்புகளும் மார்புப் பட்டையும் மேல் நோக்கி அசைவைக் காட்டுகின்றன.

அப்பொழுது வயிற்றுக்குழியினதும், இடுப்புக்குழியினதும் அழுக்கம் அதிகரிக்கும். இதனால் வயிறு விரிகின்றது. இவ்வாறு பிரிமென்றகடு தட்டையாவதால் நெஞ்சறைக்குழியின் கனவளவு மேலும் அதிகரிக்கும். இதனால் அழுக்கம் குறைகின்றது. எனவே வெளிப்புறத்திலுள்ள வளி சுவாசப்பாதைகளினூடாக நுரை வீரல்களை அடையும்.



சிற்றறையில் வாயுப்பரிமாற்றம் நிகழ்வதை விளக்கும் படம்

மேற்கூறிய பழுவிற்றிகிடையான தசைகளும் பிரிமென்றகட்டுத் தசைகளும் மீண்டும் பழைய நிலையை அடையும்போது வளி வெளியேற்றப்படுகிறது. விலா வெண்டுகள் கீழ்நோக்கியும் உள்நோக்கியும் இழுக்கப்படுவதால் பழைய நிலையை அடைகின்றன. மார்பெலும்பும் உள்நோக்கி இழுக்கப்பட்டு பழைய நிலையை அடைகின்றது. மார்பு வயிற்றிடைப் பிரிமென்றகட்டுத் தசையும் தளர்ந்து மேல் நோக்கிச் சென்று முன்போன்ற குவிவை வடிவத்தைப் பெறுகின்றது. இவ்வசைவுகளினால் நெஞ்சறைக் குழியின் கனவளவு குறைகின்றது. இதனால் அழுக்கம் அதிகரிக்கும்; அப்பொழுது வளி சுவாசப் பாதைகளினூடாக வெளியேறும்.

நெஞ்சறைக்குழியின் கனவளவு எவ்வளவு வேறுபடுகிறது என நாம் இப்பொழுது அறிந்துள்ளோம். மார்பு விரிவடையும்போது நெஞ்சறைக் குழியின் உட்சுவர் அதனைப் படவிடும் புடைக்குழி மென்சவ்வை வெளி இழுக்கின்றது. இழுக்கப்படும் மென்சவ்வு புடைக்குழியின் வெளிப்பக்கச் சுவராகும். இதனால் புடைக்குழிப்பாய் பெருளில் ஒருவித அழுக்கக் குறைவு ஏற்படுகிறது. இவ்வாறு குறைந்த அழுக்கம் வளிமண்டல அழுக்கத்திலும் பார்க்கச் சிறிது குறைவாக இருப்பதால் எதிரழுக்கம் எனக் கருதப்படுகிறது. இதனால் நுரையீரல்களின் வெளிச்சுவரைப் படவிடும் புடைக்குழியின் உட்சவ்வு குழியை நோக்கி இழுக்கப்படுகிறது. நெஞ்சறைச்சுவர் மேலும் விரிவடைய நுரையீரற்சுவர் அதனுடன் இழுக்கப்படுகின்றது. அதனால் நுரையீரல்கள் விரிவடைகின்றன.

நுரையீரல்களின் விரிவினால் அவற்றுள் ஓர் எதிரழுக்கம் அல்லது உறிஞ்சலழுக்கம் ஏற்படுகின்றது. வளிமண்டல அழுக்கத்திலும் பார்க்க எதிரழுக்கம் குறைவானது. எனவே இரு இடங்களையும் சம்பப்படுத்துவதற்கு வளி வெளியிலிருந்து உள்நிழுக்கப்படுகிறது. நெஞ்சறையின் விரிவு மிகக் கூடுதலாக இருக்கும் போது வளியினால் முழுவதும் நிரப்பப்பட்ட சுவாசப்பைகளின் அழுக்கம் வளிமண்டல அழுக்கத்துக்குச் சமமாகவே இருக்கும். வெளிச்சுவாசம் நுரையீரல்களின் மீள்சக்தி இயல்பினால் இயல்பான நிலையை அடையும்போது வளி சுவாசப்பைகளிலிருந்து வெளித்தள்ளப்படுகின்றது என்பதும் குறிப்பிடத்தக்கது.

5. வாயுக்களின் பரிமாற்றம்:

வாயுக்களின் பரிமாற்றம் குருதிக்கும் சிற்றறைகளிலுள்ள வளிக்குமிடையே நடைபெறுகிறது. கடல் மட்டத்தில் வளிமண்டலவழுக்கம் 760 mmHg. இவ்வழுக்கம் வளியிலுள்ள எல்லா வாயுக்களாலும் பிரயோகிக்கப்படுகிறது. உட்சுவாசிக்கப்படும் வளியினது சதவீதங்களை பின்வரும் அட்டவணை காட்டுகின்றது-

	O ₂ இன் கனவளவு வீதம்	CO ₂ இன் கனவளவு வீதம்	N ₂ இன் கனவளவு வீதம்	சரப்பற்று வீதம்
உள்ளேடுக்கப்பட்ட வளி	21.00	0.04	78.00	1 இலும்குறைவு
வெளிவிடப்பட்ட வளி	16.00	4.04	78.00	2 இலும்குறைவு

மேலே தரப்பட்ட அட்டவணையிலிருந்து |உட்சுவாசத்திற்கும், வெளிச்சுவாசத்திற்குமிடையில் வளியினது O₂ செறிவு குறைக்கப்பட்டு, CO₂ செறிவு கூட்டப்படுகிறது என்பதை அறியலாம். இம்மாற்றம் சுவாசப்பைகளினுள் நடைபெறுகிறது.

சுவாசப்பைகளை அடையும் வளி சிற்றறைகளிற்குள் செல்கிறது: சிற்றறைகளின் சுவர்கள் மிக மெல்லியன; ஏறத்தாழ ஒளி புகவிடக்கூடியவை; மேலும் சிற்றறைகளின் மேற்பரப்பில் அதிக குருதியிர்த்துனைக்குழாய்கள் காணப்படும். இக்குழாய்கள் சுவாசப்பை நாடியினூடாக குருதியைப் பெறுகின்றன. இம்மயிர்த்துனைக்குழாய்களிலிருந்து குருதியானது சேர்க்கப்பட்டு சுவாசப்பை நாளத்தினூடாக திரும்பவும் இதயத்தை அடையும்; சிற்றறைகளில் உள்ள வளியும் குருதிக் கலன்களிலுள்ள குருதியும் சிற்றறைச் சுவராலும் குருதிக் குழாய்களின் சுவராலும் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. இவ்விரு சுவர்களுக்கிடையேயும் சிற்றிறை வெளிப்பாய் பொருள் மெல்லிய படலமாக இருக்கும். இச்சுவர்கள் உட்புகவிடும் இயல்புடையவை. சிற்றறையில் இருக்கும் வளியிலும் ஊயிர்த்துனைக்குழாயிலுள்ள குருதியிலும் ஒட்சிசனும், காபனீரொட்சைட்டும் உண்டு.

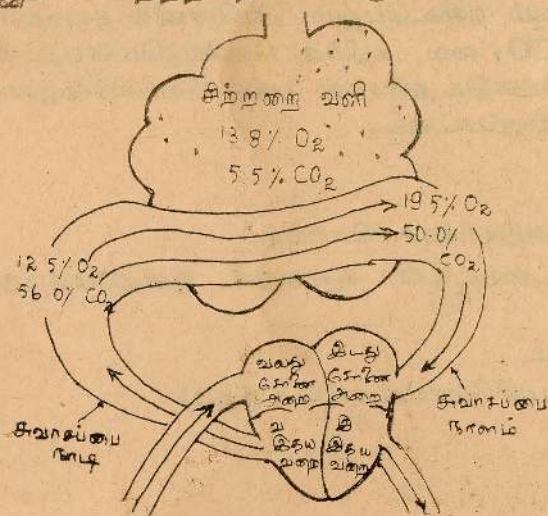
	சிற்றறை வளி	சுவாசப்பை நாடிக் குருதி
O ₂ இன் கனவளவு வீதம்.	13.8	12.5
CO ₂ இன் கனவளவு வீதம்.	5.5	56.0

அவற்றின் செறிவு வேறுபாட்டினால் வாயுப்பரிமாற்றம் நடைபெறுகின்றது. O₂ குருதியினுள்ளும் காபனீரொட்சைட்டு குருதியிலிருந்து வெளியேறும் பரவும். சுவாசப்பைகளையடையும் குருதியும், சுவாசப்பைகளிலிருந்து வெளியேறும் குருதியும் வித்தியாசமான அளவுகளில் O₂ ஐயும் CO₂ வையும் கொண்டிருக்கும். இவ்வேறுபாடுகளை பின்வரும் அட்டவணை காட்டுகின்றது:

	சுவாசப்பை நாடிக் குருதி	சுவாசப்பை நாளக் குருதி
O ₂ இன் கனவளவு சதவீதம்	12.50	19.00
CO ₂ இன் கனவளவு சதவீதம்	56.00	50.00

சுவாசப்பைகளிலிருந்து வெளியேறும் குருதியில் O₂ இன் அளவு கூடியும் CO₂ இன் அளவு குறைந்தும் காணப்படும். வளியை உள்ளெடுக்கும் ஒவ்வொருமுறையும் O₂ குருதி அருவியினுட் செல்ல அத னின்றும் CO₂ வெளியேறுகின்றது. CO₂ செறிவு கூடிய வளி சிற்றறைகளிலிருந்து

வெளியேற்றப்படுகிறது. அவ்விடத்தை சுத்தமான காற்று சுடு செய்கின்றது. இப்பரிமாற்றத்தை பின்வரும் விளக்கப்படம் காட்டுகின்றது.



சிற்றறைவளி, சுவாசப்பையை அடையும் குருதி, சுவாசப்பைகளிலிருந்து வெளியேறும் குருதி ஆகியவற்றில் உள்ள ஒட்சிசனினதும் காபனீரொட்சைட்டினதும் % அளவுகள்

சுவாசத் தொழிற்பாடுகளின் கட்டுப்பாடு

நரம்புக்கட்டுப்பாடு:-

மூளையின் நீள்வளையமைய விழையத்திலுள்ள சுவாச மையத்தினால் சுவாசச் செயலிகள் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. நீள்வளைய மையவிழையத்திலுள்ள சுவாச மையம் உட்சுவாசத்தைத் தூண்டுவதாகவும், வரோலியின் பாலத்திலுள்ள கலங்கள் உட்சுவாசத்தை தடைசெய்து வெளிச்சுவாசத்தைத் தூண்டுவதாகவும் காணப்பட்டுள்ளது.

சுவாச மையத்திலிருந்து உண்டாகும் கணத்தாக்கங்கள் மென்றகட்டு நரம்புகளின் ஊடாக பிரிமென்றகட்டுக்கும், பழுவிடைத் தசைகளுக்கு பழுவிற்கிடை நரம்புகளினூடாகவும் செல்லும். இவ்வாறு தசைகள் சுருங்கி உட்சுவாசம் நடைபெறும்; சுவாசப்பைகளிலுள்ள நரம்புமுனைகள் இழுபடும்பொழுது அவைதான் உப்படுகின்றன. அவ்வாறு சுவாசப்பைகள் காற்றினால் நிரப்பப்படும்பொழுது நரம்புக் கணத்தாக்கங்கள் உண்டாக்கப்பட்டு அலையுநரம்பின் உட்காவு நரம்பு நாரை அடைந்து வெளிச்சுவாசத்தை நிகழ்ச்செய்யும்.

(b) இரசாயனக் கட்டுப்பாடு:- பெருநாடி வில்லின் சுவர்களும் சிரசு நாடியின் சுவர்களும் குருதியிலுள்ள CO_2 இன் பகுதி அழுக்கத்திற்கும் ஓட்சிசன் பகுதி அழுக்கத்திற்கும் உணர்திறன் உள்ளவை. இவை முறையே பெருநாடி உடல்கள், சிரசு உடல்கள் என அழைக்கப்படும். இவை இரசாயன வாங்கிகள் என அழைக்கப்படும். இக்கலங்களிலுண்டாகும் கணத்தாக்கங்கள் நாவருத் தொண்டை நரம்பினாலும் அலையு நரம்பினாலும் சுவாசமையங்களுக்குக் கடத்தப்படும். இரசாயன வாங்கிகளும் சுவாசமையமும் குருதியுள்ள pCO_2 இன் அதிகரிப்பினால் தூண்டப்படுகின்றன. இதன் விளைவாக சுவாசப்பைகளினுள்ளே காற்றுள்ளெடுக்கப்படுதல் அதிகரிக்கப்படுகிறது. குருதியிலுள்ள pO_2 சிறிதளவு குறையும்பொழுது இதே விளைவு பெறப்படுகின்றது. சாதாரணமாகச் சுவாசிக்கும் பொழுது pCO_2 இனதும் pO_2 இனதும் சமநிலை போதுமானது. தொடர்ச்சியாக அதிக பயிற்சியிலீடுபடும் போது சுவாசம் ஆழமாகவும் விரைவாகவும் நடைபெறும். ஏனெனில் தசைகள் கூடுதலாக O_2 ஐப் பெற்று மிகையான CO_2 வை கழிக்க வேண்டுமென்பதால் என்க. ஆழமான சுவாசத்தின் போது மேலதிக தசைகள் பங்கு கொள்கின்றன, உதாரணமாக மார்ஷப் பெருந்தசை, மார்ஷப்பிட்டை.

சுவாசத்தொகுதியின் தொழில்கள்:-

- 1) உடலினுள்ளே ஓட்சிசன் எடுப்பதை அதிகரிக்கச் செய்யும்;
- 2) உடலிழையங்களிலுள்ள கரபனீரொட்சைட்டின் அளவைக் குறைப்பதற்கு உதவும்.
- 3) உடல் வெப்பநிலையைப் பேண உதவும்.
- 4) கழிவுகளை அகற்ற உதவுகின்றது. (கரபனீரொட்சைட்டும் நீரும்)

அலகு 4. சுவாச உடற்றொழிலியல்

சுவாச சிவத்தைகள் அல்லது பருவங்கள் பின்வருமாறு:-

- சுவாசப்பைகள் காற்றாட்டப்படல்.
- சிற்றறைகளில் குருதிக்கும், வளிக்கும் இடையில் வாயுப்பரிமாற்றம் நிகழ்தல்.
- நீராவியும், CO_2 உம் வெளியேற்றப்படுதல்.
- குரல்வளைக்கு வளியை வழங்கி ஒலியை உண்டாக்கல்.

1. சுவாசக்கொள்ளளவு (Lung capacity)

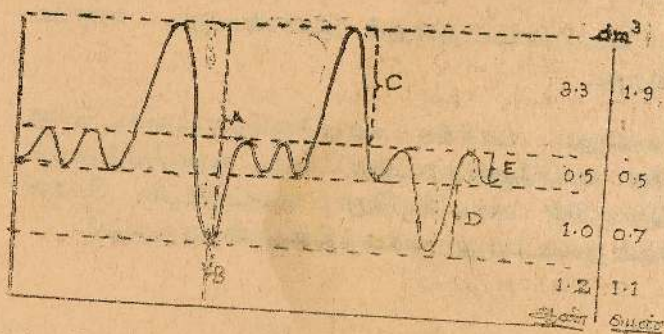
1) வற்றுப்பெருக்கு கனவளவு (tidal volume)

சாதாரணமாக ஒருவர் சுவாசிக்கும் பொழுது நிமிடம் ஒன்றிற்கு ஒருமூச்சின் போது ஏறக்குறைய $6dm^3$ (ஏறக்குறைய 500 செ. மீ³) உட்சுவாசிக்கின்றார். ஒரு நிமிடத்தில் ஏறக்குறைய 12 தடவைகள் உட்சுவாசம் நடைபெறுகின்றது.

சாதாரணமாக ஒரு சுவாசித்தவன்போது உள்ளெடுக்கப்பட்டு வெளிவிடப்படும் வளியின் கனவளவு வற்றுப்பெருக்குக் கனவளவு எனப்படும். இது வழமை பாக $500 cm^3$. ஆகும்.

2) உட்சுவாச ஒதுக்கக் கனவளவு: (Inspiratory reserve volume)

வற்றுப்பெருக்குக் கனவளவுடன், விசையாக உட்சுவாசிக்கும்பொழுது மேலதிகமாக எடுக்கப்படும் வளியின் கனவளவு: இது ஏறக்குறைய $2500 செ. மீ^3$



சுவாசக் கொள்ளளவுகளைக் காட்டும் படம்.

- A உயிர்க்கொள்ளளவு
- B மீதித் கனவளவு
- C உட்சுவாச ஒதுக்கக் கனவளவு
- D வெளிச்சுவாச ஒதுக்கக் கனவளவு
- E வற்றுப்பெருக்குக் கனவளவு

(3) வெளிச்சுவாச ஒதுக்கக் கனவளவு (expiratory reserve volume)

சாதாரண வெளிச்சுவாசத்தின் பின் விசையாக மூச்சு விடும்போது வெளியேற்றப்படும் வளியின் கனவளவு (ஏறத்தாள $1000 செ. மீ^3$)

(4) உயிர்க் கொள்ளளவு: (vital capacity)

மிகக்கூடிய உட்சுவாச முயற்சியின் பின் உள்ளெடுக்கப்படும் ஆகக்கூடிய வளியின் கனவளவு. இது ஏறக்குறைய $4000 செ. மீ^3$ அல்லது $4-5 dm^3$ (உட்சுவாச ஒதுக்கக் கனவளவு + வெளிச்சுவாச ஒதுக்கக் கனவளவு + வற்றுப்பெருக்கக் கனவளவு)

(5) மீதிக்கனவளவு (residual volume)

வெளிச்சுவாசிக்கப்பட்ட பின்பு சுவாசப்பைகளில் எஞ்சியிருக்கும் வளியின் கனவளவு. (ஏறக்குறைய 1 dm^3 அல்லது 1000 செ. மீ^3)

(6) மொத்தக் கனவளவு (total capacity)

உயிர்க் கொள்ளளவையும், மீதிக் கனவளவையும் சேர்க்கும்போது பெறப்படும் கனவளவு. இது ஏறக்குறைய 5 dm^3 அல்லது 5000 செ. மீ^3 .

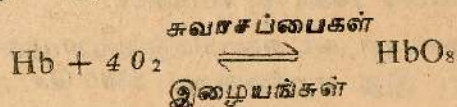
மீதிக் கனவளவைத் தவிர ஏனைய கனவளவுகள் யாவும் 'ஸ்பைரோமீற்றர்' (spirometer) என்னும் உபகரணத்தைப் பயன்படுத்தி அளவிடமுடியும்.

காற்றோட்டவீதம் (ventilation rate):

காற்றோட்ட வீதம் எனப்படுவது 1 நிமிடத்தில் சுவாசிக்கப்படும் வளியின் கனவளவு.

2. ஒட்சிசன் கூத்தப்படும் முறை:

ஒட்சிசன் செங்குருதிக் கலங்களினுள்ளே பரவி ஈமோகுளொபினுடன் சேர்ந்து ஒட்சிஈமோகுளொபின் தோற்றுவிக்கும். ஈமோகுளொபின் மூலக்கூற்றிலுள்ள இருப்பைக் கொண்டுள்ள நான்கு ஈம் கூட்டம் ஒவ்வொன்றுடனும் ஒட்சிசன் மூலக்கூறு சேரும்; அது பெரஸ்நிலையிலேயே காணப்படுகிறது.



ஈமோகுளொபின் ஒட்சிசனுக்கு உயர்நாட்டத்தைக் கொண்டது; எனவே அது இலகுவில் ஒட்சிசனுடன் சேர்கிறது.

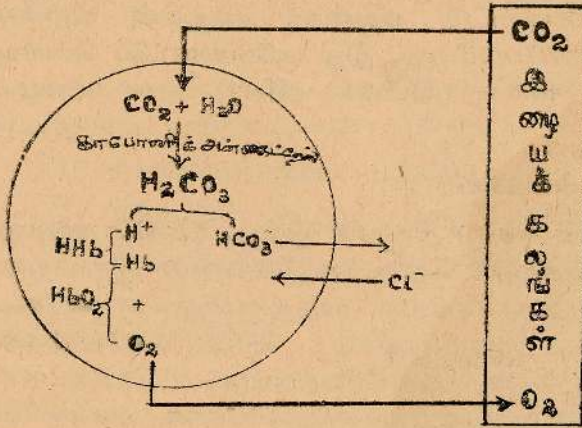
ஆனால் ஈமோகுளொபின் ஒட்சிசனிலும் பார்க்க காபனோரொட்சைட்டுக்கு கூடுதலான நாட்டமுடையது; எனவே காபனோரொட்சைட்டை உள்ளெடுத்தல் ஆபத்தானது; ஏனெனில் ஈமோகுளொபின் காபனோரொட்சைட்டுடன் சேர்வதால் இழையங்களுக்கு ஒட்சிசன் சென்றடையாது மூச்சுத்திணறல் ஏற்படும்.

காபனீரொட்சைட்டுக் கொண்டு செல்லல்:

காபனீரொட்சைட்டு இழையங்களிலிருந்து மூன்று வழிகளினால் எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது.

- (1) பெளதீகக் கரைசலாக ஏறக்குறைய 10%
- (2) காபமீனோ ஈமோகுளொபினாக ஏறக்குறைய 10%
- (3) இருகாபனேற்ற அமிலங்களாக ஏறக்குறைய 80%

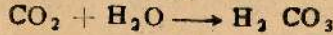
3. காபனீரொட்சைட்டு இரு காபனேற்று அயன்களாக கடத்தப்படும் முறை:-



H_2CO_3 = காபோனிக்கமிலம்
 Hb = ஈமோகுளொபின்
 HHb = ஈமோகுளொபினிக் கமிலம்
 HbO_2 = ஒட்சிஈமோகுளொபின்

CO_2 கடத்தப்படும் முறையை விளக்கும் படம்

(1) இழையங்களிலிருந்து காபனீரொட்சைட்டு (CO_2) செங்குழியங்களினுள்ளே பரவும். அங்கு அது நீருடன் சேர்ந்து காபோனிக்கமிலத்தைத் தோற்றுவிக்கும்:



இத்தரக்கம் மிக மந்தமானது; எனினும் காபோனிக் அன்கைட்ரேஸ் (carbonic-anhydrase) என்னும் நொதியத்தினால் விரைவுபடுத்தப்படும். இதன் காரணமாகப் பெருமளவு CO_2 குருதிமுதலுருவிலும் பார்க்கச் செங்குழியங்களால் கடத்தப்படுகின்றமை புண்படுகின்றது.

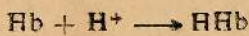
(2) காபோனிக்கமிலம் பின்னர் ஐதரசன் அயனாகவும் இருகாபனேற்று அயனாகவும் பிரிகையடைகின்றது.



ஐதரசன் அயன்கள் தொடர்ந்து சேருமாயின் அமிலத்தன்மை அதிகரித்து கலத்தை இறக்கச் செய்யும். எனினும் அவை ஈமோகுளொபினால் நடுநிலையாகி கப்படும். H^+ அயன்கள் இருப்பதனால் ஒட்சிஈமோகுளொபின் ஒட்சிசனாகவும் ஈமோகுளொபினாகவும் பிரிகையடைவதற்கு வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது.

(3) ஒட்சிசன் கலத்தினூடாக வெளியேறி இழையங்களில் பரவும்.

(4) ஈமோகுளொபின் ஐதரசனுடன் சேர்ந்து ஈமோகுளொபினிக்கமிலத்தை உண்டாக்கும்.



(5) இருகாபனேற்று அயன்கள் செங்குழியங்களில் கூடுதலாகச் சேரும். செங்குழியக் கலமென்சவ்வு எதிரயங்களில் உட்புகின்றமியைபுடையதால் HCO_3^- அயன்கள் கலமென்சவ்வினுடாக குருதி முதலுருவினுள்ளே பரவும். செங்குழிய

இக் கூறுகளிலிருந்து ஐதரசன் நீக்கப்பட்டு அயனாகவும் உயர்ச்சி இலத்திரனாகவும் மாற்றப்படும். இவ்விலத்திரன் குளுக்கோசிலுள்ள சக்தியின் ஒரு பகுதியை எடுத்துச் செல்லும்:

மேலே குறிப்பிட்ட தாக்கங்கள் யாவற்றையும் மூன்று பிரதான கட்டங்களில் அடக்கலாம். அவையாவன பின்வருமாறு:

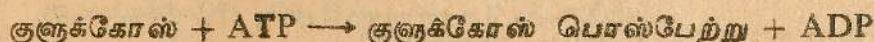
- (1) கிளைக்கோப்பகுப்பு (glycolysis)
- (2) கிரெப்பின் வட்டம் (Kreb's cycle)
- (3) இலத்திரன் காவும் தொகுதி (Electron carrier system)

(1) கிளைக்கோப்பகுப்பு:

ஒட்சிசன் இல்லாத நிலையில் நடைபெறும் ஆரம்ப சுவாசத் தாக்கங்கள் கிளைக்கோப்பகுப்பு எனப்படும். அது குழியவுருவில் நடைபெறுகின்றது. இச் செயல் முறையைத் தொடர்ந்து காற்றுள்ள சுவாசம் நடைபெறுகின்றது. அப்பொழுது கார்பனீரொட்சைட்டும் நீராவியும் உண்டாக்கப்படும். ஒட்சிசன் கிடைக்காவிட்டால் கிளைக்கோப்பகுப்பைத் தொடர்ந்து கார்பனீரொட்சைட்டும் எதயில் அற்க கோலும் தோற்றுவிக்கப்படுகின்ற காற்றின்றிய சுவாசம் நடைபெறுகின்றது.

கிளைக்கோப்பகுப்பில் நிகழும் தாக்கங்களின் படிகள்:

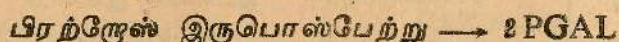
(1) கலத்திலுள்ள குளுக்கோஸ் ATP யுடன் தாக்கமுற்று பொஸ்பேற்று ஏற்றப்படுகின்றது. ATP ஒரு பொஸ்பேற்றுக் கூட்டத்தை வழங்கும். பொஸ்பேற்றேற்றத்தால் உயிர்ப்பாக்கப்பட்ட குளுக்கோஸ், குளுக்கோஸ் பொஸ்பேற்று எனப்படும். இம்மாற்றத்தின்போது ATP மூலக்கூறு ADP மூலக்கூறுக மாற்றப்படும்



(2) மேலும் ஒரு பொஸ்பேற்றை இன்னொரு ATP மூலக்கூற்றிலிருந்து பெற்று குளுக்கோஸ் பொஸ்பேற்று பிரற்றேஸ் இருபொஸ்பேற்றுக மாற்றப்படுகின்றது:



(3) பிரற்றேஸ் இருபொஸ்பேற்று பின்னர் இரண்டு பாதிகளாகப் பிளவடைந்து ஒவ்வொன்றும் 3 கார்பன் அணுக்களைக் கொண்டுள்ள பொஸ்போகிளிசரல் டிகைட்டாக (PGAL) மாற்றப்படுகிறது.



(4) PGAL இரண்டு இலத்திரன்கள் NAD ஆல் நீக்கப்படுவதால் ஒட்சி யேற்றப்படுகின்றது. அதாவது PGAL, NAD, பொஸ்பேற்று அனாகள். (பொஸ்போரிக்கமிலத்திலிருந்து— H_2PO_4) ஆகியவை தாக்கத்தில் ஈடுபட்டு பொஸ்போகிளிசரிக்கமிலம் (PGA), ATP ஆகியனவற்றை உண்டாக்கும். இத்தாக்கத்தின்போது NAD தாழ்த்தப்படுகின்றது:

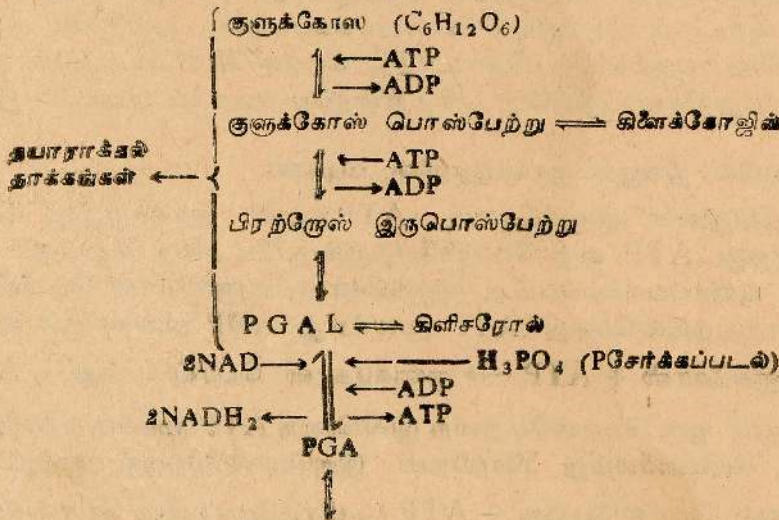


(5) PGA இல் பல மாற்றங்கள் நடைபெற்று அது பைருவிக்கமிலமாக (Pyruvic acid) மாற்றப்படுகின்றது. இம் மாற்றத்தின்போது ADP யும் P அலகுகளும் சேர்ந்து ATP ஐ உண்டாக்குகின்றன.



கிளைக்கோப்பகுப்பின் போது ஒரு குளுக்கோஸ் மூலக்கூறிவிருந்து இரு பைருவிக்கமில அலகுகள் உண்டாகின்றன அத்துடன் இரு ATP அலகுகள் உபயோகிக்கப்பட்டு 4 ATP அலகுகள் தோன்றுகின்றன. [எனவே இரு ATP அலகு இலாபமேற்படுகிறது. தாவரங்களில் O_2 இல்லாத வேளையில் கிளைக்கோப்பகுப்பின் இறுதி விளைவாக பைருவிக்கமிலமும் எதயில் அற்ககோலும் இரு ATP அலகுகளும் தோன்றுகின்றன. ஒட்சிசன் இல்லாதபொழுது விலங்குகளில் இலத்திரிக் கமிலமும் இரு ATP அலகுகளும் தோன்றுகின்றன.

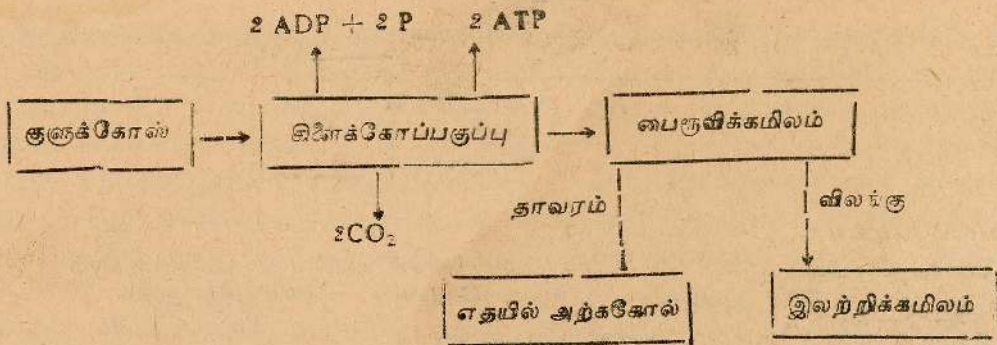
கிளைக்கோப்பகுப்புத் தாக்கங்கள்



ஒட்சிசன் இல்லாத வேளையில் NADH_2 இலிருந்து பெறப்பட்ட சக்தியின் உதவியினால் விலங்குகளிலும் சில நுண்ணுயிரிகளிலும்

ஒட்சிசன் இல்லாத வேளையில் NADH_2 இலிருந்து பெறப்பட்ட சக்தியின் உதவியினால் தாவரங்களிலும் அதே நுண்ணுயிரிகளிலும்





நொதித்தல் (அதாவது காற்றில்லாத பொழுது சக்தி விடுவிக்கப்படுதல்) க் காட்டும் விளக்கப்படம்

கிளைக்கோப்பகுப்பின் சுருக்கம்:

(1) ஆறு கார்பன் சேர்வையாகிய குளுக்கோஸ் சுற்றிலி மூன்று கார்பன் கொண்ட பைரூவிக்கமிலமாக மாற்றப்படுதல்.

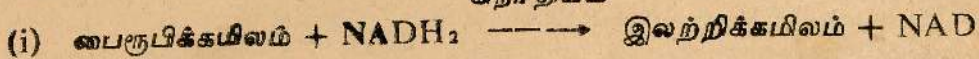


(2) தாக்கங்களை ஆரம்பிப்பதற்கு 2 ATP மூலக்கூறுகள் பயன்படுத்தப்பட்டு நான்கு ATP மூலக்கூறுகள் தொகுக்கப்படுதல்; அதாவது இரண்டு ATP மூலக்கூறுகள் நிகரலாபமாகப் பெறப்படும்.

(3) இரண்டு $NADH_2$ மூலக்கூறுகள் உண்டாக்கப்படும்.

விலங்குக் கணங்களிலும் சில ஒரு கண அங்கிகளிலும் கிளைக்கோப்பகுப்பின் போது தோன்றிய பைரூவிக்கமிலம் ஒட்சிசன் இல்லாதபொழுது $NADH_2$ இலிருந்து ஐதரசனைப் பெற்று 3 கார்பன் சேர்வையாகிய இலற்றிக்கமிலமாக மாற்றப்படும். தாவரங்களிலும் பல ஒரு கல அங்கிகளிலும் இரண்டு கார்பன் சேர்வையாகிய எதயில் அற்ககோலும் கார்பனீரொட்சைட்டும் தோற்றுவிக்கப்படும்.

நொதியம்



அல்லது

நொதியம்



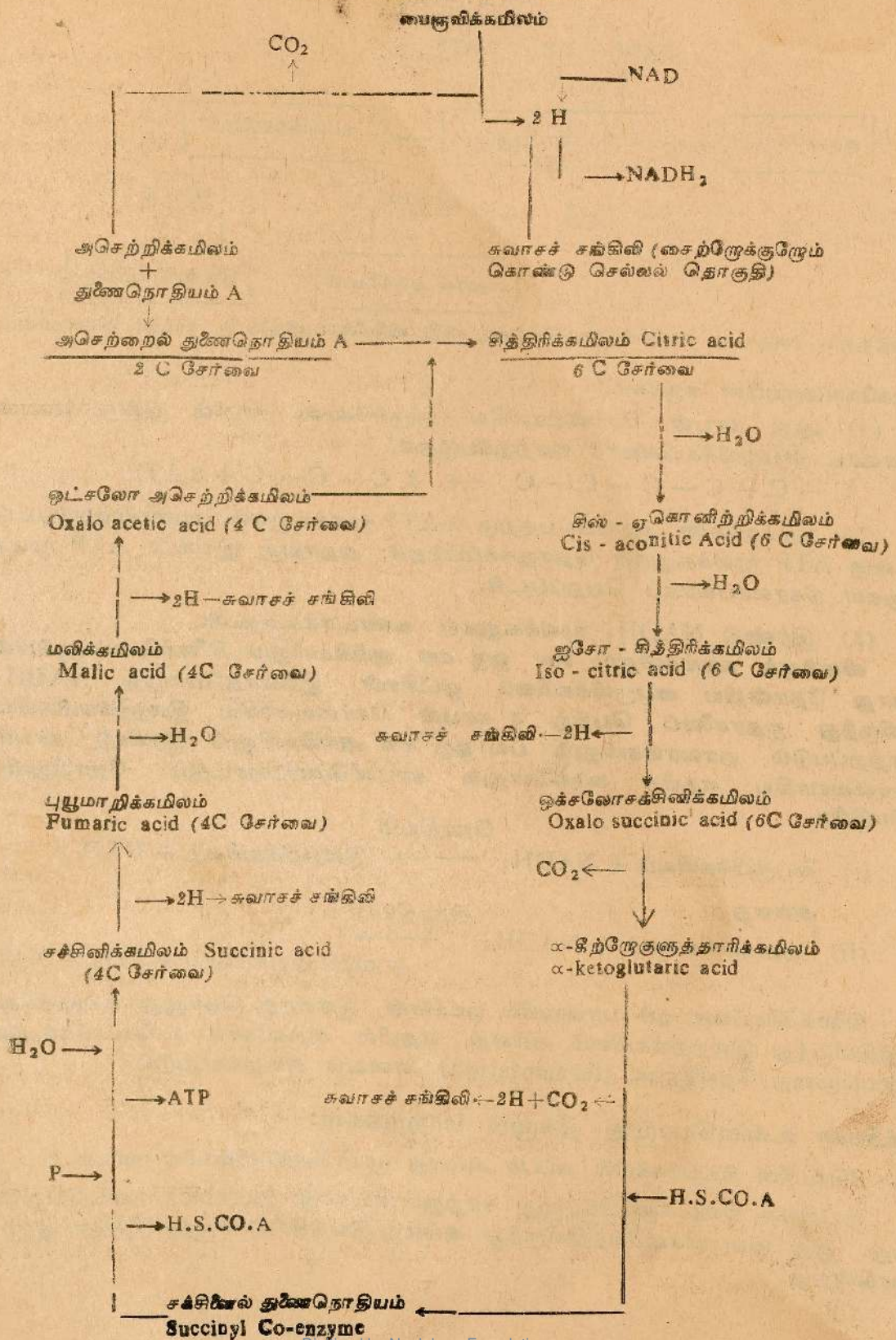
கிளைக்கோப்பகுப்பின் பாதையில் ஒட்சிசன் இல்லாத பொழுது பைரூவிக்கமிலத்திலிருந்து இலற்றிக்கமிலம் அல்லது எதயில் அற்ககோல் உண்டாக்கப்படும் செயல்முறை நொதித்தல் (fermentation) எனவும் அழைக்கப்படும்.

ஒட்சிசன் உள்ளபொழுது நிகழும் மாற்றங்கள்:

6. கிரெப்பின் சுத்திரிக்கமில வட்டம் அல்லது மூகாபோக்சிலிக்கமில வட்டம்

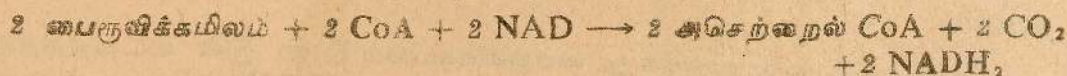
ஒட்சிசன் கிடைக்கும்பொழுது காற்றுச் சுவாசத் (aerobic) நடைபெறுகின்றது. இது பைரூவிக்கமிலத்திலிருந்து அல்லது இலத்திரிக்கமிலத்திலிருந்து ஆரம்பமாகின்றது.

கிரெப்மின் சுத்தரிக்கமில் வட்டம்



சித்திரிக்கமில் வட்டம் இழைமணிகளில் நடைபெறுகின்றது: சித்திரிக்கமில் வட்டத்தில் பிரதான விளைவு 3 காபன் சேர்வையாகிய பைருவிக்கமில் காபனீரொட்சைட்டாகவும் தொழிற்பாடுடைய அசெற்றிக்கமில்மாகவும் மாற்றப்படுதலே யாகும். அசெற்றிக்கமில் சயாதீன அமிலமாக இராது ஒரு துணைநொதியத்துடன் பிணைப்புற்றிருப்பதால் தொழிற்பாடுடைய அசெற்றிக்கமில் என அழைக்கப்படுகிறது. அது துணைநொதியம் A யுடன் அதாவது CoA உடன் இணைந்திருக்கும். இவ்வாறு இணைந்த சேர்வை அசெற்றைல் துணைநொதியம் A ஆகலது அசெற்றைல் CoA என அழைக்கப்படும். பைருவிக்கமில் மூலக்கூறு ஒன்று ஒட்சியேற்றப்படும் பொழுது அசெற்றைல் துணைநொதியம் A யும், CO₂ வும் உண்டாவதுடன் ஐதரசன் நீக்கப்பட்டு ஒரு NADH₂ மூலக்கூறும் தோன்றும்.

ஒரு குளுக்கோஸ் மூலக்கூற்றிலிருந்து இரண்டு பைருவிக்கமில் மூலக்கூறுகளும் இரண்டு NADH₂ மூலக்கூறுகளும் உண்டாக்கப்படுகின்றன. இச் சிக்கலான தாக்கத் தொடர்களைப் பின்வருமாறு சுருக்கிக் காட்டலாம்:-



இரண்டு NADH₂ மூலக்கூறுகளும் சுவாசச் சங்கிலிக்கு ஐதரசனை வழங்கும். இங்கு ஒவ்வொரு இரண்டு ஐதரசன்களுக்கு மூன்று ATP மூலக்கூறுகள் உண்டாக்கப்படுகின்றன. எனவே இந்தப் படியில் 6 ATP மூலக்கூறுகள் தொகுக்கப்படுகின்றன.

(2) அசெற்றைல் துணைநொதியம் A பின்னர் கிரெம்பிங் சித்திரிக்கமில் வட்டம் எனப்படும் ஒரு தொடரான தாக்கங்களுக்கு உட்படுத்தப்படுகின்றது (பிரிட்டிஸ் விஞ்ஞானி Sir Hans Krebs என்பவருக்குப் பின்). இவ்வட்டத்தில் நடைபெறும் தாக்கங்களின் சுருக்கம் பின்வருமாறு:

(a) இரண்டு அசெற்றைல் துணைநொதிய மூலக்கூறுகள் (இரு காபன் சேர்வை) ஏற்கனவே இழைமணியில் காணப்படுகின்ற 4 காபன் சேர்வையாகிய ஒக்சனோ அசெற்றிக்கமில்த்துடன் சேர்த்து 6 காபன் சேர்வையாகிய சித்திரிக்கமில்த்தைத் தோற்றுவிக்கும்.

(b) சித்திரிக்கமில் பிண்பு சிஸ்-எகோனிற்றிக்கமில்மாக (cis aconitic acid) மாற்றப்பட்டு அதன் பின் ஐசோ-சித்திரிக்கமில்மாக (iso-citric acid) மாற்றப்படும்.

(c) ஐசோ-சித்திரிக்கமில் பின்னர் 5 C கொண்ட α-கீற்றோகுளுத்தாரிக்கமில்மாகவும், காபனீரொட்சைட்டாகவும் ஒட்சியேற்றப்படுகின்றது. அப்பொழுது NAD யானது NADH₂ ஆக தாழ்த்தப்படுகின்றது.

(d) α-கீற்றோகுளுத்தாரிக்கமில் (5 காபன் சேர்வை) பின்னர் 4 காபன் சேர்வையாகிய சக்கினைல் துணைநொதியம் A ஆக (Succinyl Co A.) மாற்றப்படும். அப்பொழுது காபனீரொட்சைட்டு வெளிவிடப்படுகின்றது. NAD யானது NADH₂ ஆகத் தாழ்த்தப்படுகின்றது.

(e) சக்சினிக் அமிலம் துணைநொதியம் A இன்றொரு 4-காபன் சேர்வையாகிய சக்சினிக் அமிலமாக (Succinic acid) மாற்றப்படும். பின்பு சக்சினிக் அமிலம் பியூமாரிக் அமிலமாக (fumaric acid) ஒட்சியேற்றப்படும். இந்தத் தாக்கத்தின்போது இரண்டு ஐதரசன் அணுக்களை எடுக்கும் துணைநொதியம் பிளேவின் இருநியூக்கிளோரைட்டு (FAD - Flavin dinucleotide) ஆகும். FADயும் NAD ஐப்போன்று இரண்டு அடிவின் நியூக்கிளியோரைட்டுகளைக் கொண்டது; ஆனால் விற்பனின் B_2 (றிபோயிளேவின்) இவ்ருந்து பெறப்பட்டது. இங்கு FAD தாழ்த்தப்பட்டு $FADH_2$ வாக மாற்றப்படும்.

(f) பியூமாரிக்கமிலம் பின்னர் நீர்மூலக்கூறுடன் சேர்ந்து மலிக்கமிலமாக (malic acid) மாற்றப்படுகின்றது.

(g) மலிக்கமிலம் ஒட்சியேற்றப்பட்டு ஒட்சலோ அசெற்றிக்கமிலமாக (oxaloacetic acid) மாற்றப்படும். அப்பொழுது NAD யானது $NADH_2$ ஆக மாற்றப்படும்.

இவ்வாறு ஒரு மூலக்கூறு பைருவிக்கமிலம் $Kreb$ இன் வட்டத்திற்கு உட்படும்போது நான்கு $NADH_2$ மூலக்கூறுகளும் ஒரு $FADH_2$ மூலக்கூறும் உண்டாகப்படும். தாழ்த்தப்பட்ட இத் துணைநொதியங்கள் பைருதளவு சேமிப்புச் சக்தியைக் கொண்டுள்ளமையால் மிகவும் முக்கியமான சேர்வையாகும்.

அடுத்தபடியாக இலத்திரன் கொண்டுசெல்லல் சங்கிலிமூலம் துணைநொதியங்களிலிருந்து ATP மூலக்கூறுகளுக்கு சேமிக்கப்பட்ட சக்தி மாற்றப்படுகின்றது.

இலத்திரன் கொண்டு செல்லல் சங்கிலி (Electron transport chain):

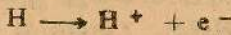
இது இழைமணிகளின் உச்சி அல்லது முகட்டில் நிகழும் ஒரு தொடரான ஒட்சியேற்ற-தாழ்த்தல் தாக்கங்களாகும். இத்தாக்கங்களின்போது $NADH_2$, $FADH_2$ ஆகியவற்றிலுள்ள சக்தியானது ATP மூலக்கூறுகளுக்கு மாற்றப்பட்டுச் சேமிக்கப்படும். இலத்திரன் கொண்டுசெல்லல் சங்கிலியில் மூன்று வகையான காலி மூலக்கூறுகள் மாறி மாறி ஒட்சியேற்றப்பட்டுத் தாழ்த்தப்படுகின்றன. அத்துடன் அவை ATP உண்டாவதில் பங்குகொள்கின்றன. இச்சேர்வைகளாவன:

(1) துணைநொதியம் FAD (2) துணைநொதியம் Q (யூபிக்வினோன் ubiquinone) (3) சைதிரோக்ரோம்கள் (cytochromes) இரும்பைக் கொண்ட சிவப்பு நிறப் புரதங்கள்

ETC அல்லது இலத்திரன் கொண்டுசெல்லல் சங்கிலியில் நிகழும் தாக்கங்களைப் பின்வருமாறு சுருக்கிக் கூறலாம்:-

(a) $NADH_2$ இலுள்ள ஐதரசன் அணுக்கள் FADக்கு மாற்றப்படல்: அப்பொழுது $NADH_2$ ஆனது NAD ஆக ஒட்சியேற்றப்படுவதுடன் FAD ஆனது $FADH_2$ ஆகத் தாழ்த்தப்படுகின்றது. இவ்வாறு ஐதரசன் மாற்றப்படும்போது சக்தி விடுவிக்கப்பட்டுப் பின்னர் அது ADP இலிருந்து ATP உண்டாக்குவதற்குப் பயன்படும். ஐதரசன் அணுக்கள் பின்பு துணைநொதியம் Qவைத் தாழ்த்துவதற்குப் பயன்படும். இந்தினைக்குப் பின்பு ஐதரசன் அணுக்கள் தொடர்பு

நிலைத்திருப்பதில்லை. அவை ஐதரசன் அயன்களாகவும் இலத்திரன்களாகவும் அயனாக்கம் அடைகின்றன.



(இலத்திரன்)

(b) H அணுக்களின் இலத்திரன்கள் பின்னர் அடுத்தடுத்து ஒரு சைற்றோக் குரோமிலிருந்து இன்னொன்றிற்கு - அதாவது சைற்றோக்குரோம் b இலிருந்து சைற்றோக்குரோம் c க்கும், சைற்றோக்குரோம் c இலிருந்து சைற்றோக்குரோம் a க்கும் இறுதியாக சைற்றோக்குரோம் a₃ (சைற்றோக்குரோம் ஒட்சிடேசுக்கும்) மாற்றப்படுகின்றது. இலத்திரன் கொண்டு செல்லல் சங்கிலியில் ஒவ்வொரு சைற்றோக்குரோமும் மாறி மாறி இலத்திரன்களைப் பெறும்போது தாழ்த்தப்படுகின்றது அல்லது இலத்திரன்களை இழக்கும்போது ஒட்சியேற்றப்படுகின்றது.

ETC இல் சைற்றோக்குரோக்குரோம்கள் சம்பந்தப்படுவதால் அது சைற்றோக் குரோம் தொகுதி எனவும் அழைக்கப்படும். விடுவிக்கப்பட்ட சக்தியிலிருந்து ATP உண்டாதல் சைற்றோக்குரோம் b க்கும் c க்கும் இடையிலும் சைற்றோக்குரோம் a க்கும் a₃ க்கும் இடையிலும் நிகழ்கின்றது. காற்றுள்ள சுவாசத்தின்போது ETC யின் முடிவில் இலத்திரன்கள் ஒட்சிசனுக்கு வழங்கப்பட்டது அது எதிரேற்றமுடையதாக மாற்றப்படுகின்றது. ஒட்சிசன் H⁺ அயன்களுடன் சேர்ந்து நீராக மாற்றப்படுகின்றது.

ATP உண்டாதல்

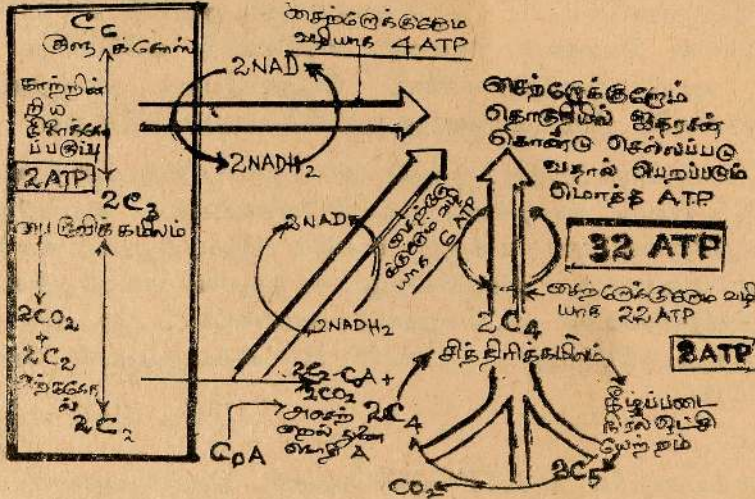
கிளைக்கோப்பகுப்பில் 2 ATP மூலக்கூறுகள் நிகரலாபமாகப் பெறப்படும். ஒரு குளுக்கோஸ் மூலக்கூற்றிலிருந்து இரண்டு பைரூவிக்மிலங்கள் உண்டாக்கப் ப்பட்டு, அவையிரண்டும் கிரெப்பின் வட்டத்தை அடையும். கிரெப்பின்வட்டத்தில் ATP நேராக உண்டாக்கப்படுவதில்லை யெனினும் அது உயர் சக்திவாய்ந்த இரண்டு மூலக்கூறுகளை விடுவிக்கின்றது. இவ்வுயர்சக்திச்சேர்வை ரூவானோசின் மூபெஸ்பேற்று (Guanosine triphosphate) அல்லது GTP எனப்படும். சக்சினைல் துணைநொதியம் A யின் சக்தியைப் பயன்படுத்தி ரூவானோசின் இருபொஸ்பேற்று (Guanosine diphosphate) அல்லது GDP இலிருந்து GTP உண்டாக்கப்படுகின்றது. இது கீழ்ப்படைநிரல் பொஸ்பேற்றேற்றம் (substrate level phosphorylation) என்னும் செயல்முறையில் விடுவிக்கப்படும் எனலாம். சுற்றில் GTP இலிருந்து ATP உண்டாக்கப்படும். இவ்வாறாக 2 ATP மூலக்கூறுகள் கிரெப்பின் வட்டத்தில் மறைமுகமாக உண்டாக்கப்படுகின்றது. மிகுதி ATP முழுவதும் (34 ATP) ETC யில் உண்டாக்கப்படுகின்றது.

குளுக்கோஸ் கலச் சுவாசத்தின்போது பெறப்படும் ATP மூலக்கூறுகள் பற்றிய சுருக்கம்:

(1) 36 ATP மூலக்கூறுகள் மொத்தத் தொகையாகப் பெறப்படும். குளுக்கோசில் ஆரம்பத்தில் இருந்த சக்தியில் எறக்குறைய 38% ATP யில் அகப்படுத்தப்பட்டு மிகுதி வெப்பமாக இழக்கப்பட்டதை இது குறிக்கும்.

(2) 36 ATP மூலக்கூறுகளில் இரண்டு மூலக் கூறுகளே காற்றின்றிய சுவாசத்தில் தோற்றுவிக்கப்படும். மிகுதி 34 ATP மூலக்கூறுகளும் காற்றுள்ள சுவாசத்தின்போது உண்டாக்கப்படுகின்றது.

(3) காற்றுள்ள சுவாசத்தின்போது தொகுக்கப்பட்ட 34 ATP மூலக்கூறுகளில் 32 ஐதரன் கொண்டு செல்லலால் - அதாவது NAD அலிதது இதைப்போத்த வேறு இதைத்திரன் வாங்கிகள் ஊடாக சுவாசச்சங்கிலியில் (அல்லது சைற்றோக் குளோம் தொகுதியில் தாக்கங்களுக்கு உட்படுவதால் பெறப்படுகின்றது. சைற்றோக் குளோம் தொகுதியைத் தடைசெய்யும் சயனைட்டுப் போன்ற நச்சுப்பொருட்கள் உயிராபத்தை ஏற்படுத்தும்.

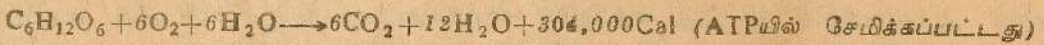


ATP மூலக்கூறுகள் தோன்றும் முறைகளின் சுருக்கம்

கலச்சுவாசத்தில் பயன்படுத்திய கீழ்மீபடை ஒரு குளுக்கோஸ் மூலக்கூறு; அது கொடுக்கும் இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கை 12 சோடி (H); சைற்றோக்குளோம் தொகுதியில் (சுவாசச்சங்கிலியில்) 6 ஒட்சிசன் மூலக்கூறுகளுடன் சேர்ந்து 12 நீர் மூலக்கூறுகளை உண்டாக்கும். குளுக்கோஸ் மூலக்கூற்றில் 12 H அணுக்களும் 6 ஒட்சிசன் அணுக்களும் காணப்பட்டபோதும், நீர் மூலக்கூறுகள் சித்திரிக்கமில் வட்டத்தில் புகுத்தப்படுவதால் அக் குறைபாடு நிவர்த்தி செய்யப்படும்.

இம்மாற்றங்களின்போது 6 காபனீரொட்சைட்டு மூலக்கூறுகள் உண்டாக்கப் படுகின்றன. ஒவ்வொரு பைருவிக்மில் மூலக்கூற்றிலிருந்தும் 3 காபனீரொட்சைட்டு மூலக்கூறு தோற்றுவிக்கப்படும்.

ஒட்சியேற்றத்தின்போது நிகழும் முழு மாற்றங்களையும் பின்வரும் சமன்பாடு காட்டுகின்றது:-



தோற்றுவிக்கப்படும் ATP மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை = 38

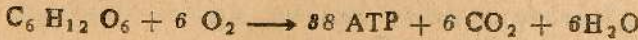
கிளைக்கோப்பகுதியில் தோன்றும் நிகரலாபம் = 2 ATP

ATP உண்டாக்கல் — சுருக்கம்:

ATP நிகரலாபம்

(a) கிளைக்கோப்பகுப்பு	செயல்முறை
(1) குளுக்கோஸ் பைரூவிக்மிலமாக ஒட்சியேற்றப்படல்	2 ATP
(2) 2 NADH ₂ உண்டாதல்	6 ATP இதைதிரை கொண்டு செல்லக் சங்கிலியில்)
(b) அசெற்றைல் துணைநொதியம் உண்டாகும்போது பெறப்படும் 2NADH ₂	6 ATP (இ: கொ. ச.)
(c) கிரெம்பின் வட்டம்	
(1) சக்சினைல் துணைநொதியம் சக்சினிக்மிலமாக ஒட்சியேற்றப்படல்	2 GTP (ATP க்குச் சமன்)
(2) 6 NADH ₂ உண்டாதல்	18 ATP (இ. கொ. ச.)
(3) 2 FADH ₂ உண்டாதல்	4 ATP (இ: கொ. ச.)
மொத்தம்	<u>38 ATP</u>

ஒரு குளுக்கோஸ் மூலக்கூறு முற்றாக ஒட்சியேற்றப்படுதலைப் பின்வருமாறு சுருக்கிக் காட்டலாம்:-



7. அனுசேபம் (Metabolism)

உயிருள்ள கலங்களில் நிகழும் இரசாயனத் தாக்கங்கள் யாவற்றையும் உட்படுத்தி அனுசேபம் என அழைக்கப்படும். அனுசேபத் தாக்கங்களில் பங்குபற்றும் மூலக்கூறுகள் அனுசேபப்பொருட்கள் (metabolites) எனப்படும். சில அனுசேபப் பொருட்கள் அங்கிகளினுள்ளே தொகுக்கப்படுகின்றன; வேறு சில உணவாக உட்கொள்ளப்படல் வேண்டும். அனுசேபம் உயிருள்ள தொகுதிகளின் அடிப்படையாகச் சிறப்பியலுடிகளில் ஒன்றாகும். அனுசேபத்தாக்கங்கள் குறிப்பாகச் சக்தியை விடுவிக்கும் தாக்கங்கள் கலங்கள் உயிருடன் இருப்பதற்கு முக்கியமானவையாகும். எஃபு, கசியிழையம் ஏனைய தொடுப்பிழையங்கள் போன்ற சடத்தூய் பொருளாகத் தோற்றமளிக்கும் கட்டமைப்புகளில் கூட அனுசேபத் தொழிற்பாடுகளில் சடுபடும் உயிருள்ள கலங்கள் காணப்படுகின்றன. முனையுட்டிகளின் மயிர்கள், நகங்கள், மொலஸ்கரப் பிராணிகளின் ஓடுகள் போன்ற இறந்த பகுதிகளிலே அனுசேபத் தொழிற்பாடுகள் நடைபெறுவதில்லை. அனுசேபத்தாக்கங்கள் முழுமையாக ஒரேதாக்கமாக நிகழாது படிப்படியான தொடரான சிறிய படிக்களில் நடைபெறுகிறது. இது அனுசேபவழிக்குரியன (metabolic pathway) எனக்கூறப்படும். ஒவ்வொரு தாக்கத்திலும் மூலப்பொருட்கள் விளைபொருட்களுக்கு நெருக்க

மாகக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. அனுசேபத்தாக்கங்கள் சிறிய படிகளில் நடைபெறுவதற்கு இரண்டு காரணங்களை கூறலாம். அவையாவன:-

- (1) பெரிய தாக்கங்கள் குறிப்பாக தீவிரமான தாக்கங்கள் கலத்திற்கு ஆபத்தை விளைவிக்கும் அல்லது இறக்கச் செய்யும்.
- (2) அனேக சிறிய படிக்களைக் கொண்ட நீண்ட அனுசேபத் தாக்கங்களிலிருந்து மிகக்கூடுதலான நன்மையை அடைய முடியும்.

அனுசேபத்தாக்கங்கள் நடைபெறுவதற்கு நொதியங்களின் பங்காற்றலின் முக்கியத்துவத்தை நினைவுகூர்தல் அவசியமாகும்.

அனுசேபத் தாக்கங்களை இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம் அவையாவன:-

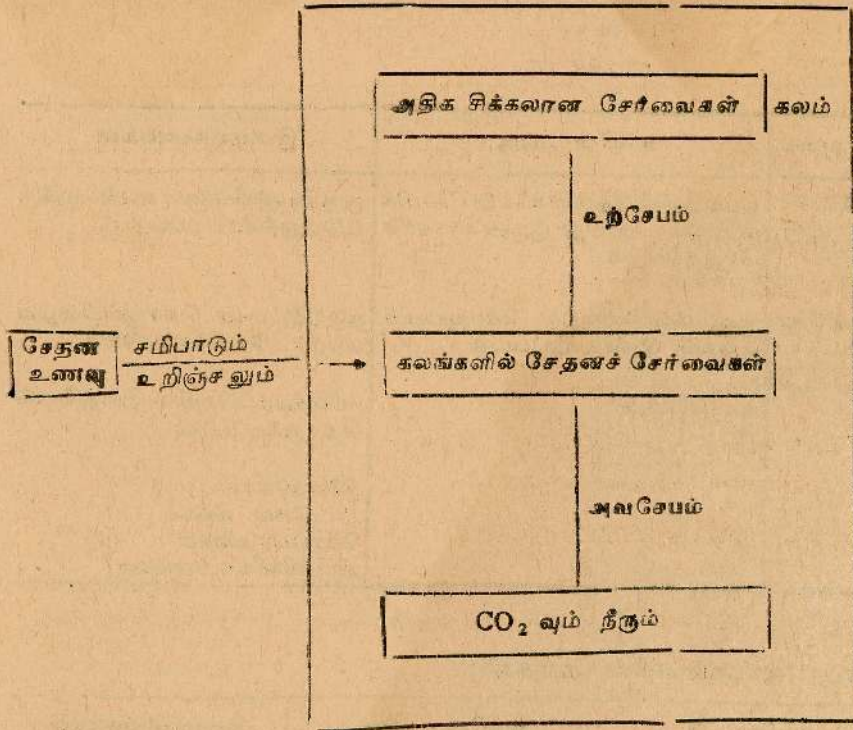
- (1) உற்சேபம்-(anabolism): எளிதான மூலக்கூறுகளிலிருந்து சிக்கலான மூலக் கூறுகள் தொகுக்கப்படுகின்ற இரசாயனத் தாக்கங்களாகும். உற்சேபத்தாக்கங்கள் நிகழ்வதற்கு சக்தி தேவைப்படுகிறது.

உதாரணம்: குருதியிலுள்ள உணவுகளை எடுத்து முதலுவலின் ஒரு பகுதியாக மாற்றுதல்; அதாவது உயர்ந்த பொருளை உயிருள்ள பொருளாக மாற்றுதல்; மாப்பொருள், கிளைக்கோஜன், கொழுப்புகள் புரதங்கள் நொதியங்கள் ஓமோன் கிள், பிறபொருள் எதிரிகள் முதலியன கலங்களினுள்ளே தொகுத்தல் கொழுப்புகளும் உற்சேபத்தாக்கங்களில் பங்கு கொள்ளலாம். உதாரணமாக கலமென்சலின் பொஸ்போலிட்டுக்களை ஆக்குவதற்குக் கொழுப்புக்கள் பங்கேற்கும்.

உற்சேபத்தாக்கங்களுக்கு வேண்டிய சக்தி அவசேபத்தாக்கங்களினால் வழங்கிப்படுகின்றது. உற்சேபத் தாக்கங்களில் புதிய மூலக்கூறுகள் ஆக்கப்படுதலே முக்கிய அம்சமாகும்.

அவசேபம் (catabolism): சிக்கலான பெரிய மூலக்கூறுகள் எளிதான சிறிய மூலக் கூறுகளாக மாற்றப்படும் தாக்கங்களாகும். அவசேபத் தாக்கங்களின்போது சக்தி வெளிவிடப்படுகின்றது. இச்சக்தியானது ATP இல் சேர்க்கப்பட்டு பின்வரும் மூன்று தேவைகளுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது:-

1. கலங்களின் உற்சேபத் தொழிற்பாடுகளை இயங்கச் செய்வதற்கு.
2. தொழிற்பாடுகளுக்கு உதாரணமாகத் தசைகள் சுருங்கித்தளரல், நரம்புகளில் கணத்தாக்கம் கடத்துதல், சுரப்பிகளால் சுரப்புகள் உண்டாக்கப்படுதல் போன்றவற்றிற்கு உதவுதல்.
3. பேணுதல் (maintenance): உதாரணம் உடற்பாய்ப்பொருட்களின் ஒரு சீர்த்திட நிலைப்பேணுதல்.



அவசேபம்:

உதாரணம் - சுவாசம்: கலங்களில் பிரித்தழிவதால் பெறப்படும் எளிதான மூலக் கூறுகள், நீர்ப்பகுப்புத் தாக்கங்கள்

சில அனுசேபத்தாக்கங்களின் சுருக்கம்:

1. காபோவைதரேற்று அனுசேபத்தில் காணப்படும் முக்கிய படிக்களின் சுருக்கம்:

காபோவைதரேற்றுக்களின் மூலம்	சுரலின் பங்கு	இழைக்கலங்கள்
காபோவைதரேற்றுக்களின் சமீபாடு - சிறுகுடலில் குளுக்கோஸ் } பிரற்றேஸ் } கலற்றேஸ் }	சுரல்வாயினுள்ளத்தினால் சுரலுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படும் அங்கு கிளைக்கோலினுசுச் சேமிக்கப்படும் பின்பு தேவைப்படும் பொழுது அது குளுக்கோசாக மாற்றப்பட்டு குருதியில் விடுவிக்கப்படும்	உடலின் எல்லாக் கலங்களுக்கும் சக்தியை வழங்க சித்திரிக்கமில் வட்டத்திற்கு உட்படும்.
தசைத்தொழிற்பாட்டின் பொருட்கள்	இலத்தரிக்கமில்லமும் பைருவிக்கமி மில்லமும் கிளைக்கோலினுசு மாற்றப்படல்	தசைகளில் கிளைக்கோலினுசு மாற்றப்படும்
சுரல் தொழிற்பாடுகள்; ஒருசக்கரைட்டு வெல்லங்கள் கிளைக்கோலினுசு மாற்றப்படல்.	காபோவைதரேற்று அல்லாத வற்றிலிருந்து கிளைக்கோலினுசு தொகுக்கப்படல் (கொழுப்பு களும் அமினோவமிலங்களும்)	

காபோவைதரேற்றுக்களின் மூலம்	சரலின் பங்கு	இழையக்கலங்கள்
கொழுப்பமிலங்கள் குளுக்கோசாகவும் கிளிசரோலாகவும் மாற்றப்படல்.	கலங்களின் தேவைக்கேற்ப சேமிக்கப்படும் அல்லது குளுக்கோசாக மாற்றப்படும்	குருதியருவியினால் கலங்களுக்கு எடுத்துச்செல்லப்படும்.
ஆமினோவமிலங்கள் குளுக்கோசாக மாற்றப்படல்.	குளுக்கோசிலிருந்து கொழுப்பமிலங்கள் தொகுக்கப்படல் குளுக்கோஸ்	நடுநிலையான கொழுப்பிழை மாசு சேமிக்கப்படும். முலைச்சுரப்பிகளில் இவற்றோஸ் தொகுக்கப்படும் கிளைக்கோலிப் பிட்டுகள் கிளைக் கோப்புரதங்கள் நியூக்கிளிக்கமிலங்கள்

சில கொழுப்பு அனுசேதத் தாக்கங்களின் சுருக்கம்:

கொழுப்பு - மூலம்	குருதியருவி	சரலின் பங்கு	இழையக்கலங்கள்
உணவுகள்: கொழுப்புகள் கொழுப்பமிலங்களுமாகவும் கிளிசரோலாகவும் மாற்றப்படத் தல் (சிறுகுடலில்)	நடுநிலைக் கொழுப்புகள் கொழுப்புச் சிறுதுளிகாகக் காணப்படும்.	பொஸ்போலிப்பிட்டுகளும் கிளிசரைட்டுகளும் சேமிக்கப்படுகின்றன. நிரம்பாத கொழுப்பமிலங்கள் உண்டாதல்	சக்தியைப் பெறக்கூடிய நல்ல மூலங்கள் சித்திரிக் கமில வட்டமூலம் CO ₂ வும். நீரும் விடுவிக்கப்படுவதுடன் ஒரு கிராமி விருந்து 9 kcal வெளியேறும் எல்லாக் கலங்களினதும் குறிப்பாகத் தசைக்கலங்களின் கூறுக அமையும்
	பொஸ்போலிப்பிட்டுகள் (லெசித்தின்)	உயர்வீதத்தில் உண்டாக்கப்படும்	பொஸ்போலிப்பிட்டுகளும் கொலஸ்ரேலும் எல்லாக் கலங்களினதும் பிரதான கூறாகும்.
			மயலின் கவசம் உண்டாவதற்கு லெசித்தின் அவசியம்
கலங்கள் கொழுப்பிழையக் கலங்களிலிருந்து கொழுப்புகளைப் பெறுதல்	கொலஸ்ரேலு	கொலஸ்ரேலு உண்டாக்கல்	எல்லாக் கலங்களிலும் காணப்படும்: ஸ்ரேலேயிட்டு ஒமோன்களை ஆக்க (அதிரீனல் மேற்பட்டையிலும் சனனிகளிலும்) அவசியமாகும்

கொழுப்பு - மூலம்	குருதியருணி	சரலின் பங்கு	இழையக்கலங்கள்
	கொலஸ்ரேயல் எகத்தர்கள்	கொலஸ்ரேயல், எகத்தர்கள் உண்டாக்கப்பட்டு கலங்களுக்கு விநியோகிக்கப்படும் அல்லது பித்தத்தினூடாக கழிக்கப்படும்.	
		கொழுப்பமிலங்களின் ஓட்சியேற்றத்தின் முதலாவது படி	கொலஸ்ரேயல் கலத்தின் அடிப்படைக் கட்டமைப்பை உண்டாக்குவதற்கு உதவும். கலமென்சவ்னின் உட்புக விடுமியல்புக்கு அவசியமாகும்
சரல்: குளுகோஸ் அசெற்றிக்கமிலம் அமினோவமிலம் பைருவிக்கமிலம் ஆகியவற்றிலிருந்து இலிப்பிட்டுகள் தொகுத்தல்	கீற்றேன் (ketone) உடல்கள்	கொழுப்பமிலங்கள் ஓட்சியேற்றப்படுமபொழுது சரலில் கீற்றேன் உடல்கள் உண்டாக்கப்படும். அசற்றேற்று கொழுப்பமிலமாக ஓட்சியேற்றப்படும். நடுநிலைக் கொழுப்பமிலமாகவும், பொஸ்போ இலிப்பிட்டுக்களாகவும்	தசைகளிலும் ஏனைய கலங்களிலும் கீற்றேன் உடல்கள் ஓட்சியேற்றப்படும் மிதமிஞ்சியன சிறுநீரகத்தால் கழிக்கப்படும்.

8. புரத அனுசேஷத்தின் சில முக்கிய படிக்களின் சுருக்கம்

புரதங்களின் மூலம்	சரலின் பங்கு	இழையக்கலங்கள்
சமிபாட்டுச் செயல்முறைகள்;	வாயிநாளத்தால் சரலுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படும்	கலங்களின் பேணல், வளர்ச்சி செப்பனிடல் போன்றவற்றிற்கு; எல்லாக்கலங்களிலும் RNA, DNA
புரத உணவுகள் அமினோவமிலங்களாக மாற்றப்படல்	சீரம் அல்பமின் சீரம் குளொபுலின் பைபிரினைன் புரோதுரோம்பின் ஆகியன தொகுத்தல்	சில ஒமோன்களும் நொதியங்களும் தொகுக்கப்படும்.
	தைதரசன் கொண்டுள்ள பிரதான புரதமற்ற பொருட்களை (choline) கோலின், பியூரின் அன், கிறியற்றினைன், பிரிமிடின் அன் - தொகுத்தல்	

புரதங்களின் மூலம்	ஈரலின் பங்கு	இழையக்கலங்கள்
ஈரல் தொழிற்பாடுகள்	அமினோவமிலங்களை அமினகற்றல், அமினோவமிலங்களை குளுக்கோசாகவும் கொழுப்புக்களாகவும் மாற்றல்	
	கீற்றோ அமிலங்களை (Keto-acids) உண்டாக்கல்	சித்திரிகைமில வட்டத்தினூடாக CO ₂ ஆகவும், நீராகவும் ஒட்சியேற்றப்படும்.
	அமினோ அமிலங்களிலிருந்து வேறு வித்தியாசமான அமினோ அமிலங்கள் தயாரிக்கப்படல்.	

8. இழிவனுசேபம் (Basal metabolism)

உடலுக்குவேண்டிய சக்தியின் மூலங்கள்

உணவுகள் சிறுகுடலில் உறிஞ்சப்பட்டபின்னர் காபோவைதரேற்றுக்கள் சாதாரண நிலைமைகளில் ஒட்சியேற்றப்படலாம் அல்லது கிளைக்கோஜினாகச் சேமிக்கப்படலாம் அல்லது கொழுப்பாக மாற்றப்படலாம். கொழுப்புகள் ஒட்சியேற்றப்படலாம் அல்லது சேமிக்கப்படலாம்; கிளிசரோல் காபோவைதரேற்றாக மாற்றப்படலாம். அமினோவமிலங்களாக உறிஞ்சப்பட்ட புரத உணவுகள் இழையப்புரதங்கள் தயாரிப்பதற்குப் பயன்படலாம் அல்லது அமினகற்றப்பட்டு ஒட்சியேற்றப்படலாம். அவை காபோவைதரேற்றாகவும் மாற்றப்படலாம் அல்லது கொழுப்புகள் உண்டாக்கபடுவதில் பங்குகொள்ளலாம். உடலில் எந்தவகை உணவும் ஒட்சியேற்றப்பட்டு சக்தி விடுவிக்கப்படலாம். உணவுகளின் பெறுமானத்தை அவற்றின் சக்திப் பெறுமானத்தைக்கொண்டே ஒப்பிடுவது வழக்கமாகும். உணவுகளின் சக்திப்பெறுமானத்தை அவை ஒட்சியேற்றப்படும்பொழுது விடுவிக்கும் வெப்பப் பெறுமானத்தைக் கொண்டே கலோரிமானியால் அளவிடப்படுகின்றது. பூரண ஒட்சியேற்றவிண்ணாவாகப் பெறப்படும் கலோரிப் பெறுமானங்கள் பின்வருமாறு:

- | | | |
|-------------------|----------|-------------|
| (1) காபோவைதரேற்று | 1 கிராம் | 4.10 kcal |
| (2) கொழுப்பு | 1 கிராம் | — 9.45 kcal |
| (3) புரதம் | 1 கிராம் | — 4.0 kcal |

இழிவனுசேபம் எனப்படுவது, ஓர் அங்கி ஓய்வாக இருக்கும்பொழுது தேவைப்படும் குறை தளவு சக்தியாகும். மனிதனைப் பொறுத்தமட்டில் இழிவனுசேபம் எனப்படுவது கடைசியாக எடுத்த உணவுக்குப்பின் 12-18 மணித்தியாலங்களுக்குப்பின், சாதாரண சௌக்கியமான அறை வெப்பநிலையில் ஓய்வு நிலையில் இருக்கும்போது தேவைப்படும் சக்தியின் அளவாகும். உடலின் வெப்பநிலையைப் பேணல், கலிகளின் சரியான தொணி (tone) சுவாசம், சுற்றோட்டம் போன்ற மிக அத்தியாவசியமான தொழிற்பாடுகளுக்குத் தேவையான குறைந்தளவு சக்தி செலவையே இது குறிக்கின்றது.

இழிவனுசேப வீதத்தைப் பயன்படுத்தி ஒருவரின் மொத்தசக்தித் தேவைகளை வெவ்வேறு நிலைமகளில் கணக்கிடமுடியும். மேலும், இழிவனுசேபத்தைக் கொண்டு சில நோய்களையும் கண்டுபிடிக்க முடிகின்றது.

உடல் நிறை தொடர்பாக இழிவனுசேபம்:

5 அடி 8 அங்குல உயரமுடையவரும் 70 kg நிறையுமுடைய ஒருவரின் அனுசேபவீதம் ஒரு கிலோகிராமுக்கு ஒரு மணித்தியாலத்திற்கு 1 kcal ஆகும்; எனவே அனுசேபவீதம் = $1 \times 70 \times 24 = 1680$ kcal;

நாளாந்த சக்தித் தேவைகள்

வேலைசெய்யாது (ஒய்வில்) இருப்பவருக்கு 1 மணித்தியாலத்திற்கு	= 100 kcal
சிறிய வேலை செய்பவருக்கு	= 120 kcal
ஓரளவு வேலை செய்பவருக்கு	= 175 kcal
கடுமையான வேலை செய்பவருக்கு	= 350 kcal

ஆழ்ந்த நித்திரையின்போது அனுசேபவீதம் இழிவனுசேபத்துக்கு மேல் ஏறக்குறைய 10% குறைக்கப்படுகின்றது.

அனுசேப வீதமும் பருமனும்:

அனுசேபத்தோடு சம்பந்தப்பட்ட முயற்சிகள் நடைபெறுவதற்கு சக்தி தேவைப்படுகின்றது. ஒரு விலங்கின் அனுசேப வீதத்தை அளவிடுவதற்கு குறிப்பிட்ட கால அளவில் எவ்வளவு ஒட்சிசன் உள்ளெடுக்கப்படுகின்றது என்பதைக் கணிப்பதேயாகும். பெரிய விலங்குகள் சிறிய விலங்குகளிலும் பார்க்கக் கூடுதலான அளவு ஒட்சிசனையே உபயோகிக்கின்றன. எனவே பயன்படுத்தப்படும் ஒட்சிசனின் அளவை ஒரு அலகு உடல் திணிவினால் (ஒரு கிராமிற்கு mm³ ஒட்சிசன்) நுகரப்படும் ஒட்சிசனின் கனவளவில் விபரிப்பது வழக்கமாகும்.

பின்வரும் அட்டவணை சில முலையூட்டிகளின் அனுசேபவீதத்தை காட்டுகின்றது:-

விலங்கு	உடற் திணிவு கி/கிராமில்	ஒட்சிசன் நுகரல் 1 மணித்தியாலத்திற்கு 1mm ³ /கிராமிற்கு
சுண்டெலி	0.025	1280
எலி	0.126	872
முயல்	2.200	466
நாய்	11.700	318
மனிதன்	70.0	20.8
குதிரை	700.0	106
யானை	3800.0	67

முற்பக்கத்தில் தரப்பட்ட அட்டவணைப்படி விலங்குகளின் உடல் தணிவு குறையும்பொழுது அனுசேபவீதம் அதிகரிக்கின்றது.

சிறிய முலையூட்டிகளில், உதாரணமாக எலி, மூஞ்சூறு போன்றவற்றில் ஒரு கிராம் உடந்திணிவுக்கு அதிக மேற்பரப்பைக் கொண்டிருப்பதால் கூடுதலான வெப்ப இழப்பு ஏற்படும். எனவே வெப்பச் சீராக்கலுக்காக கூடுதலான ஒட்சிசனை எடுக்கவேண்டியிருக்கின்றது.

மாறுவெப்பநிலையுடைய விலங்குகளிலும், மாறுவெப்பநிலையுடைய விலங்குகளிலும் தாவரங்களிலும் சாதாரண அனுசேப வீதம் உடற்பருமனுக்கு நேர்மாறு விகித சமனுடையதாகும்; அதாவது விலங்கின் பருமன் சிறிதாகும்பொழுது அனுசேபவீதம் ஒப்பளவில் கூடுதலாக இருக்கும். மாறுவெப்பநிலை உள்ள விலங்குகளில் இதனை இலகுவாக விளங்கிக் கொள்ளமுடியும்.

இழிவனுசேபத்தை அளவிடும் முறை:

இரண்டு முறைகளால் இழிவனுசேபத்தை அளவிடலாம். அவையாவன:

- 1) நேரான முறை: ஓர் அங்கியை ஒரு சுவாச அறையில் வைத்து (respiratory chamber) வெளிவிடப்படும் வெப்பத்தை அளவிடும் முறையாகும்.
- 2) நேரற்ற முறை: இம்முறையில் சுவாசப் பரிமாற்றத்தைக்கொண்டு விடுவிக் கப்படும் வெப்பம் கணிக்கப்படுகின்றது. வெளிவிடப்படும் காபனீரொட்சைட்டின் அளவைக் கொண்டும், உறிஞ்சப்படும் ஒட்சிசனின் அளவைக் கொண்டும், சக்தியின் அளவை நிர்ணயித்தும் இழிவனுசேபத்தைக் கணக்கிடலாம்.

இழிவனுசேப வேறுபாடுகள்:

இழிவனுசேபம் வயது, பால், உறக்கம், உட்புறச்சுரப்புகள் போன்றனவற்றில் தங்கியுள்ளது. பெண்களில் இழிவனுசேபவீதம் ஆண்களிலும் பார்க்க குறைவாகும். இழிவனுசேப வீதத்தை நீண்ட காலத்திற்கு ஒழுங்கான பயிற்சிகள் மூலம் அதிகரிக்க முடியும். அது தொடர்ச்சியான நீண்டகால போசனைக் குறைபாட்டால் குறைகின்றது.



பாடம் 2: நரம்பு இயைபாக்கம் - நரம்புத்தொகுதி

அலகு: 1. அறிமுகம்:

உயிருள்ள கலங்கள் யாவும் உறுத்துணர்ச்சி உடையன. உணர்ச்சிகளைப் பெற்று அதற்கான தூண்டற்பேற்றைக் காட்டுவதே உறுத்துணர்ச்சியாகும். ஒரு கலவிலங்குகள் (புரற்றசோவன்கள்) இவ்வாறே உறுத்துணர்ச்சியைக் காட்டுகின்றன. ஆயினும் பல்கலவிலங்குகளில் வெவ்வேறு தொழில்களுக்கென வெவ்வேறு கலங்கள் வியத்தமடைந்துள்ளன. இவற்றுள் சில கலங்கள் மேற்கூறிய உணர்ச்சிகளுக்கேற்ற தூண்டற்பேறுகளைக் காட்டுவதற்கெனச் சிறத்தலடைந்துள்ளன. பல்கலவிலங்குகளின் அங்கத்தொகுதிகள் யாவற்றையும் ஒன்றிணைத்து இயங்கச் செய்தல் வேண்டும்; அத்துடன் விலங்குகள் சிக்கலான நடத்தைகளைக் காட்டுவன என்பதுடன் மிக விரைவாக இடம்பெயருகின்றன என்பதும் முக்கியமான அம்சங்களாகும். விலங்குகளில் அசைவுக்காக நன்கு வியத்தமடைந்த இழையங்களை குறிப்பாகத் தசைகளைக் கொண்டுள்ளன:

நரம்புத்தொகுதியின் கூர்ப்பு

கலங்களில் ஏற்படும் உறுத்துணர்ச்சி 3 பிரதானமான கூறுகளைக் கொண்டன அவையாவன பின்வருமாறு:

- (1) தூண்டலிகளை வரங்குதல்
- (2) சமிக்கைகளைக் கடத்தல்
- (3) விளைவு காட்டியினால் தூண்டற்பேற்றைக் காட்டல்

தூண்டல் (stimulus):

தூண்டல் எனப்படுவது சூழலில் ஏதாவது வகையில் ஏற்படும் ஒரு மாற்ற மெனலாம். ஒரு தூண்டல் ஓர் உண்மையான தூண்டல் என அழைக்கப்படுவது பின்வரும் நிலைமைகளில் என்பது முக்கியமானதாகும்:

- (a) முதலுரு இருத்தல்
- (b) மாற்றத்தைக் கண்டுபிடிக்கக்கூடியதாக முதலுருவின் திறன் இருத்தல்

தூண்டல் செயல் சக்தி சம்பந்தப்பட்ட ஒரு மாற்றமாகும். பல சூழல் மாற்றங்கள் நேரான தூண்டல்களாகத் தொழிற்படுவதில்லை; ஏனெனில் அவற்றை முதலுரு கண்டுபிடிக்க முடியாததனால் என்க. உ-ம்: வாடுவோன், ரி. வி., கதிர்வீசல்கள். மனிதன் தனது ஆற்றலினால் கண்டுபிடிக்க முடியாத சக்தி மாற்றங்களை (தூண்டல்களை) கண்டுபிடிக்கக்கூடிய ஒளி அதிர்வுகளாக அல்லது ஒளியாக மாற்றி உணரவைக்கின்றான்.

சமிக்கைகள் கடத்தல் (conduction of signals):

முதலுருவின் ஒரு பகுதியில் தூண்டலினால் ஏற்பட்ட மாற்றம் ஏனைய பகுதிகளுக்கு நிச்சயமாகப் பரவும். இவ்வாறு ஏனைய பகுதிகளுக்குப் பரவுதல் கட்டுப்படுத்தப்பட்டும் மந்தமாகவும் நிகழும். அல்லது விசாவித்து மிக விரைவாகப் பரவலாம். முதலுருவின் ஓர் உற்பத்திப் புள்ளியிலிருந்து ஏனைய புள்ளிகளுக்கு

நாண்டலால் ஏற்படும் மாற்றம் பரவும் முறையே நரம்புக்கடத்தலின் மூலப்பொருள் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது:

தூண்டற்பேறு (response):

தூண்டலை வாங்குவதால் அருட்டமிபட்ட மாற்றம் தூண்டற்பேறு ஏற்படுத்துகின்றது. ஒரு குறிப்பிட்ட தூண்டலால் ஏற்படும் தூண்டற்பேறு வெவ்வேறு அங்கிகளில் வெவ்வேறுவிதமாக இருக்கலாம். (வேறுபடலாம்). ஒரே தூண்டல் ஒரே அங்கியில் வெவ்வேறு நேரங்களில் வெவ்வேறு தூண்டற்பேறுகளை ஏற்படுத்தும்.

புரற்றசோவன்களின் நரம்புத்தொகுதி:

புரற்றசோவன்களில் நரம்புத்தொகுதி காணப்படுவதில்லை. தனிக்கல விலங்குகளாகிய புரற்றசோவன்கள் முன்பு குறிப்பிட்ட மூன்று கூறுகளாகிய தூண்டலை வாங்கலும், சமிக்கை கடத்தலும், தூண்டற்பேறு ஏற்படுத்தலும் கலத்தின் முதலுருவினுள்ளேயே காணப்படும். முதலுருவின் ஒரு பகுதியிலிருந்து இன்னொரு பகுதிக்கு குழியவுருவினுடாக அல்லது கலமென்சவ்வினுடாக நிகழும் மந்தமான கடத்தல் முறையால் தூண்டற்பேறு நடைபெறும். தூண்டல் வாங்கல் பொதுவானதாக ஒரிடமாக்கப்படாது இருக்கும். எனினும் சில பிசிர் கொண்ட புரற்றசோவன்களில் பிசிர்களின் அடிப்பகுதிகள் சிறுநார்களின் உதவியினால் ஒன்றோடொன்று இணைக்கப்பட்டு யாவும் இயைபாக்கப்படுகின்றன. கலத்தின் விசேட பகுதியொன்று இயைபாக்கும் மையமாகவும் அஞ்சலசெய்யும் நிலையமாகவும் தொழிற்படுகின்றது. பல புரற்றசோவன்கள் தூண்டலைக்ளை வாங்கக்கூடிய சிறப்படைந்த புணங்கங்கள் உதாரணமாகக் கட்டிள்ளிகள் புலன்சிலிர்முட்கள் போன்றன காணப்படுகின்றன.

எளிதான நரம்புப் பாதைகள்:

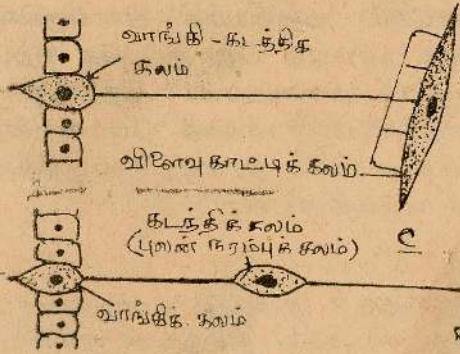
உயர்விலங்குகளில் விரிவான விசேடமான கடத்தல் இழையங்கள் காணப்படுகின்றன. கடற்பஞ்சுகளின் மட்டத்திற்கு மேல் அமைந்துள்ள விலங்குக்கூட்டங்கள் யாவற்றிலும் ஏதாவது ஒருவகையான நரம்புத்தொகுதி காணப்படுகின்றது. சீனத்திரேற்று விலங்குகள் சிலவற்றில் பரிசக் கொம்புகளில் மிக எளிதானவகை நரம்புப்பாதையைக் காணக்கூடியதாயுள்ளது. இவற்றில் இரண்டு வகையான சிறப்படைந்த கலங்கள் உண்டு; அவையாவன: (1) வாங்கிக்கடத்து கலம் (a receptor-conductor cell) (2) விளைவுகாட்டிக்கலம் (an effector cell) இவ்வாறான நரம்புப்பாதை இருப்பதால் நடத்தையில் சிறிதளவேனும் வளைந்து கொடுக்க முடியாதிருக்கின்றது; ஏனெனில் கணத்தாக்கங்கள் செல்வதற்கு மாற்றுப் பாதைகள் இல்லையென்பதனால் என்கு; இந்நரம்புப்பாதைக்கும் நரம்புத்தொகுதியின் ஏனைய பகுதிகளுக்குமிடையில் தொடுப்புகள் இல்லாதவால் மையக் கட்டுப்பாடு இல்லை.

பெரும்பாலான நரம்புப்பாதைகளில் சீனத்திரேற்றுகளுட்பட, குறைந்தது மூன்று வெவ்வேறு கலங்கள் காணப்படுகின்றன; அவையாவன:

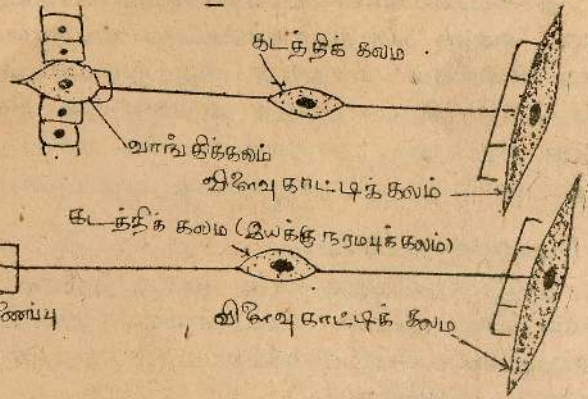
(i) குறிப்பிட்டவகைத் தூண்டலைப்பெறும் வாங்கிக் கலம்

- (ii) நீண்ட தூரத்துக்குக் கணத்தாக்கங்களைக் கடத்தக்கூடிய கடத்தும் கலம்
(iii) வினாவு காட்டிக்கலம் (அநேகமாகத் தசைக்கலம்); இது தூண்டற்பேற்றைக் காட்டவல்ல கலமாகும்.

A

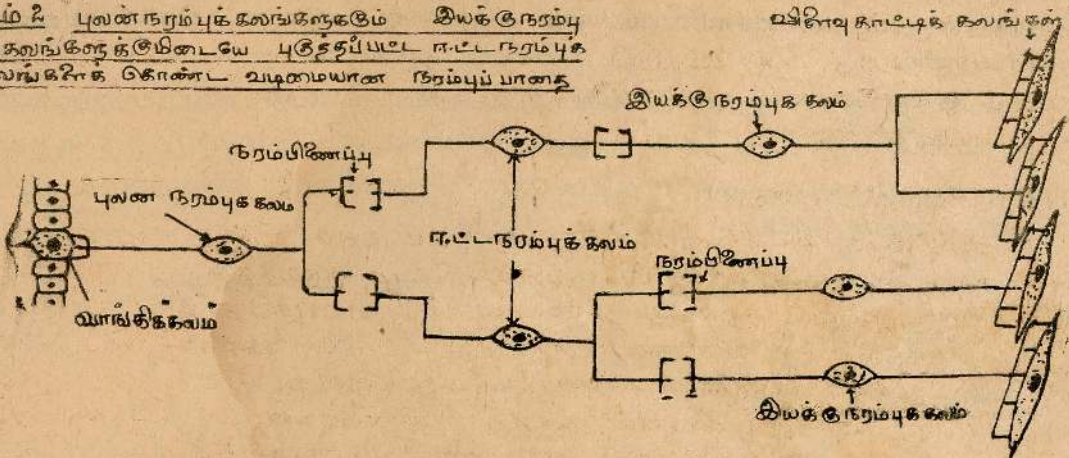


B



மேலும் கூடுதலான சிக்கல் தன்மை வாய்ந்த நரம்புப் பாதைகளில் மேலதிக கடத்தும் கலங்கள் சம்பந்தப்பட்டிருக்கும். இவை வாங்கிக் கலத்திற்கும் வினாவு காட்டிக்கலத்திற்குமிடையே வேறுபட்ட எண்ணிக்கையில் காணப்படலாம்.

படம் 2 புலன நரம்புக் கலங்களையும் இயக்கு நரம்புக் கலங்களையும் இடையே புடுத்தியுடைய அட்ட நரம்புக் கலங்களைக் கொண்ட அடிமையான நரம்புப் பாதை



நரம்புப்பாதையில் பல கடத்தும் கலங்கள் சேர்க்கப்பட்டதும் தூண்டற்பேற்றின் வளைந்து கொடுக்கும் இயல்பு கூடுதலாகவிருக்கும்; ஏனெனில் வாங்கிக்கலத்திலிருந்து கணத்தாக்கம் செல்வதற்கு ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பாதைகள் திறப்பட்டு இருப்பதனால் எஃக மாற்று வினாவுகாட்டிக்கலங்கள் இருப்பதனால் அவற்றில் ஏதாவதொன்று தூண்டற்பேற்றை ஏற்படுத்தலாம் அல்லது எல்லா வினாவுகாட்டிக்கலங்களும் உயிர்ப்பாக்கப்படலாம். பொதுவாகக் கூறுமிடத்து நரம்புப்பாதையில் எவ்வளவுக்குக் கூடுதலாகக் கடத்தும் கலங்கள் காணப்படுகின்றனவோ அவ்வளவுக்குக் கணத்தாக்கம் செல்லும் பாதைகளும் அதிகரிக்கின்றன.

நரம்பிழையம்:

நரம்பிழையம் இரண்டு பிரதான வகைக்களைக் கொண்டு மாத்திரமே கொண்டிருக்கும் அவையாவன:

(1) நரம்புக்கலங்கள் (neurons) (2) நரம்புப்பசைக்கலங்கள் (neuroglia) என்பன.

நரம்புக்கலங்கள் கட்டமைப்புத் தொழிற்பாட்டுப் பகுதியாக விளங்குகின்றன; அவை கணத்தாக்கங்களைக் கடத்துவதற்கும் நரம்புத் தொகுதிக்கே சிறப்பாக அமையும் எல்லாத் தொழிற்பாடுகளுக்கும் (உதாரணமாகச் சிந்தித்தல், தசைத்தொழிற்பாட்டைக் கட்டுப்படுத்தல், சுரப்பிகளைச் சீராக்கல் போன்றன) நன்கு சிறப்படைந்த கலங்களாகும். நரம்புப்பசைக்கலங்கள் நரம்புத்தொகுதிக்கு ஆதாரமளிப்பதற்கும் பாதுகாப்பை வழங்குவதற்கும் உதவுகின்றன.

நரம்புப்பசை கலங்கள்:

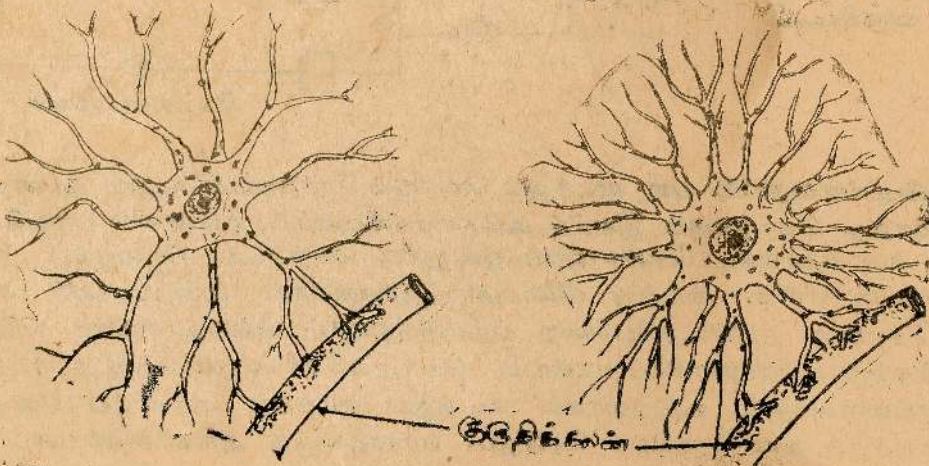
நரம்புப்பசைக்கலங்களை பசைக்கலங்கள் (glial cells) எனவும் அழைக்கலாம் இவை பொதுவாக நரம்புக்கலங்களிலும் பார்க்கச் சிறியன. அத்துடன் நரம்புக்கலங்களின் எண்ணிக்கையிலும் பார்க்க 10 முதல் 15 மடங்குவரை கூடுதலாகவும் காணப்படுகின்றன.

நரம்புப்பசைக்கலங்களின் தொழில்கள்:

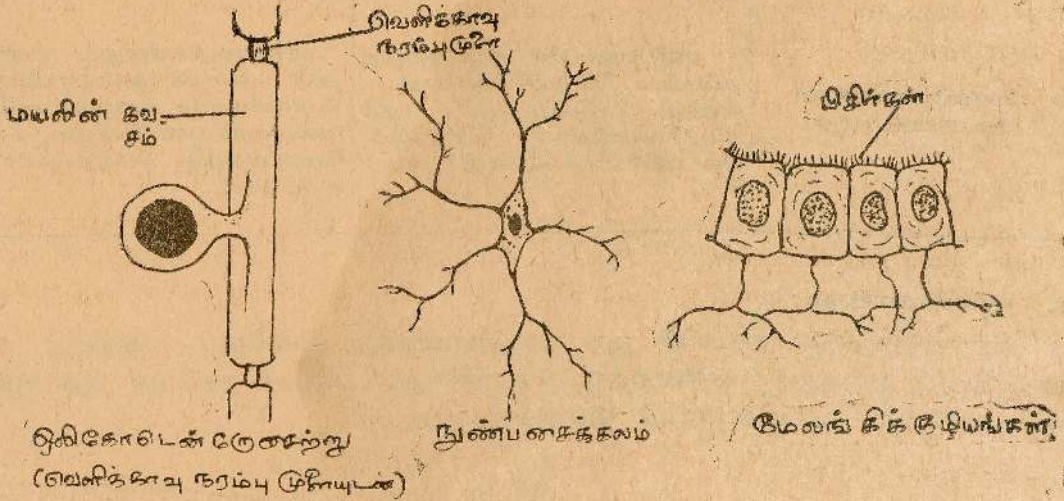
1. பல நரம்புப்பசைக்கலங்கள் நரம்புக்கலங்களைச் சுற்றி ஆதாரத்தை வழங்குகின்றன.
2. மூளையினதும் முண்ணாணினதும் சில கட்டமைப்புகளுக்குப் போர்வையாக விளங்கும்.
3. நரம்பிழையத்தை ஆதாரமளிக்கும் கட்டமைப்புகளுடன் பிணைப்பதற்கு உதவும்.
4. நரம்புக்கலங்களை அவற்றின் குருதிக்கலங்களுடன் தொடர்புப்பதற்கு உதவும்.
5. ஒரு சில பசைக்கலங்கள் சிறப்படைந்த தொழில்கள் சிலவற்றைப் புரிகின்றன. உதாரணமாக.

நாட்டு உருக்குழியம்

முதுகு உருக்குழியம்



- (a) பொஸ்போலிப்பிட்டுப் போர்வைவரான நுயலின் கவசத்தை உண்டாக்கும். இக்கவசம் கணத்தாக்கங்கள் செலுவதை விரைவுபடுத்துவதுடன் காப்புப்படையாகவும் அமையும்.
- (b) சிலீசிறிய பசைக்கலங்கள் திண்குழியங்களாகத் தொழிற்பட்டு நுண்ணங்களை விழுங்கி அழித்து மையநரம்புத்தொகுதியை நோய்களினிவிருந்து பாதுகாப்பதற்கு உதவுகின்றன;



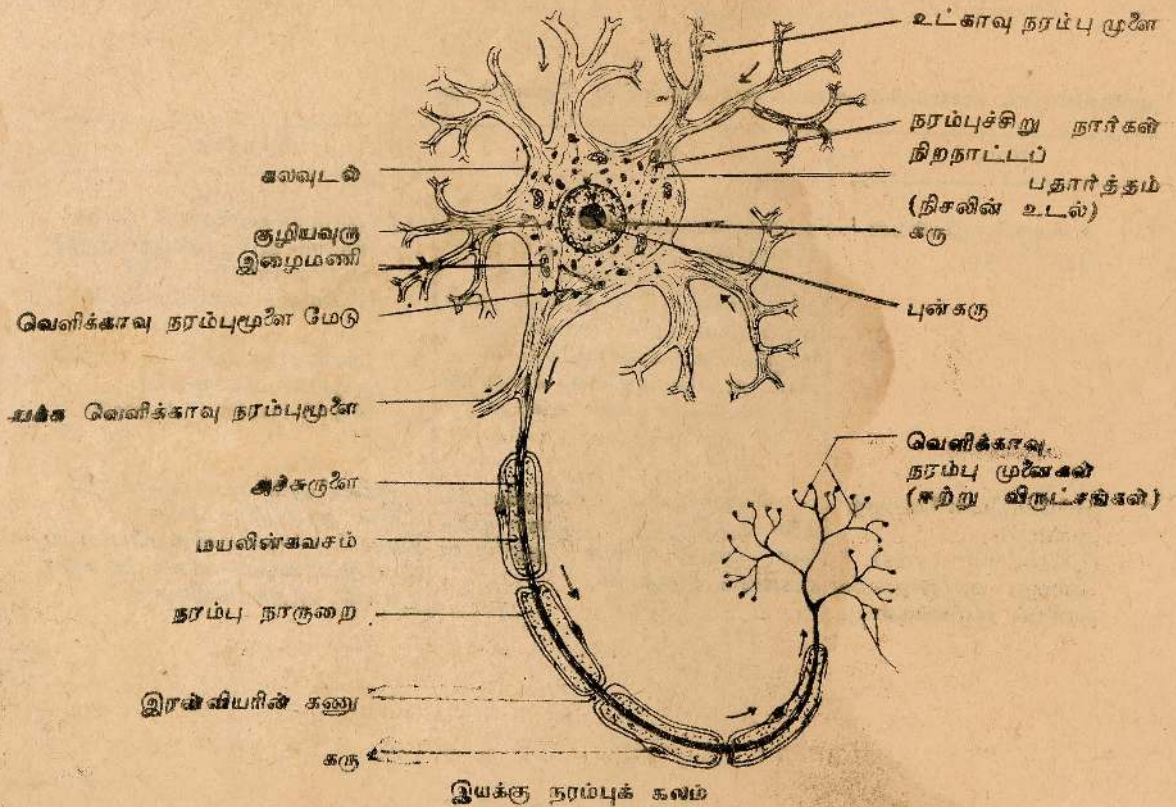
நரம்புப்பசைக் கலங்களின் வகைகளும் அவற்றின் தொழில்களும்

வகை	விபரம்	தொழில்
(1) உடுவுருக்குழியங்கள் (astrocytes)	நட்சத்திரவடிவானது; எண்ணுக்கணக்கற்ற முனைகள் உண்டு. முதலுருஉடுவுருக்குழியங்கள் மையநரம்புத் தொகுதியின் நரைநிறப் பொருளில் காணப்படும். நாருரு உடுவுருக்குழியங்கள் மை. ந. தொகுதியின் வெண்ணிறச் சடப்பொருளில் உண்டு.	(1) நரம்புக்கலங்களைச் சுற்றி மூளையிலும் முண்ணணிலும் ஆதாரமளிக்கும் வலை வேலையை உண்டாக்கும். (2) நரம்புக்கலங்களை அவற்றின் குருதிக்கலன்களுடன் தொடுப்பதற்கு உதவும்.
2. ஒலிகோடென்ட்ரோசைற்றுக்கள் (Oligodendrocytes) அல்லது குறையுட்காவ நரம்புக் குழியங்கள்	சிலவழிகளில் உடுவுருக்குழியங்களை ஒத்திருக்கும்; ஆனால் முனைகள் குறைவாகவும் குறுகியனவாகவும் இருக்கும்.	மூளையிலும் முண்ணணிலும் உள்ள நரம்புக்கலங்களுக்கிடையே குறைவிடைப்புடைய தொடுப்பிழைய வரிசைகளை உண்டாக்கி ஆதாரமளிக்கும்.

வகை	விபரம்	தொழில்
3. நுண்பகைக்கலங்கள் (microglia)	குறைவான முளையுடைய சிறிய கலங்கள்; ஒற்றைக்குழியங்கள் வீருந்து பெறப்பட்டன; சாதாரணமாக நிலையாக இருப்பவை; ஆனால் சாயங்கள் ஏற்படும் இடங்களுக்குக் குடிபெயரும்.	நுண்ணங்கிகளையும் கல ஒடிவுகளையும் விழுங்கி அழிக்கும். காயமடைந்த நரம்பிழையத்திற்குக் குடிபெயர்ந்து சிறிய பெருந்திக்குழியங்களாகத் தொழிற்படும்.
4- மேலங்கிக்குழியங்கள் (Ependymocytes)	தனிப்பட்டபையில் ஒழுங்குபடுத்தப்பட்ட பேலணிக்கலங்கள்; வடிவம் செதிர்மேலணி முதல்கம்பமேலணிவரை வேறுபடும். பல பிசிர்களைக் கொண்டவை	மூளையறைகளினதும் முண்ணின் மையக் கால்வாயினதும் போர்வையாக அமையும்; மூளைய முண்ணண் பாய்பொருள் சுற்றியோடுவதற்கு சாத்தியமாக உதவலாம்.

2. நரம்புக்கலங்கள்:

நரம்புக்கலங்கள் உடலின் ஒரு பகுதியிலிருந்து இன்னொரு பகுதிக்கு கணத்தாக்கங்களை எடுத்துச் செலுவதற்கு உதவுகின்றன. அவை நரம்புத் தொகுதியின் கட்டமைப்பைத் தொழிற்பாட்டு அலகுகளாகும்.



ஒரு நரம்புக்கலத்தின் கட்டமைப்பு:

ஒரு நரம்புக்கலம் பின்வரும் மூன்று தெளிவான பகுதிகளைக் கொண்டிருக்கும்:-

- (1) கலவுடல் (cell body) (2) உட்காவு நரம்புமுனைகள் (dendrites)
- (3) வெளிக்காவு நரம்புமுனைகள் (axons)

1. கலவுடல்:

இப்பாகம் நன்கு வரையறுக்கப்பட்ட கருவையும் புன்கருவையும் கொண்டிருக்கும். கருவைச் சூழ்ந்து சிறுமணியருவான குழியவுரு காணப்படுகின்றது. குழியவுருவினுள் வகைக்கூறிய புன்கருவிற்குள்ளான இலிப்போபியூசின் (lipofuscin) போன்ற கலவுள்ளடக்கங்களும் குழியவுருவில் காணப்படும். இலிப்போபியூசின் எனப்படுவது மஞ்சட்கபிலநிறச் சிறுமணியாகும். அது இலிப்போபியூசின் தொழிற் பாட்டில் தோன்றும் ஒரு பக்க விளைபொருளாகும். இலிப்போபியூசின் முக்கியத்துவம்பற்றி நன்கு அறியப்படவில்லையாயினும் அது வயதாவதுடன் (aging) தொடர்புடையதெனவும், வயது அதிகரிக்கும்பொழுது இந்நிறப் பொருளும் அதிகரிக்கின்றதெனவும் அறியப்பட்டுள்ளது.

குழியவுருவில் நரம்புக்கலங்களுக்கு மாத்திரமே சிறப்பியல்பான நிசலின் சிறுமணிகளும் (Nissls granules) நரம்புச்சிறுநார்களும் (neurofibrils) காணப்படுகின்றன. நிசலின் சிறுமணிகள் உண்மையில் RNA ஐக் கொண்டுள்ள அழுத்தமற்ற அக்கக்கலவுருச் சிறுவலையில் ஒழுங்காக அமைக்கப்பட்ட கட்டமைப்புகளாகும். இவற்றின் தொழிலு் புரதத் தொகுப்பாகும். இப்புரதங்கள் அனுசேபத்தின்போது இழக்கப்பட்ட புரதங்களை மீட்டிச் செய்வதற்கும், நரம்புக்கலங்களின் வளர்ச்சிக்கும் சுற்றயல் நரம்புநார்களின் புத்துயிர்ப்புக்கும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. நரம்புச் சிறுநார்கள் நீண்ட கெடிலிய நுண்சிறுமுழாய்களால் ஆனவை. இவை ஆதாரத்தை வழங்குவதற்கும் போசணப் பொருட்களைக் கடத்துவதற்கும் உதவும். முதிர்ச்சியடைந்த நரம்புக்கலத்தில் இழையுருப்பிரிவு உபகரணம் (புன்கருவத்திலும் கதிர்நார்களும்) காணப்படுவதில்லை. கலவுடல்கள் மூளையின் நரை நிறச் சடப்பொருளிலும் முண்ணனின் நடுப்பகுதியிலும், மையநரம்புத் தொகுதிக்கு வெளியே திரட்டுகளிலும் (ganglia) காணப்படும்.

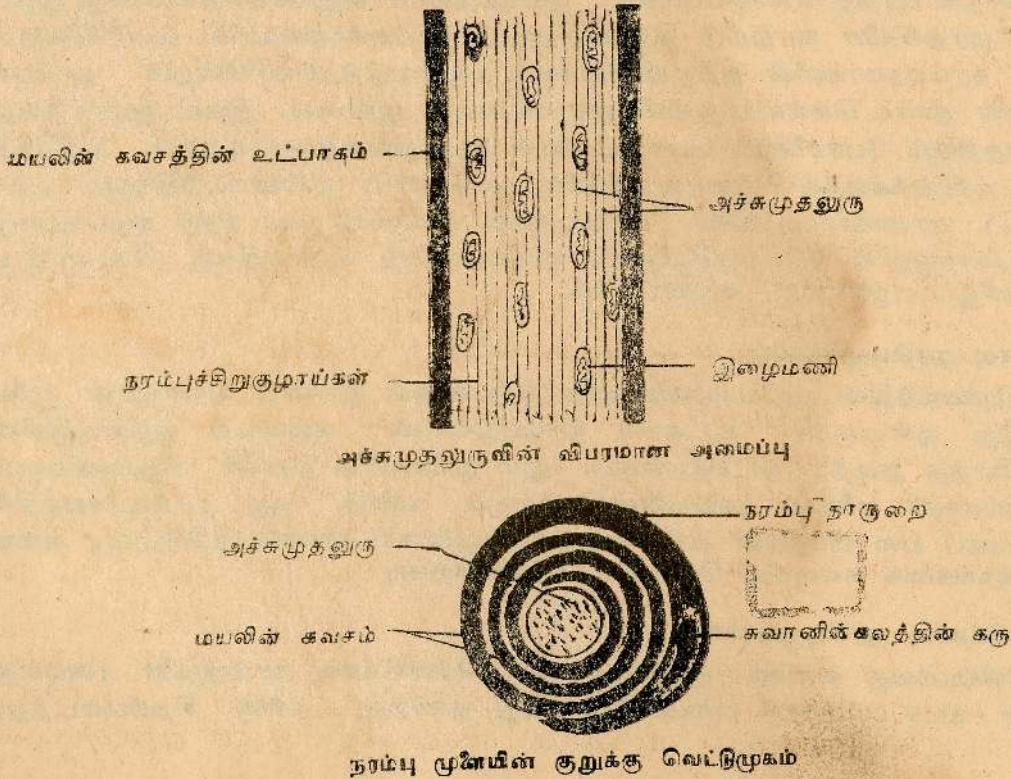
2. உட்காவு நரம்புமுனைகள்:

நரம்புக்கலத்தின் குழியவுருவிலிருந்து தோன்றும் இரண்டு வகையான முனைகளில் இது ஒன்றாகும். உட்காவு நரம்புமுனைகள் கலவுடற் குழியவுருவின் நன்கு கிளைத்த தடித்த நீட்சிகளாகும். இம் முனைகளில் நிசலின் சிறுமணிகளும் இழைமணிகளும் ஏனைய கலப்புன்கருவங்களும் உண்டு. ஒரு நரம்புக்கலத்தின் வழமையாகப் பல பிரதான உட்காவு நரம்புமுனைகள் காணப்படுகின்றன. அவை கணத்தாக்கங்களைக் கலவுடல் நோக்கிக் கடத்துகின்றன.

3. வெளிக்காவு நரம்புமுனைகள்:

இரண்டாவது வகைக் குழியவுருமுனை வெளிக்காவு நரம்புமுனை (அல்லது அச்சுருளை - axis cylinder) எனப்படும். அது தனித்த, நன்கு சிறப்படைந்த,

நீண்ட மெல்லிய முனையாகும். வெளிக்காவு நரம்புமுனைகள் கணத்தரக்கங்களை கலவுடலிலிருந்து இன்றோர் நரம்புக் கலத்திற்கு அல்லது இழையத்திற்குக் கடத்தும். வெளிக்காவுநரம்புமுனை வழமையாக கலவுடலின் சிறிய கூம்புருவான வெளிக்காவு நரம்புமுனை மேட்டிலிருந்து (axon hillock) உற்பத்தியாகும். வெளிக்காவு நரம்பு முனையில் இழையமணிகளும் நரம்புச் சிறுநார்களும் உண்டு; ஆனால் நிசலின் சிறு மணிகள் இல்லை. எனவே புரதத்தொகுப்பு நடைபெறுவதில்லை. வெளிக்காவு நரம்புமுனையின் முதலுரு அச்சமுதலுரு (axoplasm) எனப்படும் அது அச்ச நாரூறை (axolemma) எனப்படும் மென்சவ்வால் போர்க்கப்பட்டிருக்கும். வெளிக் காவு நரம்புமுனைகள், முனையில் ஒரு சில மி. மீ. முதல் முண்ணுணுக்கும் கால் வீரல்களுக்குமிடையில் ஒரு மீற்றர்வரை (3.28 அடி) அல்லது அதற்குக்கூட, நீளத்தில் வேறபடுகின்றன. வெளிக்காவு நரம்புமுனைகளில் இடையிடையே பக்கக் கிளைகளும் காணப்படலாம். பக்கக்கிளைகளும் வெளிக்காவு நரம்புமுனைகளும் சுற்றில் பல முறை கிளைத்து நுண்ணிய இழைகளில் முடிவடைகின்றன. இவை வெளிக்காவு நரம்பு முனைகள் (axon terminals) அல்லது சுற்றுவிருட்சங்கள் (telodendria) எனப்படும். வெளிக்காவு நரம்பு முனைகளின் சேய்மைமுனைகள் வீங்கிக் குமிழ்கள் போன்று தோற்றமளிக்கும். இவை நரம்பிணைப்புமுனைக்குமிழ்கள் (synaptic end bulbs) எனப்படும். நரம்பிணைப்பு முனைக்குமிழ்கள் ஒரு நரம்புக்கலத்திலிருந்து இன்றோர் நரம்புக் கலத்துக்கு அல்லது ஒரு நரம்புக்கலத்திலிருந்து தசை அல்லது சுரப்பியிழையத்திற்கு நரம்புக் கணத்தாக்கத்தைக் கடத்துவதற்கு உதவும். நரம்பிணைப்புக் குமிழ்களில் நரம்புக்கடத்திகள் எனப்படும் இரசாயனப் பொருட்களைக்கொண்ட நரம்பிணைப்புப் புடகங்கள் (synaptic vesicles) உண்டு.



பல வெளிக்காவு நரம்புகள் மயலின் கவசம் (myelin sheath) எனப்படும் வெண்ணிறமான பல படைகொண்ட பொஸ்போலிபிட்டுப் பதார்த்தத்தான போர்வையாக் போர்க்கப்பட்டிருக்கும். இந்நரம்பு நரர்கள் மயலினேற்றப்பட்ட நரம்புநார்கள் எனப்படும். ஏனைய நரம்புகள் மயலினேற்றப்படாத நரம்புநார்கள் என அழைக்கப்படும். உ - ம்: பரிவு நரம்புநார்கள்.

மயலின் கவசத்தின் தொழில்கள்:

1. நரம்புநாடா அழுக்கத்திலிருந்தும் காயங்களிலிருந்தும் பாதுகாத்தல்.
2. கணத்தாக்கம் கடத்தப்படுவதை விரைவுபடுத்தல். உதாரணமாகத் தேரை யில் ஒரு செக்கனுக்கு 28 - 30 மீற்றரும் முனையுட்டிகளில் ஒரு செக்கனுக்கு சராசரி 120 மீற்றரும் செல்லும். பரிவு நரம்புகளில் மயலின் கவசம் இல்லையாதலால் அவற்றில் கணத்தாக்கம் செல்லும் வீதம் ஐந்தமாக இருக்கும். அதாவது ஒரு செக்கனுக்கு 10 - 20 மீற்றர் வரையே செல்லும்.
3. நரம்புநாருக்கு ஒரு காப்புப்படையாக அடையும்.
4. நரம்புநார்களை நன்னிலையில் பேணுவதற்கு உதவும்.

நரம்புகளினதும், முனை, முண்ணண் ஆகியவற்றினதும் வெண்ணிறச் சடப் பொருளின் நிறத்திற்குக் காரணம் மயலின் கவசம் இருப்பதேயாகும்.

சுற்றயலி நரம்புத்தொகுதியின் வெளிக்காவு நரம்பு முனைகளின் மயலின் கவசம் நரம்பு நாருறைக் குழியங்கள் (neurolemmocytes) அல்லது சுவானின் கலங்களால் (Schwann cells) உண்டாக்கப்படுகின்றன. அவை வெளிக்காவு நரம்பு நார்களின் ஓரமாக அமைந்த தட்டையான கலங்களாகும். விருத்தியடையும் சுவானின் கலம் வெளிக்காவு நரம்பு முனையைச் சூழ்ந்து முனைகள் சந்திக்கும் வரை வளர்ச்சியுற்று பின்ன மேற்பொருந்தியும் வளர்ச்சியடைகின்றது.

இவ்வாறு வெளிக்காவு நரம்புமுனையைச் சுற்றி வளரும்போது கருவும் குழிய வுருவும் வெளிப்பக்கமாகத் தள்ளப்படும். சுவானின் கலத்தின் சுற்றயலிலுள்ள கருவைக் கொண்ட குழியவுரு நரம்புநாருறை (neurolemma) எனப்படும். உட்புறமாக 20 - 30 படைகளாக சுவானின் கலத்தின் ஹென்சல்வுச் சுருண்டிருக்கும்.

மயலின் கவசம் இடையிடையே ஏறக்குறைய ஒரு மி. மீ. இடைவெளிகளில் பல சுருக்கங்களைக் கொண்டிருக்கும். இப்பகுதியில் மயலின் கவசம் காணப்படுவதில்லை. இவை இரன்னியரின் கணுக்கள் (nodes of Ranvier) என அழைக்கப்படும். மயலினேற்றப்படாத நரம்புநார்களிலும் சுவானின் கலங்கள் காணப்படும். ஆனால், அவை பல படைகளாக ஒழுங்குபடுத்தப்பட்டிருப்பதில்லை.

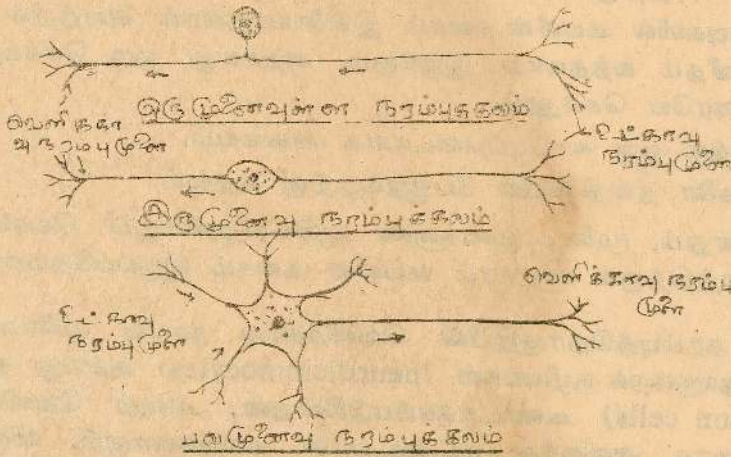
மைய நரம்புத்தொகுதியின் நரம்புநார்கள் மயலினேற்றப்பட்டோ அல்லது மயலினேற்றப்படாமலோ காணப்படும். இவற்றில் மயலினேற்றம் ஒலிகோ டென்ட்ரோசைற்றுகளினால் (oligodendrocytes) ஏற்படுத்தப்படும். மயலினேற்றம் ஆரம்பத்தில் (குழந்தைப் பருவத்தில்) குறைவாகவும் ஆனால் முதிர்ச்சியடை

யும்போது அதிகரித்தும் இருக்கும். இதன் காரணமாக சிறுகுழந்தைகளில் வயது வந்த குழந்தைகளில் அல்லது நிறைவுடலிகளிலும் பார்ச்சு கணத்தாக்கங்களுக்குத் தூண்டற்பேறு காட்டுதல் மந்தமாகவே நடைபெறுகின்றது.

நரம்புக்கலங்களின் பாகுபாடு:

உடலில் உள்ள நரம்புக்கலங்களை அவற்றின் கட்டமைப்பு அடிப்படையில் அல்லது தொழிற்பாட்டு அடிப்படையில் பாகுபடுத்தலாம்.

(1) கட்டமைப்புப் பாகுபாடு: இது கலவுடலிலிருந்து உற்பத்தியாகும் முனைகளின் எண்ணிக்கையின் அடிப்படையில் பாகுபடுத்தப்படும் முறையாகும் அவை பாவன பின்வருமாறு:



நரம்புக் கலங்களின் கட்டமைப்புப் பாகுபாடு

(i) ஒரு முனைவு நரம்புக்கலம் (unipolar neuron): இவ்வகையில் கலவுடலிலிருந்து ஒரு நரம்பு முனையே உற்பத்தியாகின்றது. அது பின்னர் இரண்டு கிளைகளாகப் பிரியும். ஒரு முனைவுள்ள நரம்புக் கலங்கள் நரம்புகளின் முதலுதிப்புற வேரின் (மனிதனில் பிற்பக்க வேர்) திரட்டுகளில் காணப்படும்.

(ii) இருமுனைவு நரம்புக்கலம் (bipolar neuron):

இவ்வகையில் ஒரு உட்காவு நரம்புமுனையும், ஒரு வெளிக்காவு நரம்பு முனையும் காணப்படும். இருமுனைவு நரம்புக்கலங்கள் கண்ணின் விழித் திரையிலும் உட்காதினும், மண்ணுக்கர்ச்சிப் பரப்பிலும் காணப்படுகின்றன.

(iii) பலமுனைவு நரம்புக்கலம் (multipolar neuron):

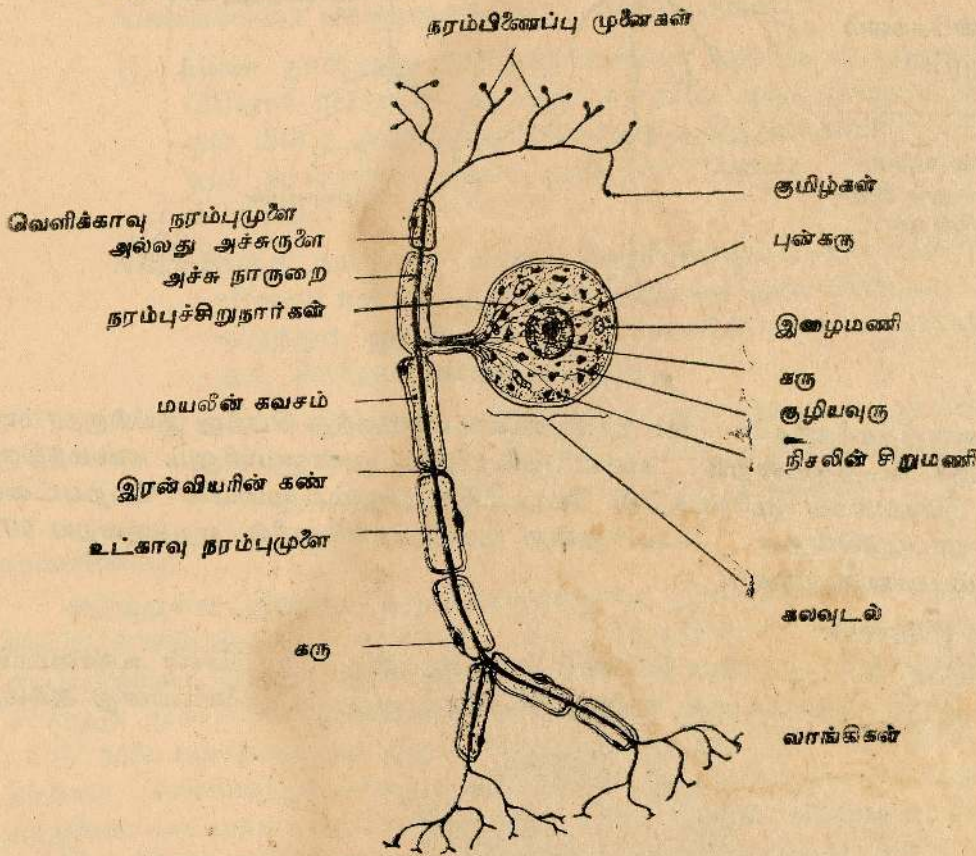
இவ்வகையில் பல உட்காவு நரம்புமுனைகளும் ஒரு வெளிக்காவு நரம்பு முனையும் காணப்படும். மூளையிலும் முண்ணாணிலும் உள்ள பெரும்பாலான நரம்புக் கலங்கள் இவ்வகையினவாகும்.

(2) தொழிற்பாட்டுமுறைப் பாகுபாடு:

நரம்புக் கலங்கள் எத்திசையில் கணத்தாக்கங்களைக் கடத்துகின்றன என்ற அடிப்படையிலேயே தொழிற்பாட்டு முறைப்பாகுபாடு தங்கியுள்ளது. இதன்படி மூன்று வகைகளாக நரம்புக் கலங்களைப் பிரிக்கலாம். அவை யாவன பின்வருமாறு:

(i) புலன் நரம்புக்கலங்கள் அல்லது உட்காவு நரம்புக்கலங்கள் (sensory neurons or afferent neurons):

இவை தோல், ஜலனங்கங்கள், உடலகம் போன்றனவற்றின் வரங்கிலி லிருந்து கணத்தாக்கங்களை மூளைக்கும் மூண்ணுணுக்கும் கடத்துகின்றன. இவை வழமையாக ஒருமுனைவுக் கலங்களாகும்.



(ii) இயக்கு நரம்புக்கலம் அல்லது வெளிக்காவு நரம்புக்கலம் (motor neurons or efferent neurons):

இவை கணத்தாக்கங்களை மூளையிலிருந்தும் மூண்ணுணிலிருந்தும் விளைவுகாட்டிகளுக்குக் (effectors) கடத்தும். விளைவுகாட்டிகள் தசைகளாக அல்லது சுரப்பிகளாக இருக்கும்.

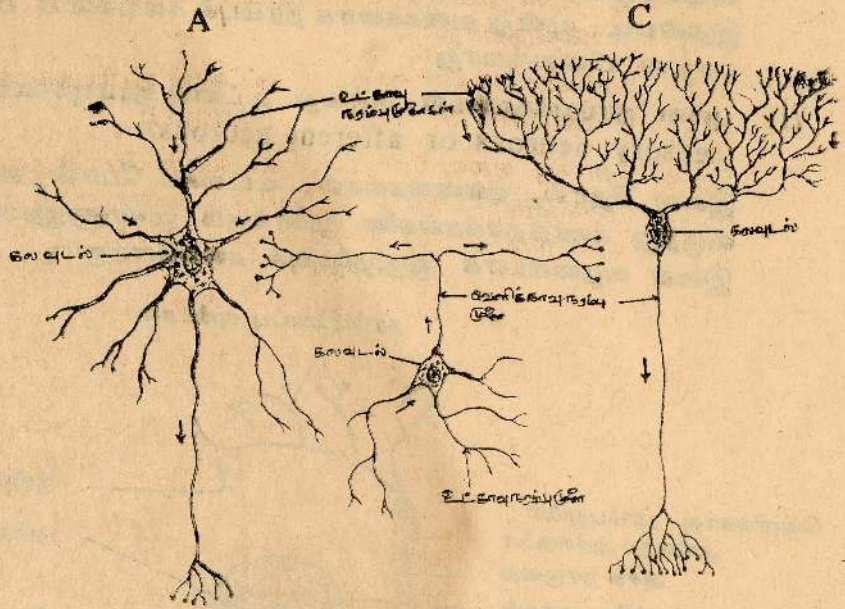
- (iii) ஈட்ட நரம்புக்கலம் அல்லது இடைத்தூது நரம்புக்கலங்கள் அல்லது தொடுக்கும் நரம்புக்கலங்கள்
(association neurons or internuncial neurons or connecting neurons)

A-கம்பகக்கலம்

B-சிறுமணிக்கலம்

C-பேர்க்சின்சேகலம்
(Purkinje)

அம்புக்குறிகள் கணத்
தாக்கம் செல்லும் திசை
யைக் குறிக்கின்றன.

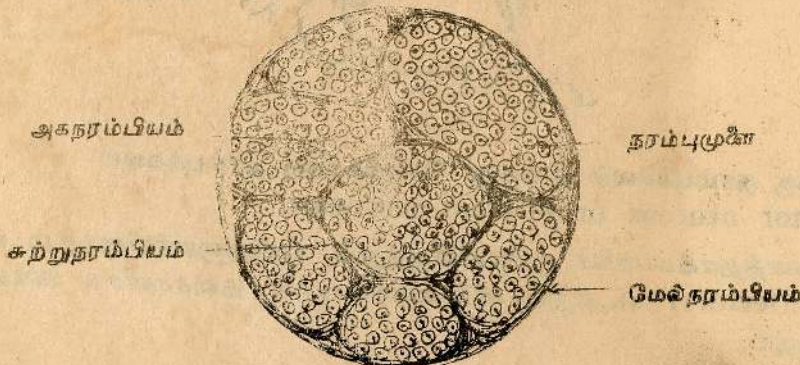


ஈட்ட நரம்புக்கலங்கள்

இவை கணத்தாக்கங்களை புலன் நரம்புக்கலங்களிலிருந்து பெற்று இயங்குநரம்புக் கலங்களுக்குக் கடத்துகின்றன. அவை மூளையிலும் முண்ணணிலும் அமைந்திருக்கின்றன. இக்கலங்கள் மூளையத்தின் மேற்பட்டையிலும், மூளையின் மேற்பட்டையிலும் காணப்படுகின்றன. உடலிலுள்ள நரம்புக்கலங்களில் ஏறக்குறைய 90% ஈட்ட நரம்புக்கலங்களாகும்.

நரம்புகள் (Nerves):

சாதாரண வெட்டிச் சோதிப்பின்போது தோன்றும் நரம்புகள் உண்மையில் கூட்காவு நரம்பு முளைகளினது அல்லது வெளிக்காவு நரம்பு முளைகளினது அல்லது



இரண்டு வகை முனைகளினதும் கட்டுக்களாகும். இந்நரம்பு முனைகள் தொடுப்பிழையங்களாக ஒன்று சேர்த்துக் கட்டப்பட்டிருக்கும். நரம்புகள் சுற்றியுள்ள நரம்புத்தொகுதியில் அடக்கப்படும். ஒரு நரம்பின் குறுக்கு வெட்டுமுகத்தில் பின்வரும் பகுதிகளை வேறு பிரித்தறிய முடியும்:-

- (i) மேல்நரம்பியம்: ஒரு நரம்பின் வெளிப்புறமாகவுள்ள தொடுப்பிழையப் போர்வை.
- (ii) சுற்றுநரம்பியம்: நரம்புச்சிறுநார்களின் கட்டுக்களைச் சூழ்ந்துள்ள தொடுப்பிழையம்.
- (iii) அகநரம்பியம்: நரம்பு நார்களைச் சூழ்ந்துள்ள தொடுப்பிழையமாகும். நரம்புகளை அவற்றிலுள்ள நரம்புநார்களின் வகையைப் பொறுத்து மூன்று வகைகளாகப் பாகுபடுத்தலாம். அவையாவன:
 - (i) புலன் நரம்புகள் (sensory nerves) அல்லது உட்காவுநரம்புகள் (afferent nerves): உடலின் சுற்றியல் பகுதியிலிருந்து முண்ணணிக் கும் பின்பு அங்கிருந்து மூளைக்கும் கணத்தாக்கங்களை எடுத்துச் செல்லும் நரம்புகள் புலன் நரம்புகள் அல்லது உட்காவு நரம்புகள் எனப்படும்.
 - (ii) இயக்கு நரம்புகள் அல்லது வெளிக்காவுநரம்புகள் (motor nerves or efferent nerves): இவ்வகை நரம்புகள் மூளையிலிருந்தும் முண்ணணியிலிருந்தும் கணத்தாக்கங்களை உடலின் விளைவுகாட்டிகளுக்கு எடுத்துச் செல்லும் நரம்புகளாகும்.
 - (iii) கலப்பு நரம்புகள்: (mixed nerves): இவ்வகை நரம்புகளில் புலன் நரம்பு நார்களும் இயக்கு நரம்பு நார்களும் ஒரே தொடுப்பிழைய உறையினால் போர்க்கப்பட்டிருக்கும்.

நரம்பிணைப்பு:

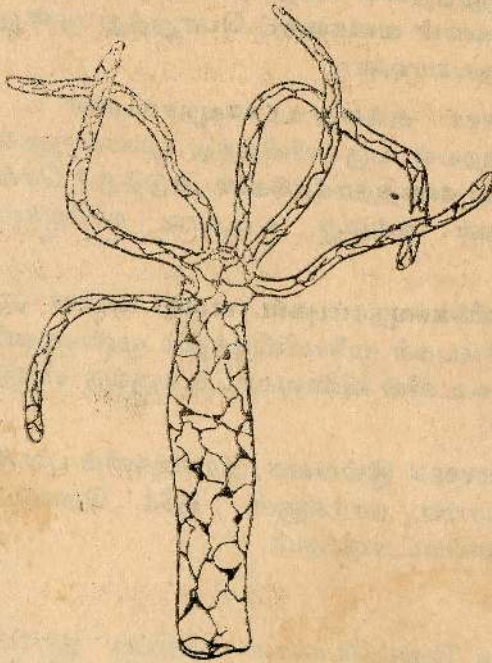
அடுத்துள்ள இரண்டு நரம்புக்கலங்களுக்கு இடையேயுள்ள சந்திப்பு நரம்பிணைப்பு எனப்படும். இம்முனைகள் மிக நெருக்கமாக அமைந்துள்ளபோதிலும் அவற்றிற்கிடையே ஒரு நுண்ணிய இடைவெளி உண்டு. கணத்தாக்கம் செல்லும் பொழுது முனைகளின் முனைகளில் நரம்புக்கடத்திப் பதார்த்தங்கள் வெளிவிடப்பட்டு முனைகளுக்கிடையே ஒரு பாலம் ஏற்படுத்தப்படும். இதனுடாகக் கணத்தாக்கம் செல்கின்றது. கணத்தாக்கம் சென்றதும் நரம்புக்கடத்திப்பதார்த்தங்கள் நடுநிலையாக்கப்படும். நரம்பிணைப்புகள் ஒரு சீர்திடநிலையைப் பேணுவதிலும் முக்கிய பங்கை வகிக்கின்றன; ஏனெனில் நரம்பிணைப்புகள் சில கணத்தாக்கங்களைச் செல்லவிட்டு ஏனைய சிலவற்றைத் தடுக்கின்றன என்பதனாலேயே. நரம்பிணைப்பைப்பற்றிய விபரம் இன்னொரு பகுதியில் மேலதிகமாகத் தரப்பட்டுள்ளது.

அலகு: 2

தாழ்ந்த விலங்குகளின் நரம்புத் தொகுதி

சேந்திரேற்றுக்கள்: (உ-ம் ஐதரா)

மிக எளிதாக ஒழுங்கமைக்கப்பட்ட நரம்புத்தொகுதி சேந்திரேற்றுக்களில் உதாரணமாக ஐதராபோன்ற விலங்குகளில், காணப்படுகின்றது. இவை புறம்பான வாங்கி, கடத்தி, விளைவுகாட்டிக்கவங்களைக் கொண்ட நிரலை அடைந்துள்ளன எனக் கூறலாம். எனினும் கடத்தும் கலங்கள் வரையறுத்த நரம்புப்பாதையை உண்டாக்குவதில்லை; ஆனால் ஒன்றோடொன்று நரர்களால் இணைக்கப்பட்டு பரவலான வலைவேலையைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இவற்றில் மையக்கட்டுப்பாடு எதுவுமில்லை. கணத்தாக்கம் மிக மந்தமாகச் செல்வதுடன் நரம்புநரர்களில் எந்தச் திசைகளிலும் செல்வக் கூடியனவுமாகும். சாதாரணமாகத் தூண்டப்படும் இடத்திலிருந்து கணத்தாக்கம் சுற்றயல்பகுதிகளுக்குப் பரவிச் செல்லும். கணத்தாக்கம் இவ்வாறு பரவிச் செல்லும்பொழுது அது படிப்படியாக தூரவுள்ள சுற்றயலில் குறைந்துகொண்டே செல்கின்றது. நரம்புவலை கணத்தாக்கங்களைக் கடத்துவதற்கு ஓரளவு தடையைக் காட்டுவதாலேயே இவ்வேறுபாடு ஏற்படுகின்றது. தாக்கங்கள் பெரதுவாக உடலின் சில பகுதிகளின் சுருங்கலோடு மாதிரம் மட்டுப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.



ஐதராவின் நரம்பு வலைத்தொகுதி

ஐதராவில் நரம்புக்கலங்கள் ஏறத்தாள வட்டமாக அல்லது கோண வடிவமாக இருப்பதுடன் அவற்றின் முனைகள் புறத்தோற்படைக்கும் அகத்தோற்படைக்கும் இடையில் ஒரு வலை வேலையை ஏற்படுத்துகின்றன.

இழுதமீன் (Jelly fish) போன்ற ஏனைய சில சேந்திரேற்றுக்களில் நரம்புத் தொகுதி கூடுதலான சிக்கல்தன்மைவாய்ந்ததாகவும் ஓரளவு மையக்கட்டுப்பாடு உடையதாகவும் காணப்படுகின்றது. அதன் உடலின் "மணி" பகுதியில் இரண்டு நரம்புவலையங்கள் காணப்படுகின்றன. ஏனைய நரம்புக்கலங்களின் நரர்கள் இந் நரம்புவலையங்களுக்கே செல்கின்றன. இதனால் உடலின் ஒருபக்கத்திலிருந்து மற்ற பக்கத்திற்குக் கடத்துதலும் விரைவாக்கப்படுகின்றது. இழுதமீனின் இயைபாக்கப்பட்ட நீந்தல் அசைவுகள் இதை எடுத்துக் காட்டுகின்றது. உடலின் முழு 'மணி' புரு சந்தமான அசைவைக் காட்டுகின்றமை ஒரு சிறப்பம்சமாகும்.

சீவந்திரேற்றுக்களைப்போன்ற ஆரைச்சமச்சீருடைய தன்மை, நரம்புத்தொகுதியின் விசாலமான விருத்திக்கும் மையமாக்கப்படுவதற்கும் கூடுதலான தடையை ஏற்படுத்துகின்றது.

ஆரைச்சமச்சீரைக் கொண்ட முன்னேற்றமடைந்த எக்கிஸ்டேன்ஸ்களிலே (நட்சத்திரமீன் போன்றவை), மைய நரம்பு வளையங்கள் உண்டு. இவற்றில் ஒரு திசையில் கடத்தும் நாள்களும், நன்கு இயைபாக்கப்பட்ட தாண்டி - தாண்டற்பேற்றுப்பாங்குகள் சில, கற்றல் திறன்கள் போன்ற நடத்தைகளைக்காட்டிய போதிலும் அவற்றின் நரம்புத் தொகுதி மிக எளிமையானதே.

இருபக்கச் சமச்சீர் நரம்புத்தொகுதியின் கூர்ப்பு முனைப்புகள்:

இருபக்கச் சமச்சீருள்ள விலங்குகளில் நரம்புத் தொகுதியின் கூர்ப்பு முன்னேற்றங்களை அறியக்கூடியதாக இருக்கின்றது. தாழ்ந்த தட்டைப்பிழுக்களில் கூட இதை அவதானிக்க முடிகின்றது. இவற்றைப் பின்வருமாறு சுருக்கிக் கூறலாம்:

(1) நரம்புத்தொகுதியின் மையமாக்கல் செயல்முறையின் அதிகரிப்பு:

இச்செயல்முறையின்போது பெரிய நீளப்பக்க நரம்பு நான்களினூடாக வாங்கிகளுக்கும் விளைவுகாட்டிகளுக்கும் இடையே கணத்தாக்கம் செல்லுகின்றது. நரம்புக்கலங்களில் பெரும்பாலானவை நீளப்பக்க நரம்பு நான்களிலேயே காணப்படுகின்றன.

(2) மையநரம்புத் தொகுதியினுள்ளே நரம்புப் பாதைகளின் சிக்கல்தன்மை அதிகரித்தல்:

சட்ட நரம்புக்கலங்கள் பெரும் எண்ணிக்கையில் வாங்கிகளுக்கும் விளைவுகாட்டிகளுக்குமிடையில் இடைப்பகுத்தப்படுதலும் அதன் விளைவாக அதிகரித்த தாண்டற்பேறுகளின் வளையுமியல்பும்.

(3) வெவ்வேறு தொழில்களைப் புரியும் கலங்கள் மையநரம்புத் தொகுதியினுள்ளே தனிப்படுத்தப்படல்: இதன் விளைவாக சுற்றில் தொழிற்படும் பரப்புகளும் கட்டமைப்புகளும் உண்டாக்கப்படல்

(4) நீளப்பக்க நரம்பு நான்களின் முற்பக்க முனையின் அதிகரித்த ஆட்சியுடைமை: இதன் விளைவாக மூளை தோன்றுகின்றது.

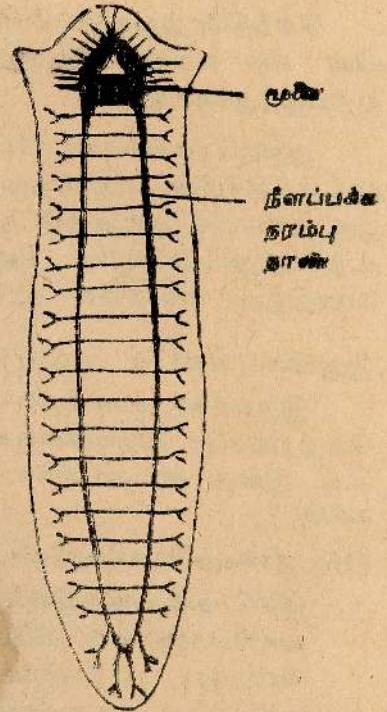
(5) நரம்புப்பாதைகளில் ஒரு திசையில் மாத்திரம் கணத்தாக்கம் கடத்தப்படுதல்: இதன் காரணமாக மைய நரம்புத்தொகுதிக்குச் செல்லும் புலன் நரம்பு நாள்களும், மையநரம்புத் தொகுதியிலிருந்து செல்லும் இயக்குநரம்பு நாள்களும் வியத்தமடைதல்;

(6) புலன் அங்கங்களின் எண்ணிக்கையும் சிக்கல் தன்மையும் அதிகரித்தல்.

தட்டைப்பிழுக்களின் நரம்புத்தொகுதி

தட்டைப்பிழுக்களில் நரம்புக் கலங்கள் ஏனோ வடிவில் அமைந்துள்ளன. இதில் இரு இழைகளும் அவற்றைத் தொடுக்கும் விளைகளும் காணப்படுகின்றன;

உடலின் முற்பகுதியில் ஒரு சோடி நரம்புத் திரட்டுகள் காணப்படுகின்றன. இங்கு கலவுட்கள் ஒன்றாகச் சேர்ந்துள்ளன. கணத்தாக்கங்கள் நரம்புக்கலங்களிடையே பரிமாற்றப்படுகின்றன. தட்டைப் புழுக்களில் சிறத்தலடைந்த வாங்கிகளும் காணப்படுகின்றன. உதாரணமாக Planariaவில் கூட்டினிகள் காணப்படுகின்றன. ஒளியுணர்ச்சியுடைய இக்கட்டினிகள் விம்பங்களை ஆக்கும் ஆற்றல் ஈற்றவையுடைய என்னும் ஒளிச்செறிவையும் அதன் திசையையும் கண்டறியக்கூடியன. சில தட்டைப் புழுக்களில் எட்டு (8) நீளப்பக்க நரம்பு நாண்கள் காணப்படுகின்றன. அவையாவன: முதுகுப்புறச் சோடி, பக்கச்சோடி, பக்கவயிறுப்புறச்சோடி, வயிறுப்புறச்சோடி, ஆகியனவாகும். ஆனால் நன்கு முன்னேற்றமடைந்த வகைகளில் நரம்பு நாண்களின் எண்ணிக்கை குறைவாக, இங்கு இரண்டாகவே காணப்படுகின்றன என்பது குறிப்பிடத் தக்கது.



பிளானேரியாவின் நரம்புத் தொகுதி

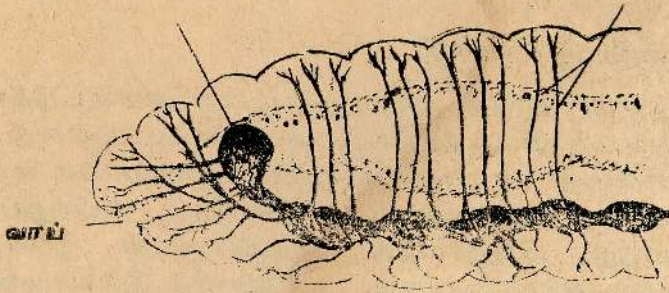
விலங்கின் முற்பக்கம் அசையும்பொழுது முன்னோக்கியிருப்பதனால் அப்பகுதி தூண்டல்களை எதிர்நோக்கவேண்டுமாதலால் நரம்புக் கலங்களின் ஒரிடமாக்கல் செயல்முறையும் அதாவது மூளை அல்லது மூளையத்திரட்டுகளின் விருத்தியும், புலனங்கங்களின் செறிவான விருத்தியும் அப்பகுதியில் ஏற்படுகின்றமை தெளிவாகின்றது. புலனங்கங்கள் உடலின் முன்பக்கத்தில் செறிவாக இருப்பதன் விளைவாக நீளப்பக்க நரம்புநாண்களின் முற்பக்க முனைகள் பருமனில் அதிகரிக்கின்றன.

மிக ஆதியான மூளை புலனங்கங்களிலிருந்து கணத்தாக்கங்களைப் பெற்று நரம்பு நாண்களுக்குக் கடத்தலுடன் மட்டுப்பட்டிருந்தது. பின்னர் மூளை புலன்களை மாத்திரம் கடத்தும் அங்கமாகவிரிந்தது. இயைபாக்கும் தொழிற்பாட்டையும் புரிவதனால் அது நரம்புத்தொகுதியின் ஆட்சியுள்ள பாகமாகத் தொழிற்படுகின்றது. நன்கு விருத்தியடைந்த மையமாக்கப்பட்ட நரம்புத்தொகுதி முள்ளந்தண்டுள்ள விலங்குகளிலும் முள்ளந்தண்டில்லா விலங்குக் கூட்டங்களாகிய அனலிட்டுகளிலும் ஆத்திரப்பொட்டுகளிலும் காணப்படுகின்றன.

பொதுவாக உயர் முள்ளந்தண்டில்லா விலங்குகளில் உணவுக்கால்வாய்க்கு வயிறுப்புறமாக நரம்பு நாண் காணப்படுகின்றது. அனலிட்டுக்களிலும் ஆத்திரப்பொட்டுகளிலும் பல நரம்புத் திரட்டுகள் நரம்பு நாண் முழுவதிலும் காணப்படுகின்றன. இந்நரம்பு நாணில் பெரிய நரம்புத்திரட்டொன்று முற்பக்கத்தில் உண்டு. இது மூளை எனப்படும். இந்நரம்புத்திரட்டு உணவுக்கால்வாய்க்கு முதுகுப்புறமாகக் காணப்படும். மண்டியுறவில் இத்திரட்டு தொண்டைக்குமேல் அமைந்

மூளை

பக்கநரம்புகள்



தொண்டைக்கீழ்த்திரட்டு

வயிற்றுப்புறநரம்புநாணின் திரட்டு

மண்புழுனின் நரம்புத்தொகுதி (முற்பக்கப்பகுதி)

திருப்பதால் தொண்டைமேல் திரட்டு என்றும், இருகி, கரப்பான் போன்ற ஆத்திரப்பெரட்டுக்களில் களத்திற்குமேல் இருப்பதால் களமேல் திரட்டு என்றும் அழைக்கப்படும். மூளைத்திரட்டிலிருந்து உற்பத்தியாகும் நரம்புகள் முற்பக்க மூளையிலுள்ள பிரதான வாங்கிகளுக்குச் செல்கின்றன. வயிற்றுப்புற நரம்புநாண் இரட்டையானது, திண்மமானது என்பது குறிப்பிடத்தக்கது: இதிலுள்ள திரட்டுக்களிலிருந்து அவை அமைந்திருக்கும் துண்டங்களிலுள்ள பல்வேறு பகுதிகளுக்கும் நரம்புகள் செல்லுகின்றன. (கரப்பானின் நரம்புத்தொகுதி பின்னர் விபரமாக ஆராயப்படும்)

அனலிட்டுகளின் அடிப்படை நரம்புத் தொகுதியை ஆதாரமாகக் கொண்ட பல்வேறு வகையான நரம்புத் தொகுதிகள் மொலஸ்காப் பிராணிகளில் (நத்தை கணவாய் போன்றன) காணப்படுகின்றன. செபலோப்பெரட்டுக்களில் (cephalopods) (கணவாய், கூப்பு கணவாய்) நன்கு விருத்தியடைந்த நரம்புத்தொகுதி காணப்படுகின்றது. அவற்றின் "மூளை"யும் நன்கு விருத்தியடைந்துள்ளது. இவற்றின் கண்கள் மனிதனின் கண்போன்று நன்கு விருத்தியடைந்தும் விம்பங்களை உண்டாக்கும் ஆற்றல் வாய்ந்தனவாயும் உள்ளன.

அலகு: 3.

1. கரப்பானின் நரம்புத்தொகுதி:

கரப்பானின் நரம்புத்தொகுதி மண்டியுழை போன்ற அனலிட்டுக்களின் நரம்புத் தொகுதியின் அடிப்படைத் திட்டத்திலேயே அமைக்கப்பட்டுள்ளது. ஆனால் முன்னேற்றமடைந்த பூச்சிகளின் நரம்புத்தொகுதியில் இயைபாக்க மையங்கள் உடலின் முற்பக்க முனையில் செறிவாக்கப்பட்டுள்ளமையும், வயிற்றுப்புறத் திரட்டுகள் முன்னோக்கி நகர்ந்து நெஞ்சறைத் திரட்டுகளுடன் இணைந்துள்ளமையும் குறிப்பிடத்தக்க சிறப்பு அம்சங்களாகும். கரப்பானில் இவ்வாறான செறிவாக்கம் குறைவாகவே காணப்படுகின்றது.

நரம்புத்தொகுதியின் உற்பத்தி (மூலவுயிர்ப்படை): புறத்தோற்படை பொதுக்கட்டமைப்பு:

கரப்பானின் நரம்புத் தொகுதியில் களத்திற்கு மேலான நரம்புத்திரட்டு அல்லது முனையும், களக்கீழ்த்திரட்டும், அதிலிருந்து உற்பத்தியாகிப் பின்னோக்கி ஏறத்தாள வயிற்றின் முனையரை செல்லும் வயிற்றுப்புறமான இரட்டையான திண்மமான நரம்புநாணும் உண்டு. வயிற்றுப்புற நரம்புநாணில் பல திரட்டுகள் காணப்படும்.

முனையத்திரட்டுகள் அல்லது களமேல்திரட்டுகள்:

இவை தலையில் களத்திற்கு மேலாக அமைந்திருக்கும் இரண்டு, ஏறத்தாள வட்டமான, வெண்ணிற உடல்களாகும். தலையுறையை அவதானமாக உடைக்கும்போது அவை வெளிப்படுகின்றன; வெட்டிச் சோதிக்கும்பொழுது ஒரே துளிகள் அறக்கோலை இடும்பொழுது அவை கடினமாவதால் வெளிப்படுத்துதல் இகுவாக்கப்படும்.

முனையத்திரட்டிலிருந்து உற்பத்தியாகும் நரம்புகளும் அவை வழங்கும் பாகங்களும்:

- (1) பார்வை நரம்பு - கண்களுக்கு
- (2) உணர்கொம்பு நரம்புகள் - உணர்கொம்புகளுக்கு
- (3) முற்சொண்டுதல் நரம்புகள் - முற்சொண்டுக்கும் நுதலுக்கும்.

முனையத் திரட்டுகளிலிருந்து உற்பத்தியாகும் களக்கீழ்த்தொடுப்புகள் களத்தைக்கற்றிச் சென்று களக்கீழ்த்திரட்டுகளை அடையும். களக்கீழ்த்திரட்டும் தலைக்குக்குள் அமைந்திருக்கும். அது ஒரு திரட்டுத்திணிவாகவே காணப்படுகின்றது. இது 1-ம், 5-ம், 6-ம் தலைத்துண்டத்தில் நரம்புத்திரட்டுகள் இணைவதனால் தோன்றுகின்றது.

களக்கீழ்த்திரட்டிலிருந்து உற்பத்தியாகும் நரம்புகளும் அவை வழங்கும் பாகங்களும்:

1. சிபுகநரம்புகள் - சிபுகங்களுக்கு
2. அனுநரம்புகள் - அனுக்களுக்கு
3. பிற்சொண்டு நரம்புகள் - பிற்சொண்டுக்கு களக்கீழ்த்திரட்டிலிருந்து இரட்டையான திண்மமான நரம்பு நாண் உற்பத்தியாகி வயிற்றுப்புற உடற்கவருக்கு

அண்மையில் உணவுக்காலிவாய்க்குக் கீழே உடலின் நடுக்கோட்டில் பிண்ணோக்கிச் செல்கின்றது.

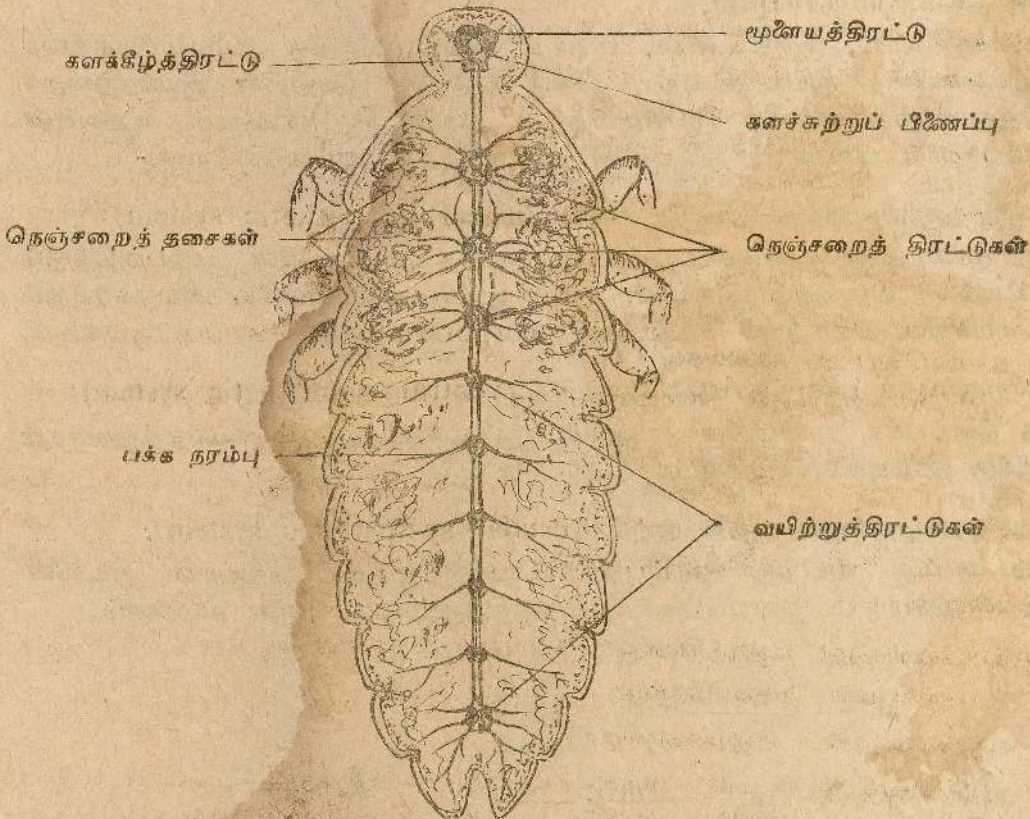
ஒவ்வொரு துண்டத்திலும் நரம்புநாண்கள் இணைந்து அத்துண்டத்திற்குரிய இரட்டையான நரம்புத்திரட்டைத் தோற்றுவிக்கும். நெஞ்சறையில் ஒவ்வொரு துண்டத்திலும் ஒவ்வொரு திரட்டு உண்டு.

நெஞ்சறைத் திரட்டுகள்:

கரப்பானுட்பட எல்லாப் பூச்சிகளிலும் நெஞ்சறைத் திரட்டுகள் பல பிரதான இயைபாக்கத் தொழிற்பாடுகளைப் புரிவதுடன் தொடர்புபட்டுள்ளன. இத்திரட்டுகள் அவற்றின் உடல்களோடு தொடர்புடைய குறைந்தது இரண்டு முக்கிய தொழிற்பாட்டு ஒழுங்குகளுடன் சம்பந்தப்பட்டுள்ளன எனக் குறிப்பிடலாம். அவையாவன:

1. நெஞ்சறையில் 3 சோடி கால்கள் காணப்படுதல்
2. நெஞ்சறையில் வழமையாகச் சிறகுகள் தொடுபட்டிருத்தல்.

இதன் காரணமாக இயக்க இயைபாக்க மையங்கள் (motor coordinating centres) நெஞ்சறையில் செறிவாக்கப்படுதல் பூச்சிகளுக்கு வாய்ப்பானதாக அழையும். மேலும் அவற்றின் புலனங்கங்கள் பல தலையிலும் பார்க்க கால்களில் அல்லது நெஞ்சறையில் காணப்படுவது இதனை விளக்குகின்றது.



நெஞ்சறைத்திரட்டு நரம்புகள் துண்ட ஒழுங்கில் அமைந்திருக்கும். இத்திரட்டு களிலிருந்து உற்பத்தியாகும் நரம்புகள் காற் தசைகள், சிறகுத்தசைகள் ஆகிய வற்றுக்குச் செல்லும். மூன்றாம் நெஞ்சறைத் திரட்டிலிருந்து உற்பத்தியாகும் சிருசோடி நரம்புகள் முதலாம் வயிற்றுத் துண்டத்துக்கும் செல்லும்.

வயிற்றுத் திரட்டுகள்:

வயிற்றில் ஆறுசோடி வயிற்றுத் திரட்டுகள் காணப்படுகின்றன. முதல் ஐந்துசோடி வயிற்றுத் திரட்டுகளும் வயிற்றின் முதல் ஐந்து துண்டங்களிலும் அமைந்திருக்கும். அவை 6 வது சோடி நரம்புத்திரட்டிலும் சிறியன. ஆறாவது சோடி வயிற்றுத்திரட்டு சற்றுத் தூரத்தில் காணப்படுவதுடன் ஏனைய வயிற்றுத் திரட்டுகளிலும் பார்க்கப் பெரியதாகவும் இருக்கும். இத்திரட்டானது பல திரட்டுக்கள் இணைந்ததனால் தோன்றியதெனக் கருதப்படுகிறது. வயிற்றுத்திரட்டுகள் (1 - 5 வரை) 2 முதல் 6 வது வரையுள்ள வயிற்றுத் துண்டங்களில் உள்ள தசைகள், வாதனாளிகள் சுவாசத் துவாரங்கள் ஆகியவற்றிற்கு நரம்புகளை வழங்கும். 6 வது வயிற்றுத் திரட்டிலிருந்து நரம்புகள் உற்பத்தியாகி 7, 8, 9-ம் துண்டங்களுக்கும் குதவால் முளைக்கும், இனப்பெருக்க உறுப்புகளுக்கும் நரம்புகளைக் கொடுக்கும்.

கரப்பானின் தன்னாட்சி நரம்புகள்:

உணவுக்கால்வாய், குருதிக்கலன், இதயம் ஆகியனவற்றில் மழமழப்புத்தசை அல்லது இச்சையின்றி இயங்குகின்ற தசைகள் உண்டு. இவற்றின் இயக்கத்தைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு அல்லது சீராக்குவதற்கு தன்னாட்சி நரம்புகள் உதவுகின்றன. கரப்பானில் பின்வரும் தன்னாட்சி நரம்புகள் காணப்படுகின்றன:-

- (i) களத்திற்குரிய பரிவுத்தொகுதி (oesophageal sympathetic system):
இது முனையுடன் தொடுக்கப்பட்டு இதயத்திற்கும் குடவின் முற்பகுதிக்கும் நரம்புகளை வழங்கும். இதனில், முளைக்குப்பின்னால் முக்கிய அகஞ்சுரக்கும் அங்கமாகிய அனாற்றூச் சடலங்கள் (corpora allata) தொடுபட்டிருக்கும்.
- (ii) வயிற்றுப்புறப் பரிவு நரம்புத்தொகுதி (ventral sympathetic system):
ஒரு நீளப்பக்க நரம்பிலிருந்து ஒவ்வொரு துண்டத்திலும் சுவாசத்துவாரங்களுக்கு நரம்புகளை வழங்கும்.
- (iii) வாலுக்குரிய பரிவுநரம்புத்தொகுதி (caudal sympathetic system):
இது கடைசி வயிற்று நரம்புத்திரட்டிலிருந்து உற்பத்தியாகி குடவின் பிற்பக்கத்திற்கும் இனப்பெருக்கற்றெகுதிக்கும் நரம்புகளை வழங்கும்.

அண்மையில் உணவுக்காலவாய்க்குக் கீழே உடலின் நடுக்கோட்டில் பிண்ணைக்கிச் செல்கின்றது.

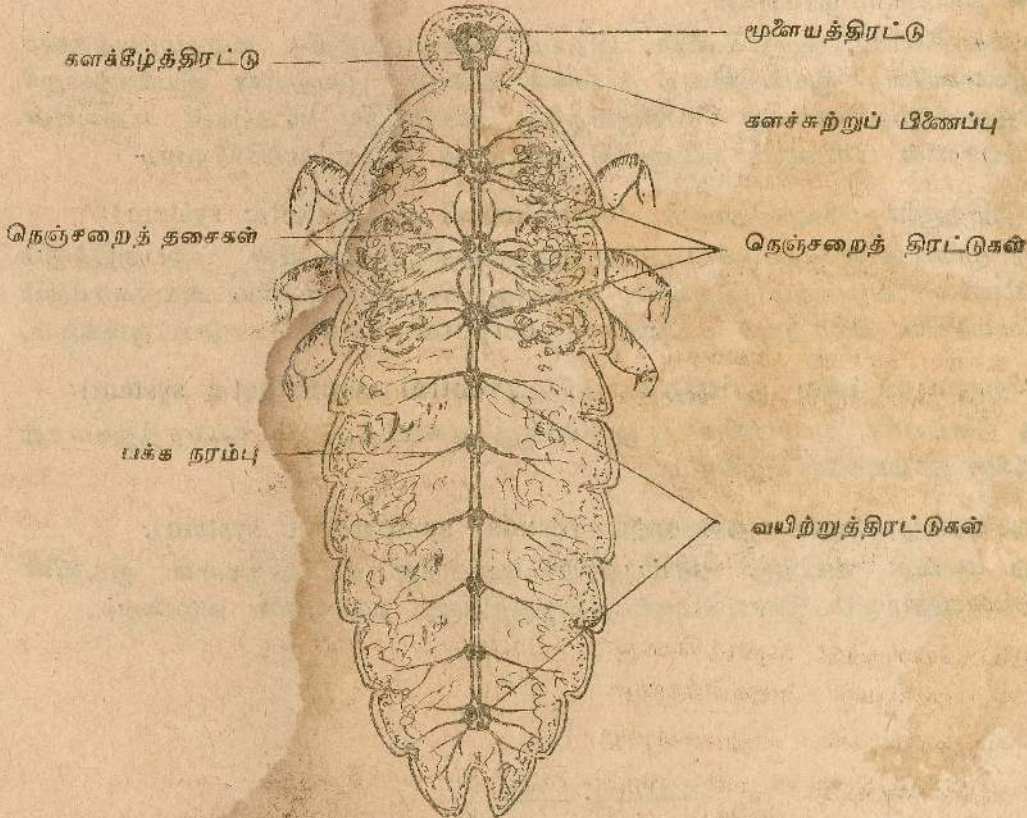
ஒவ்வொரு துண்டத்திலும் நரம்புநாண்கள் இணைந்து அத்துண்டத்திற்குரிய இரட்டையான நரம்புத்திரட்டைத் தோற்றுவிக்கும். நெஞ்சறையில் ஒவ்வொரு துண்டத்திலும் ஒவ்வொரு திரட்டு உண்டு.

நெஞ்சறைத் திரட்டுகள்:

கரப்பானுட்பட எல்லரப் பூச்சிகளிலும் நெஞ்சறைத் திரட்டுகள் பல பிரதான இயைபாக்கத் தொழிற்பாடுகளைப் புரிவதுடன் தொடர்புபட்டுள்ளன. இத்திரட்டுகள் அவற்றின் உடல்களோடு தொடர்புடைய குறைந்தது இரண்டு முக்கிய தொழிற்பாட்டு ஒழுங்குகளுடன் சம்பந்தப்பட்டுள்ளன எனக் குறிப்பிடலாம். அவையாவன:

1. நெஞ்சறையில் 3 சோடி கால்கள் காணப்படுதல்
2. நெஞ்சறையில் வழமையாகச் சிறகுகள் தொடுபட்டிருத்தல்.

இதன் காரணமாக இயக்க இயைபாக்க மையங்கள் (motor coordinating centres) நெஞ்சறையில் செறிவாக்கப்படுதல் பூச்சிகளுக்கு வாய்ப்பானதாக அமையும். மேலும் அவற்றின் புலனங்கங்கள் பல தலையிலும் பார்க்க கால்களில் அல்லது நெஞ்சறையில் காணப்படுவது இதனை விளக்குகின்றது.



நெஞ்சறைத்திரட்டு நரம்புகள் துண்ட ஒழுங்கில் அமைந்திருக்கும். இத்திரட்டு களிலிருந்து உற்பத்தியாகும் நரம்புகள் காற் தசைகள், சிறகுத்தசைகள் ஆகிய வற்றுக்குச் செல்லும். மூன்றாம் நெஞ்சறைத் திரட்டிலிருந்து உற்பத்தியாகும் ஒருசோடி நரம்புகள் முதலாம் வயிற்றுத் துண்டத்திக்கும் செல்லும்.

வயிற்றுத் திரட்டுகள்:

வயிற்றில் ஆறுசோடி வயிற்றுத் திரட்டுகள் காணப்படுகின்றன. முதல் ஐந்துசோடி வயிற்றுத் திரட்டுகளும் வயிற்றின் முதல் ஐந்து துண்டங்களிலும் அமைந்திருக்கும். அவை 6 வது சோடி நரம்புத்திரட்டிலும் சிறியன. ஆறாவது சோடி வயிற்றுத்திரட்டு சற்றுத் தூரத்தில் காணப்படுவதுடன் ஏனைய வயிற்றுத் திரட்டுகளிலும் பார்க்கப் பெரியதாகவும் இருக்கும். இத்திரட்டானது பல திரட்டுக்கள் இணைந்ததனால் தோன்றியதெனக் கருதப்படுகிறது. வயிற்றுத்திரட்டுகள் (1-5 வரை) 2 முதல் 6 வது வரையுள்ள வயிற்றுத் துண்டங்களில் உள்ள தசைகள், வாதனாளிகள் சுவாசத் துவாரங்கள் ஆகியவற்றிற்கு நரம்புகளை வழங்கும். 6 வது வயிற்றுத் திரட்டிலிருந்து நரம்புகள் உற்பத்தியாகி 7, 8, 9-ம் துண்டங்களுக்கும் குதவால் முனைக்கும், இனப்பெருக்க உறுப்புகளுக்கும் நரம்புகளைக் கொடுக்கும்.

கரப்பானின் தன்னாட்சி நரம்புகள்:

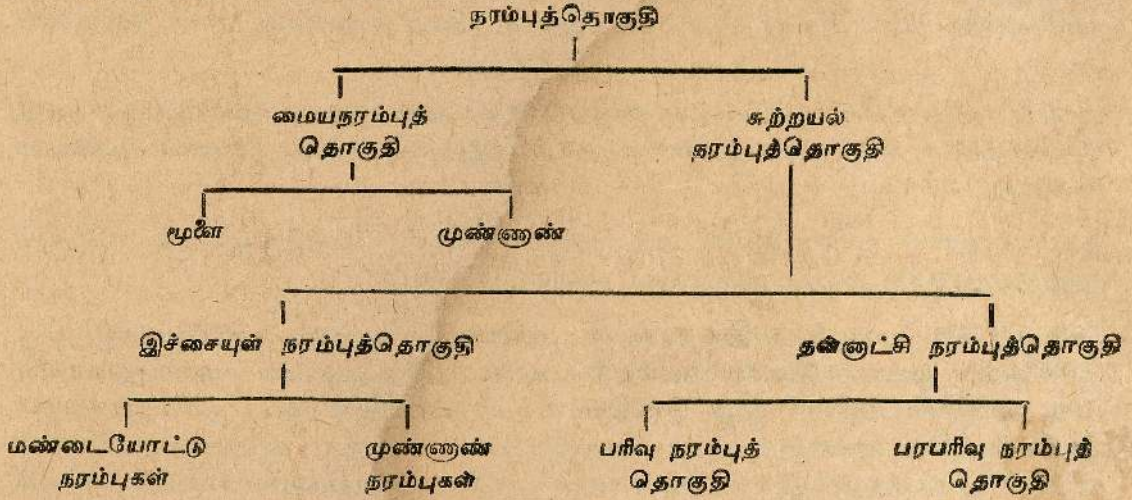
உணவுக்கால்வாய், குருதிக்கலன், இதயம் ஆகியனவற்றில் மழமழப்புத்தசை அல்லது இச்சையின்றி இயங்குகின்ற தசைகள் உண்டு. இவற்றின் இயக்கத்தைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு அல்லது சீராக்குவதற்கு தன்னாட்சி நரம்புகள் உதவுகின்றன. கரப்பானில் பின்வரும் தன்னாட்சி நரம்புகள் காணப்படுகின்றன:-

- (i) களத்திற்குரிய பரிவுத்தொகுதி (oesophageal sympathetic system):
இது மூளையுடன் தொடுக்கப்பட்டு இதயத்திற்கும் குடவின் முற்பகுதிக்கும் நரம்புகளை வழங்கும். இதனில், மூளைக்குப்பின்னால் முக்கிய அகஞ்சுரக்கும் அங்கமாகிய அனாற்றூச் சடலங்கள் (corpora allata) தொடுபட்டிருக்கும்.
- (ii) வயிற்றுப்புறப் பரிவு நரம்புத்தொகுதி (ventral sympathetic system):
ஒரு நீளப்பக்க நரம்பிலிருந்து ஒவ்வொரு துண்டத்திலும் சுவாசத்துவாரங்களுக்கு நரம்புகளை வழங்கும்.
- (iii) வாலுக்குரிய பரிவுநரம்புத்தொகுதி (caudal sympathetic system):
இது கடைசி வயிற்று நரம்புத்திரட்டிலிருந்து உற்பத்தியாகி குடவின் பிற்பக்கத்திற்கும் இனப்பெருக்கற்றெகுதிக்கும் நரம்புகளை வழங்கும்.

அலகு 4

முள்ளந்தண்டுள்ள விலங்குகளின் நரம்புத் தொகுதி

நரம்புத்தொகுதியின் பிரிவுகள்:

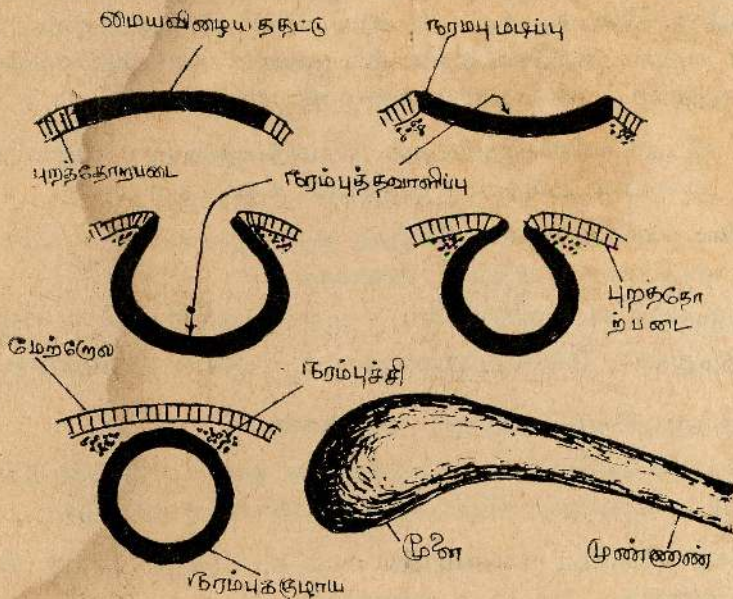


நரம்புத் தொகுதியின் மூளை உற்பத்தி: புறத்தோற்றப்படை

மையநரம்புத் தொகுதி: மையநரம்புத் தொகுதி (i) மூளையையும் (ii) முண்ணுணையும் உள்ளடக்கும்.

முள்ளந்தண்டுள்ள விலங்குகளின் மூளையின் விருத்தி:

மூளையும் முண்ணுணும் மூளைபத்தின் புறத்தோற்றப்படைமீலிருந்து உற்பத்தியாகும்



முள்ளந்தண்டு விலங்குகளின் மையநரம்புத்தொகுதி விருத்தியடையும் முறை

விருத்தியின் படிபுகள் - சுருக்கம்:

1. முனையத்தின் புறத்தோற்படையிலி நடுமுதுகுப்புறமாக சில கலவிகள் நரம்புத் தட்டாக அல்லது மையவிழையத்தட்டாக விருத்தியடையும்.
2. வேற்றுமையான வளர்ச்சியாலும் கலக்குடிபெயர்வுகளாலும் நரம்புத்தட்டின் விளிம்புகள் உயர்த்தப்படுகின்றன. இவை நரம்பு மடிப்புகள் என அழைக்கப் படும்.
3. நரம்பு மடிப்புகள் ஒன்றையொன்று நோக்கி வளர்ந்து நடுக்கோட்டில் முது குப்புறமாகச் சந்தித்து இணைகின்றன. இதனால் நரம்புக்குழாய் உண்டாகின்றது.
4. நரம்புக்குழாய் முனையத்தின் நடுமுதுகுப்புறமாக மேற்றோலுக்குக் கீழேயும் முதுகுநாணுக்கு மேற்புறமாகவும் அமைந்திருக்கும்.
5. முனையத்தின் முற்பக்கத்தில் நரம்புக்குழாயானது முற்றாக மூடுப்படாது ஒரு நுண்ணிய துவாரத்தினால் வெளித்திறபடும். இத்துவாரம் நரம்புநுண்ணி என அழைக்கப்படும். இது இறுதியாக மூடுப்படுகின்றது. நரம்புக்குழாய் முற்பக்கத்தில் அகன்றும் பிற்பக்கத்தில் படிப்படியாக ஒடுங்கியும் காணப்படும். முற்பக்கத்திலுள்ள அகலமான பாகம் முனையாகவும் எஞ்சிய பகுதி முண்ணையாகவும் விருத்தியடையும்.

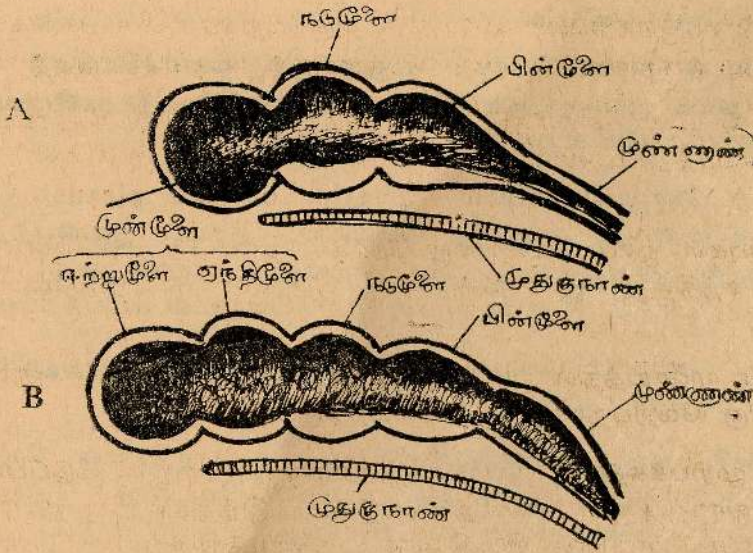
மூளையின் விருத்தி:

நரம்புக்குழாயின் முற்பக்கத்திலுள்ள அகலமான பகுதி மேலும் விருத்தியடைந்து மூளையின் பல்வேறு பகுதிகளைத் தோற்றுவிக்கும்.

- (a) முதலில் வேறுபட்ட வளர்ச்சியினால் இரண்டு சுருக்கங்கள் ஏற்பட்டு மூளையானது மூன்று விரிவடைந்த பாகங்களாக மாற்றப்படும். இம் மூன்று பாகங்களும் முதல் மூளையம்புகங்கள் என அழைக்கப்படும். இவற்றை முன்மூளை, நடுமூளை, பின்மூளை என்று அழைக்கலாம்.
- (b) மேற்கூறிய புடகங்களில் தடிப்புகள் ஏற்படுவதனாலும் தடிப்புகள் தோன்றுவதனாலும் மூளையின் பல்வேறு பகுதிகள் உண்டாகின்றன.
 - (i) முன்மூளை: முன்மூளையில் மேலும் ஒரு சுருக்கம் ஏற்பட்டு இரு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றது. அவையாவன:
 - (i) சுற்றுமூளை (telencephalon) - முற்பக்கத்தில் உள்ள பகுதி
 - (ii) ஏந்திமூளை: (thalamencephalon) - பிற்பக்கத்திலுள்ள பகுதி

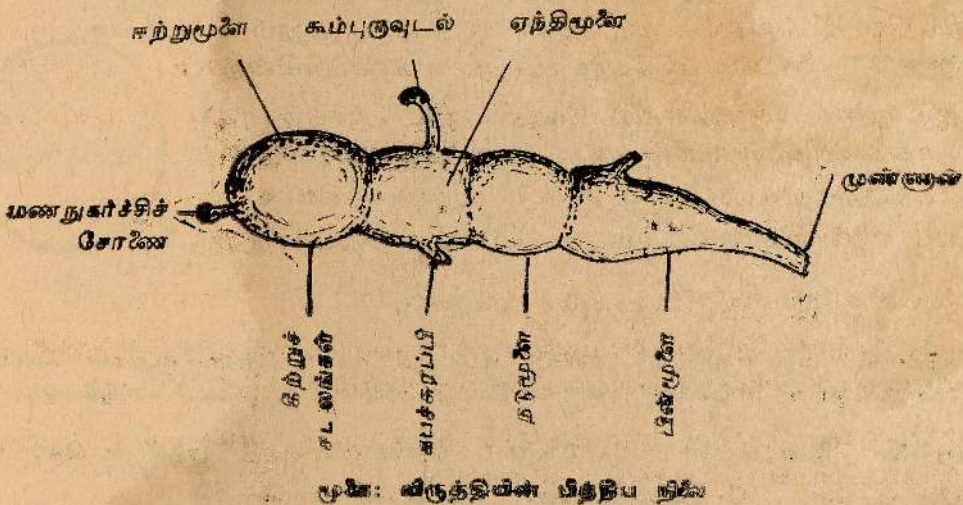
சுற்று மூளையிலிருந்து விருத்தியடையும் பாகங்கள்:

1. மணநுகர்ச்சிச் சோணைகள்: முற்பக்கமாக ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் இரண்டு சோணைகள் மணநுகர்ச்சியங்கத்தை நோக்கிச் செல்லும்.
2. முனைத்தகடு (lamina terminalis): இது மணநுகர்ச்சிச் சோணைகளுக்கு இடையிலமைந்த ஆரம்பச் சுவராகும்.



A முதல் மூளையம் புடங்களைக் காட்டும் மூளையத்தின் நெடுக்கு வெட்டுமுகம்
B முன்மூளையின் விருத்தி; ப.ம் A விலும் சற்றும் பிந்திய நிலை

3. மூளையம் (cerebrum) அல்தை மூளையவரைக் கோளங்கள் (cerebral hemispheres) என்று மூளையின் பிரதான பகுதி வீக்கமடைந்து சோடியான மூளைய அரைக்கோளங்களைக் கொடுக்கும்;
4. கீற்றுச்சடலங்கள் (corpora striata): வயிற்றுப்பிறப்பிக்கச் சுவர்கள் தடிப்படைவதனால் தோன்றும்,
5. ஆவரணம் (pallium): என்றுமூளையின் கூரையும், வயிற்றுப்பிறப்பிக்கங்களும் தடித்து ஆவரணமாக விருத்தியடைகிறது; ஆவரணமே பின்னர் புடைத்து மூளையவரைக் கோளங்களாக மாறுகின்றன.



மூளை: விருத்தியின் பிந்திய நிலை

(4) பரிவகம் அல்லது ஏந்தி (thalamus): ஏந்தி மூளையின் பக்கங்கள் தடித்து பரிவகமாக அல்லது ஏந்தியாக மாறும்.

(5) பரிவகக்கீழ் (hypothalamus): பரிவகத்தின் வயிற்றுப்புறப்பகுதி பரிவகக் கீழ் என அழைக்கப்படும்.

(C) நடுமூளை (mid brain):

(1) பார்வைச்சோணைகள் (optic lobes): நடுமூளையின் முதுகுப்புறப் பக்க மேற்பரப்புகள் தடிப்படைந்து பார்வைச் சோணைகளாக மாறும்.

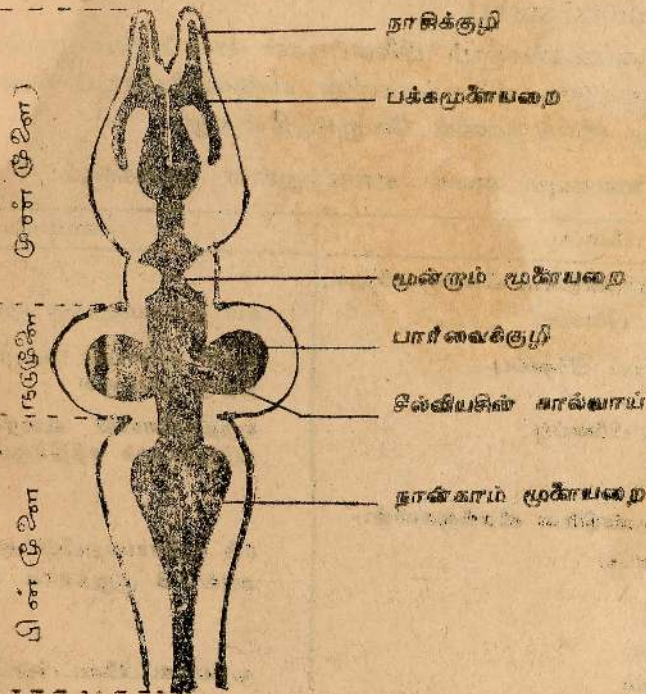
(2) காலுரு மூளைத்திணிவுகள் (crura cerebri): வயிற்றுப்புறச் சுவர் தடிப்படைந்து காலுருமூளைத் திணிவுகளாக விருத்தியடையும்.

(d) பின்பு மூளை (hind brain):

(1) மூளி (cerebellum): பின்பு மூளையின் முதுகுப்புறத்தின் முற்பகுதி மூளையாக விருத்தியடையும்.

(2) பிற்சக்கத்தோலுருப்பின்னல் (posterior choroid plexus): பின்பு மூளையின் பிற்பகுதி மெலியதாகவும் நரம்பியல்பற்றதரகவும் குருதிக்கலன்கள் செறிவுடைதரகவும் மடிப்புகளையுடையதாகவும் காணப்படும். இது பிற்பக்கத் தோலுருப்பின்னல் எனப்படும்.

(3) நீள்வளையமையிழையம்: (medulla oblongata): பின்பு மூளையின் எஞ்சிய பகுதி நீள்வளைய மையிழையமாக மாறும்.



மூளையறைகளைக் காட்டும் படம்

மூளையறைகள் (ventricles)

முள்ளந்தண்டுள்ள விலங்குகளின் மூளையில் உள்ள குழிகள் மூளையறைகள் எனப்படும். மூளையறைகள் பல வகையின: அவை பின்வருமாறு:

மூளையறை	காணப்படும் இடம்
1. நாசிக்குழி	மண்ணுகர்ச்சிச் சோளை
2. பக்கமூளையறை	மூளையவரைக்கோளம்
3. மூன்றாம் மூளையறை	ஏந்திமூளை
4. பார்வை குழி	பார்வைச்சோளை
5. நான்காம் மூளையறை	நீள்வளைய மையவிழையம்
6. சிலவியசின் கரல் வாய் (Aq.educt of Sylvius)	மூன்றாம் மூளையறையையும் நான்காம் மூளையறையையும் இணைக்கும் கால்வாய் ஏந்திமூளைக்கும் நீள்வளைய மையவிழையத்திற்கும் இடையில்
7. மொன்ரோவின் குடையம் (foramen of Monro)	பக்க மூளையறையையும் மூன்றாம் மூளையறையையும் இணைக்கும் துவாரம்.

பிணைப்புகள் (commissures)

மூளையின் இருபக்கங்களிலும் பிணைப்புகள் எனப்படும் நரம்புரி பட்டிகைகளினால் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். பிணைப்புகளின் எண்ணிக்கையும் அவற்றின் முக்கியத்துவமும் வெவ்வேறு விலங்குகளில் வேறுபடுகின்றது:

பிணைப்புகளின் வகையும் அவை அமைந்துள்ள இடங்களும்: -

பிணைப்பு	காணப்படும் இடம்
A எல்லா முள்ளந்தண்டுள்ள விலங்குகளிலும்:	
1. முற்பக்கப் பிணைப்பு	8ம் மூளையறைக்கு முன்னால்
2. முதுகுப்புறப் பிணைப்பு	ஏந்தி மூளையின் கூரையில் கம்புருவாகித் திறகு முன்னால்
3. பிற்பக்கப் பிணைப்பு	ஏந்திமூளையின் கூரையில் ஏந்திமூளையும் தடுமூளையும் சந்திக்கும் இடத்தில்
B உயர்முள்ளந்தண்டுள்ள விலங்குகளில்:-	
4. நடுப்பிணைப்பு	8ம் மூளையறையின் அடித்தளத்தில் - பரிவகங்களைக் குறுக்காக இணைக்கும்
C முழுவட்டிகளில்:	
5. வளையம்	முற்பக்கப்பிணைப்பின் முதுகுப்புற நீட்சி

மூளை மென்சவ்வுகள் (meninges)

மூளை விருத்தியடையும்பொழுது அது மென்சவ்வுகளால் போர்க்கப்படுகின்றது. மூன்று வகையான மூளை மென்சவ்வுகள் முள்ளத்தண்டுள்ள விலங்குகளில் காணப்படுகின்றன, அவையாவன பின்வருமாறு:

- (1) வன்ருயி (dura mater) : இது மண்டையோட்டுக்குழியின் ஓரமாகவுள்ள வன்மையான மென்சவ்வாகும்.
- (2) மென்ருயி (pia mater) : வன்ருயிக்கு உட்புறமாக மூளையை நேராகவே போர்க்கும் மென்மையான மென்சவ்வாகும்.
- (3) சிலந்தி வலைப்படை (arachnoid layer) : மேலே குறிப்பிட்ட இரண்டு மென்சவ்வுகளுக்கும் இடையில் சிலந்திவலைப்படை காணப்படும். இதில் மிருதுவான நார்கள் வலைபோன்று அமைந்திருக்கும். சிலந்திவலைப்படை மீன்களிலும் அம்பிபியன்களிலும் காணப்படுவதில்லை; ஆனால் உயர் முள்ளத்தண்டுள்ள விலங்குகளில் காணப்படுகின்றன.

அலகு 5.

தேரையின் மூளை

தேரையின் மூளை மீன்கள் போன்ற முள்ளத்தண்டுள்ள விலங்குகளின் ஒரே அடிப்படைக் கட்டமைப்பில் ஆக்கப்பட்டது. தேரையின் மையநரம்புத்தொகுதி, குறிப்பாக முன்னாண், குறுகிக்காணப்படுவது ஒரு சிறப்பியல்பாகும்; ஏனெனில் அதனில் வசூலி இவையென்பதாலென்க.

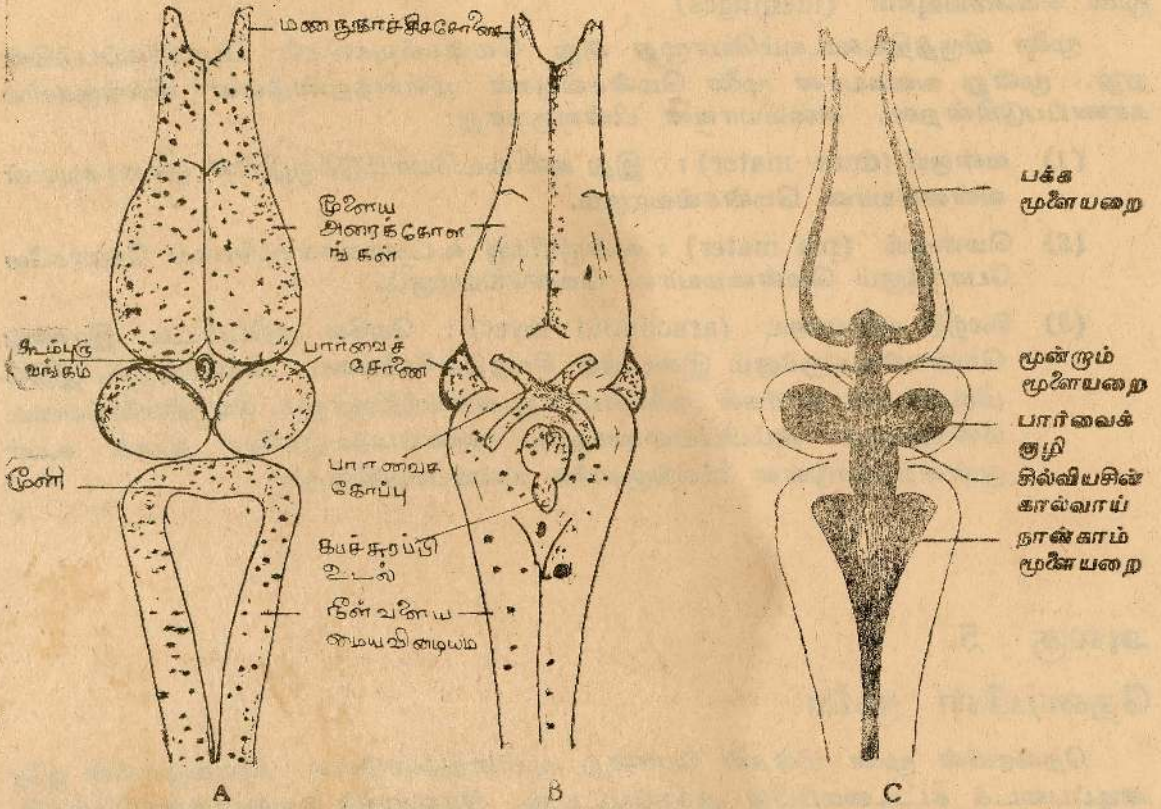
மூளையின் பாகங்கள்

A₂ முன்மூளை: முன்மூளையில் சுற்றுமூளையும் ஏந்திமூளையும் காணப்படும்

- (i) சுற்றுமூளை: மணநுகர்ச்சிச் சோனைகள் சிறியனவாக இருக்கும் மணநுகர்ச்சிச் சோனைக்கும் மூளையவரைக்கோளங்களுக்கும் இடையில் ஒரு குறுகிய குத்தவாளிப்பு உண்டு

மூளையவரைக் கோளங்கள்: ஏறத்தாள நீள்வட்ட வடிவான கூடல்களாகக் காணப்படும். அது நடுக்கோட்டுச் சாலினூலி வலது இடது பாதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். ஒவ்வொரு பாதியும் மூளையவரைக்கோளங்கள் எனப்படும்; மூளையவரைக் கோளங்கள் சாலிகள் அற்ற மழமழப்பான கிறீபரபிபை உடையன;

- (ii) ஏந்திமூளை: இது சுற்றுமூளையிலும் ஒடுக்கமானது. முதலுட்புறத்தில் கூம்புருவங்கமும் முற்பக்க தோலுருப்பினிலும் உண்டு; ஏந்திமூளையின் வயிற்றுப்புறமாக பார்வைக்கோப்பும் கபச்சுரப்பியுடலும் உண்டு. கபச்சுரப்பி சிறியது; மீன்களின் ஏந்திமூளையின் வயிற்றுப்புறமாகவுள்ள கீழ்ச்சோனைகளும் கலன்பைகளும் தேரையில் இல்லை என்பது குறிப்பிடத்தக்க அம்சமாகும்.



தேரையின்மூலை:

முதுகுப்புறத் தோற்றம்

வயிற்றுப்புறத் தோற்றம்

முனையறைகளைக் காட்டும்

நீளப்பக்கவெட்டுமுகம்

B. நடுமுனை பார்வைச் சோணைகள்: தேரையில் ஒரு சோடி முனைப்பான பார்வைச் சோணைகள் முதுகுப்புறத்திலே காணப்படுதல் ஒரு சிறப்பியல்பாகும். பார்வைச் சோணைகள் மணநுகர்ச்சிச் சோணைகளிலும் பார்க்க முனைப்பாக இருப்பதனால் தேரை மணநுகர்ச்சியிலும் பார்க்கக் கட்டினாலேயே அதிக அளவிற்கு தங்கியிருக்கிறது எனலாம், பார்வைச்சோணைகளின் விளிம்புகளை வயிற்றுப்புறத்திலும் பார்க்க முடிகின்றது.

காலுரு முனைத்திணிவு: நடுமுனையின் தளத்தில் முன்னோக்கி முன்முனைக்குச் செல்கின்ற ஒரு சோடி நரம்பு நார்ப்பட்டிகைகள் உண்டு. இவை காலுரு முனைத் திணிவுகள் எனப்படும்.

C: பின்முனை:

(i) மூளி: பின்முனையின் முற்பக்கத்தில் முதுகுப்புறமாக மூளி காணப்படும். தேரையின் மூளி நன்கு விருத்திபடைந்திருப்பதில்லை. அது ஒரு மெல்லிய குறுக்குப்பட்டிகையாகக் காணப்படுகின்றது. மூளியின் பருமன் குறைக்கப் பட்டதிருந்து தேரையின் தசைத்தொழிற்பாடு ஒப்பளவில் குறைக்கப்

பட்டிருப்பதை எடுத்துக் காட்டுகின்றது. மூளி முக்கியமாகச் சமநிலையைப் பேணுவதில் பங்குகொள்ளும்

- (ii) பிற்பக்கத் தோலுருப்பின்னல்: பின்முனையின் பிற்புறப்பாகத்தின் கூரையிலே காணப்படும்.
- (iii) நீள்வளைய மையவிழையம்: பின்முனையின் எஞ்சியபாகம் நீள்வளைய மைய விழையமாகும். அது பிற்பக்கமாக ஒடுகிசிச் சென்று முன்னுனுடன் தொடர்ச்சுற்றிருக்கும்.

அலகு 6

மனிதனின் மூளை

மனித உடலில் உள்ள மிகவும் பெரியதும் சிக்கலானதுமான நரம்பிழையத் திணிவு மூளையாகும்.

அமைவிடம்: மண்டையோட்டுக்குழி

மூளையின் நிறை: நிறைவுடலில் ஆணில்: — ஏறக்குறைய 1350 கிராம் (48.6 அவுன்ஸ்) நிறைவுடலில் பெண்ணில்: - 1250 கிராம் (44 அவுன்ஸ்)

கனவளவு: ஏறக்குறைய 1250 முதல் 2000 மி. மீ.

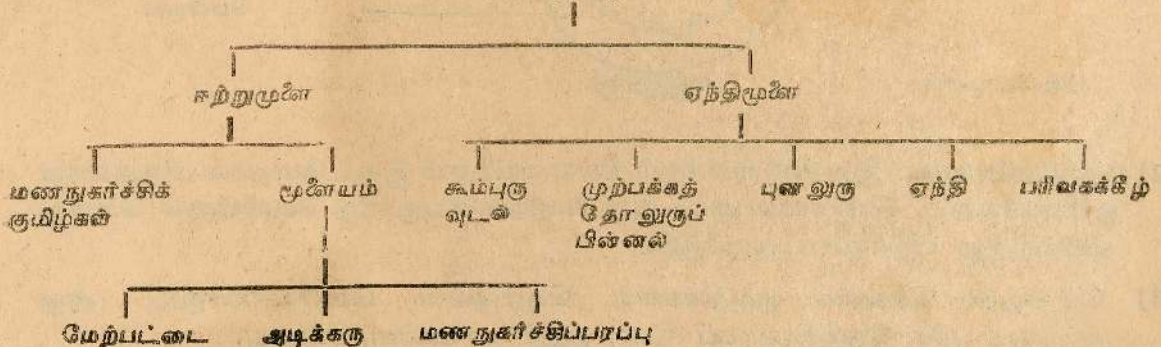
வளர்ச்சி: 5 வயதுவரை மிக விரைவான வளர்ச்சியைக் காட்டும். பின்னர் ஏறக்குறைய 20 வயதுக்குப் பின்பு வளர்ச்சி தடைப்படுகிறது. நன்கு வயது முதிர்ந்த நிலைகளில் படிப்படிபாக நிறை குறைகின்றது.

விருத்தி: ஏனைய முள்ளந்தண்டுள்ள விலகிகளுக்கிடப் போன்று நடைபெறும் புறத்தோற்படையிலிருந்து விருத்தியடைகின்றது.

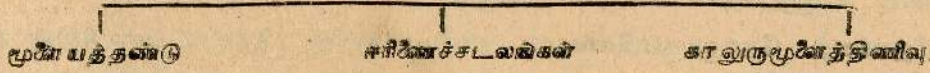
முதல் மூளையப்புடகங்களும் அவற்றிலிருந்து உற்பத்தியாகும் மாகங்களும்:

நிறைவுடலி நிலையில் மூன்று மூளையப்புடகங்களையும் தெளிவாக உடனே வேறுபிரித்தறிய முடியாது

(a) முன்மூளை



(b) நடுமுனை

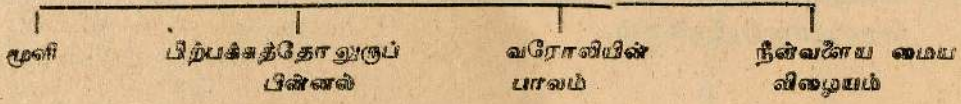


மூலையத்தண்டு

சரிணைச்சடலங்கள்

காலுருமுனைத்திணிவு

(c) பின்முனை



மூலி

பிற்பக்கத்தோலுருப்
பின்னல்

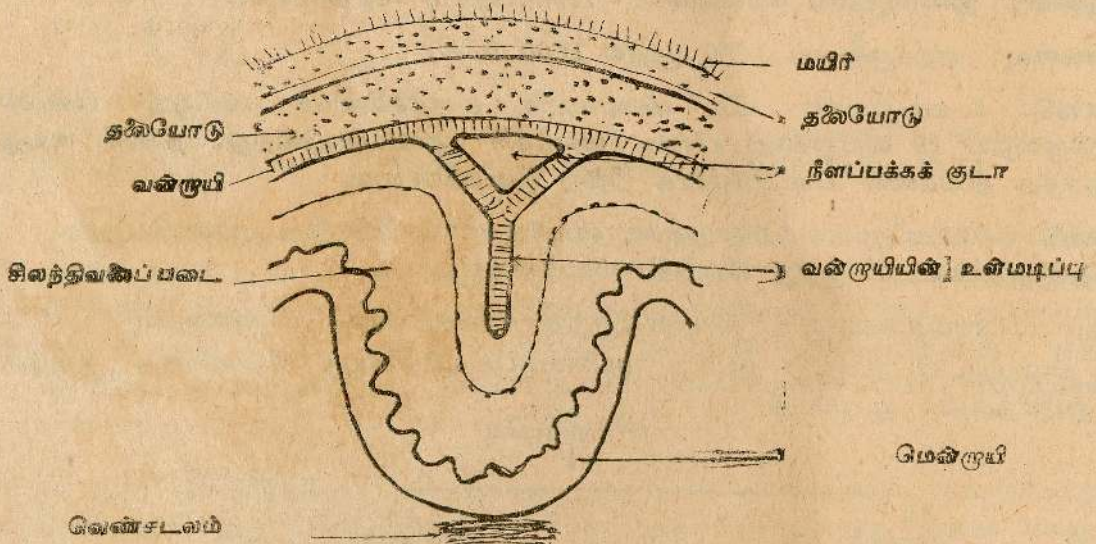
வரோலியின்
பாலம்

நின்வளைய மைய
விழையம்

மனிதனின் மூலையைச் சூழ்ந்துள்ள மூலையமென்சவ்வுகள்:

1. வெளிப்புறப்படையாகிய வன்ருயி
2. நடுவிலுள்ள சிலந்திவலைப்படை
3. உட்புறமாகவுள்ள மென்ருயி

(1) வன்ருயி: வலிமையான அடர்த்தி கூடிய நாரருவான மென்சவ்வாகும். கண்டையோட்டுக்குழியில் மூளைக்கு ஆதாரத்தையும் பாதுகாப்பையும் வழங்கும். மூலையைச் சரியான நிலையில் வைத்திருப்பதற்கும் உதவுகின்றது. வன்ருயியின் உட்புற மடிப்பு இதற்கு உதவும்.



(2) சிலந்திவலைப்படை: இது வன்ருயிக்கும் மென்ருயிக்கும் இடையேயுள்ள மிருதுவான ஒளிபுகக்கூடிய மென்சவ்வாகும். அது சிலந்திவலையுருக்கிற் வெளியினால் மென்ருயியிலிருந்து பிரிக்கப்பட்டிருக்கும்.

(3) மென்ருயி: மெல்லிய குருதிக்கலன் செறிவுள்ள மென்சவ்வாகும். அது மூலையை மிக நெருக்கமாகப் போர்த்துக் காணப்படுகின்றது.

மூலையமுண்ணான் பாய்பொருள்:

மூலைய மென்சலவுகளுக்கிடையேயுள்ள வெணிகளிலும் மூலையறைகளிலும் முண்ணானிலும் மூலையமுண்ணான் பாய்பொருள் காணப்படுகின்றது. இப்பாய்பொருள் தோலுருப்பின்விலும் சுரக்கப்படும்.

மூலைய முண்ணான் பாய்பொருளின் அமைப்பு:

1. ஒரு தெளிவான காரத்தன்மை வாய்ந்த பாய்பொருளாகும்.
2. காணப்படும் பொருள்கள்: நீர், கனியுப்புக்கள், குளுக்கோஸ், சூரதங்கள் (சிறிதளவு அலியுமினும், குளொடினிலும்) கிறியற்றினினும் யூறியரவும் (சிறிய அளவில்) காணப்படும்.

மூலைய முண்ணான் பாய்பொருளின் தொழில்கள்:

1. மூலையினதும் முண்ணானினதும் மிருதுவான பகுதிகளுக்குப் பாதுகாப்பும் ஆதாரமும் வழங்கும்.
2. மேற்கூறிய மிருதுவான கட்டமைப்புகளைச் சூழ்ந்து சீரான அழுக்கத்தை நிலை நிறுத்த உதவுகின்றது.
3. மூளைக்கும் முண்ணானுக்கும் மெதுமையான ஏற்படுத்துவதுடன் அதிர்ச்சிகளை உறிஞ்சுவதற்கும் உதவும்.
4. மூளைக்கும் முண்ணானுக்கும் பேசுணைப் பொருட்களைக் கடத்த உதவுதல்.
5. மூலையிலிருந்தும் முண்ணானிலிருந்தும் கழிவுப்பொருட்களை அகற்ற உதவுதல்.
6. மூலையையும் முண்ணானையும் சுரலிப்பாக வைத்திருக்க உதவுதல்.

மூலையின் கட்டமைப்பு:

(a) முன் மூளை: (i) சுற்றுமூளை:- சுற்று மூளையின் கணநுகர்ச்சிக் குமிழ்களும் மூலையவரைக் கோளங்களும் காணப்படுகின்றன.

(அ) மணநுகர்ச்சிச்சோனை:

கணநுகர்ச்சிக் குமிழ்கள் ஒப்பளவில் சிறியன; மூலையவரைக் கோளத்தின் வயிற்றுப்புறமாக ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் ஒவ்வொன்றாக அமைந்திருக்கும். இவை மணநுகர்ச்சி நரம்புகளைப் பெறும்.

(ii) மூலையவரைக்கோளங்கள்: மூளையின் மிகப்பெரிய பாகம் மூலையவரைக் கோளங்களாகும் (மூலையம்):

வடிவம்: நீள்வட்டமானது; தலையோட்டுக்குழியில் மேற்பகுதியை எடுக்கும்

மேற்புறம்: மூளையின் முழுமேற்புறமும் நரைநிறச் சட்டிப்பொருளாலான மேற்பட்டையையும் உட்புறமாக வெண்சட்டிப் பொருளையும் கொண்டிருக்கும்

பிளவுகளும் மடிப்புகளும்:

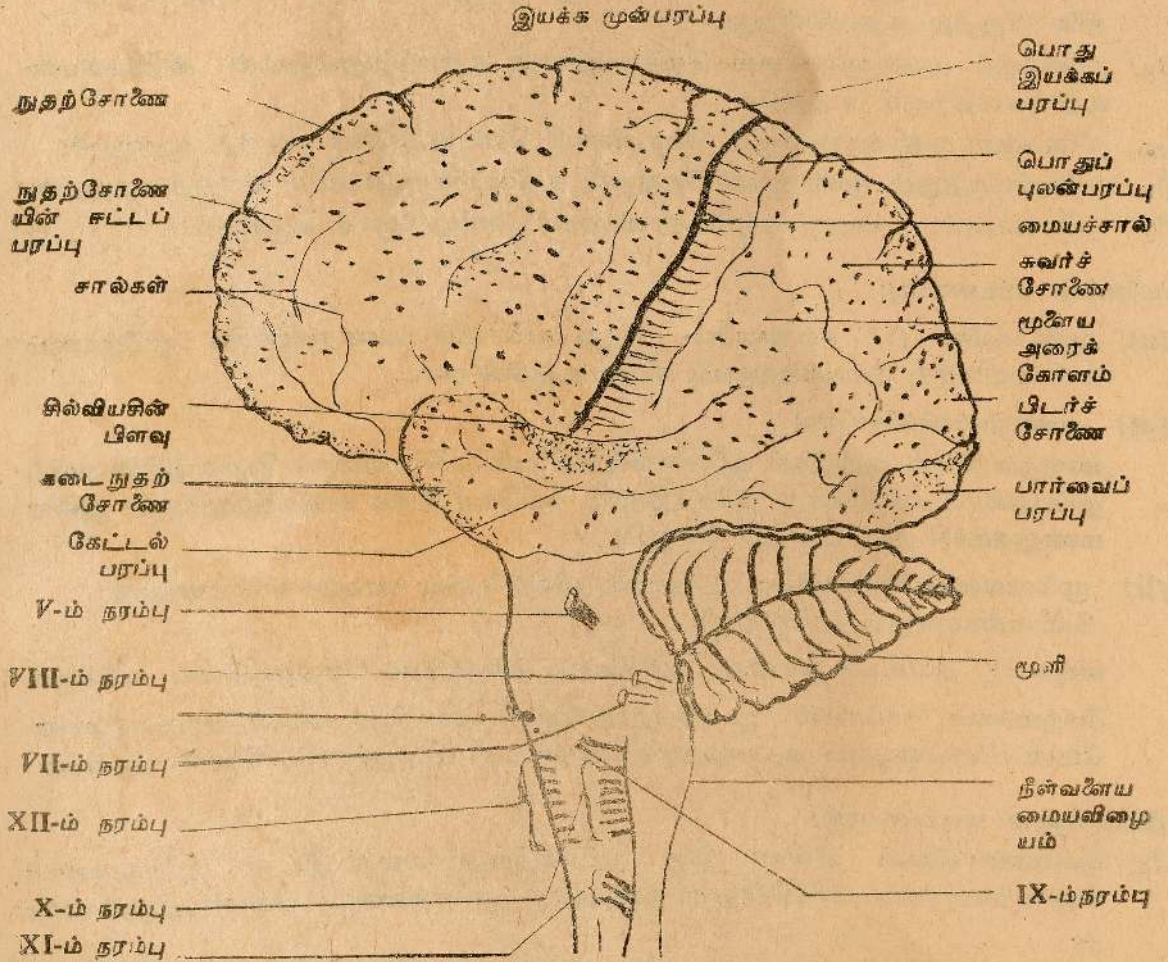
1. நீள்பக்கமூலையப் பிளவு: இது மூலையத்தை வலது இடது மூலையவரைக் கோளங்களாகப் பிரிக்கின்றது. ஒவ்வொரு மூலையவரைக் கோளத்திலும் பக்க

மூளையறை காணப்படும். மூளையவரைக் கோளங்கள் ஆழமான பகுதியில் வெண்கலம் (corpus callosum) எனப்படும் வெண் நரம்பு நார்ப்பட்டிகை யாக இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

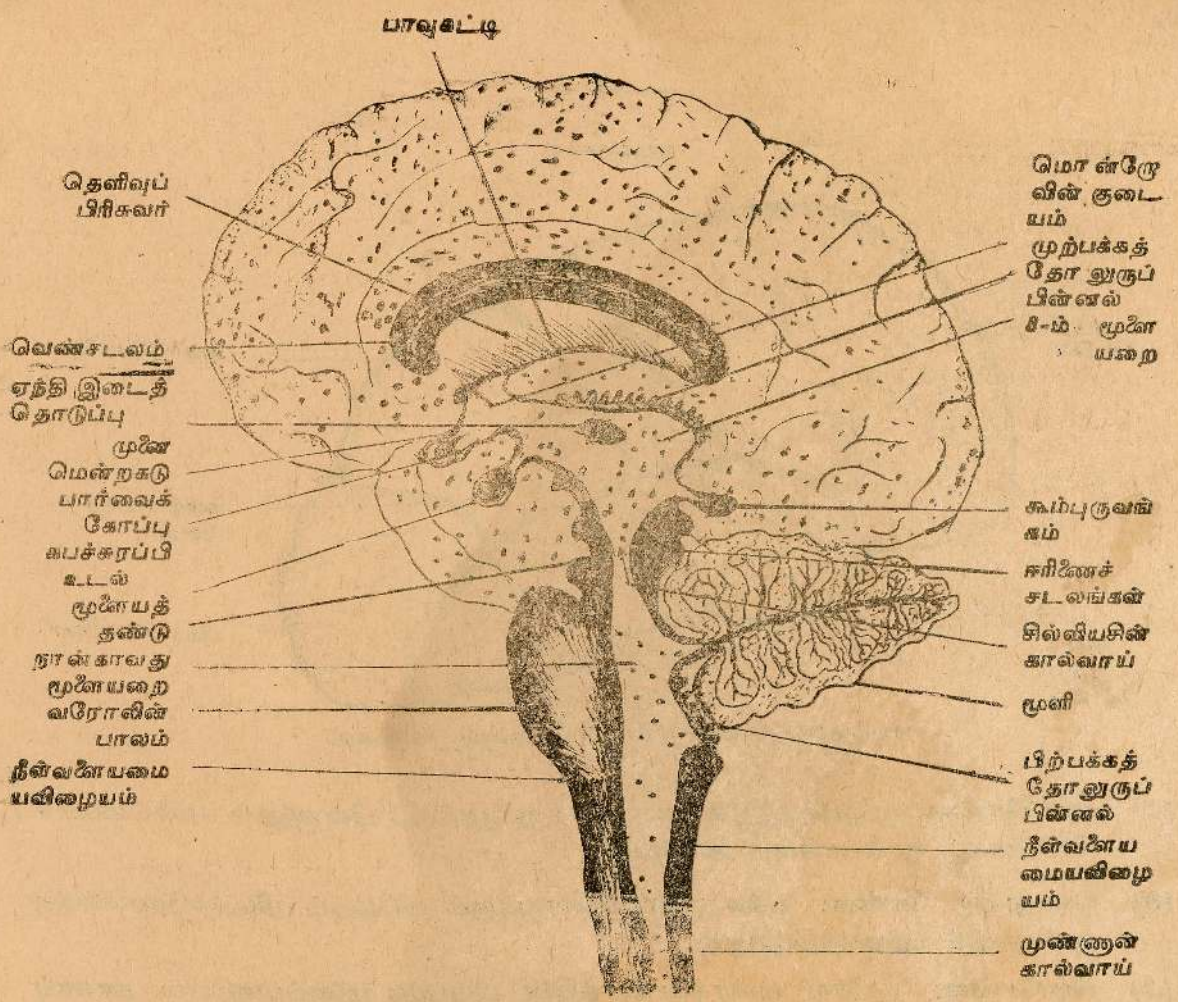
2. குறுக்குப் பிளவு: இது மூளிக்கும் மூளையத்திற்கும் இடையிலுள்ள பிளவாகும்
3. மையப்பிளவு அல்லது Rolando லின் பிளவு
4. பக்கமூளையப் பிளவு
5. சுவர்ப்பிடர்ப் பிளவு

மூளையத்தின் சோணைகள்: ஒவ்வொரு மூளைய அரைக்கோளத்திலும் பின்வரும் சோணைகள் காணப்படும்:-

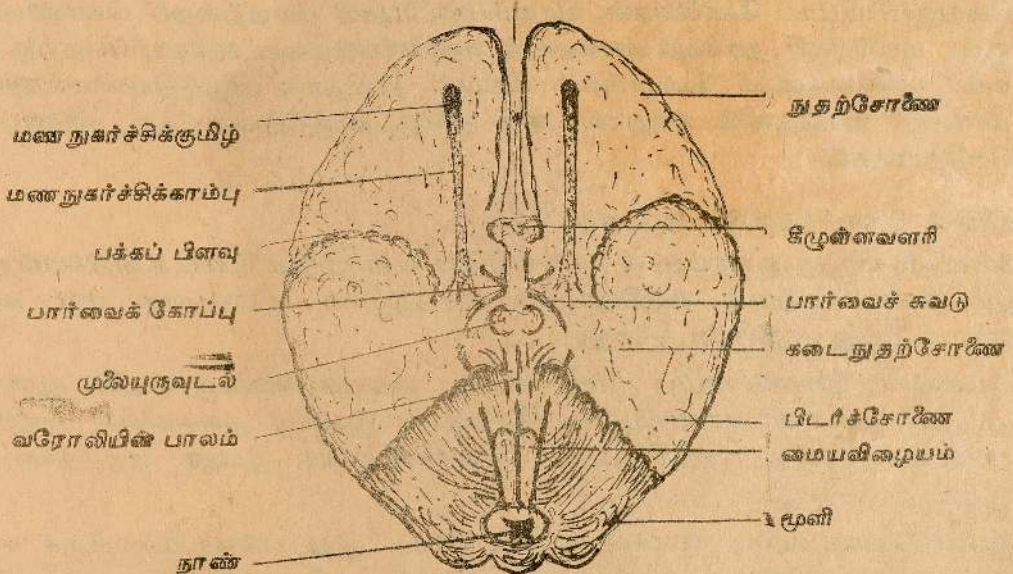
- (1) நுதற்சோணை: மையச்சாலுக்கு முன்னால் உள்ள மூளையத்தின் பகுதி. இதில் வழமையாக நான்கு மடிப்புகள் உண்டு.



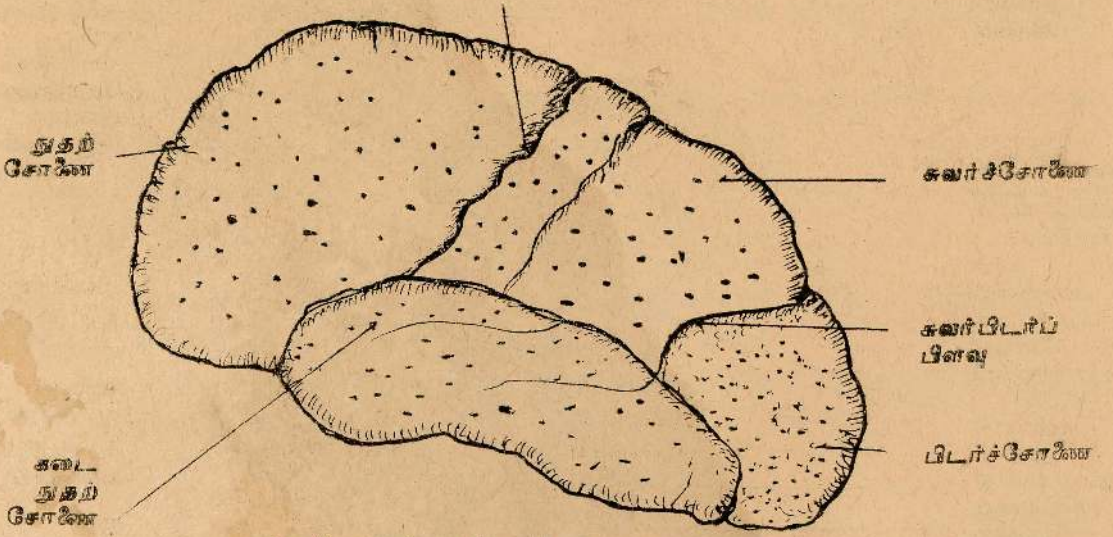
மனிதனின் மூளையின் பக்கத்தோற்றம்



மனிதனின் முனையின் நிலைக்குத்து வெட்டுமுகம்



மனிதனின் முனையின் கீழ்ப்புறம் மேற்பரப்பைக் காட்டும் படம். இதில் முனையம், மூளி, வரோலியின் பாலம், நீள்வகைய மையலிழையம், மணநுகர்ச்சிக்குமிழ் ஆகிய பகுதிகளைக் காண்க



மனிதனின் மூளையத்தின் சோணைகளும் சால்களும்

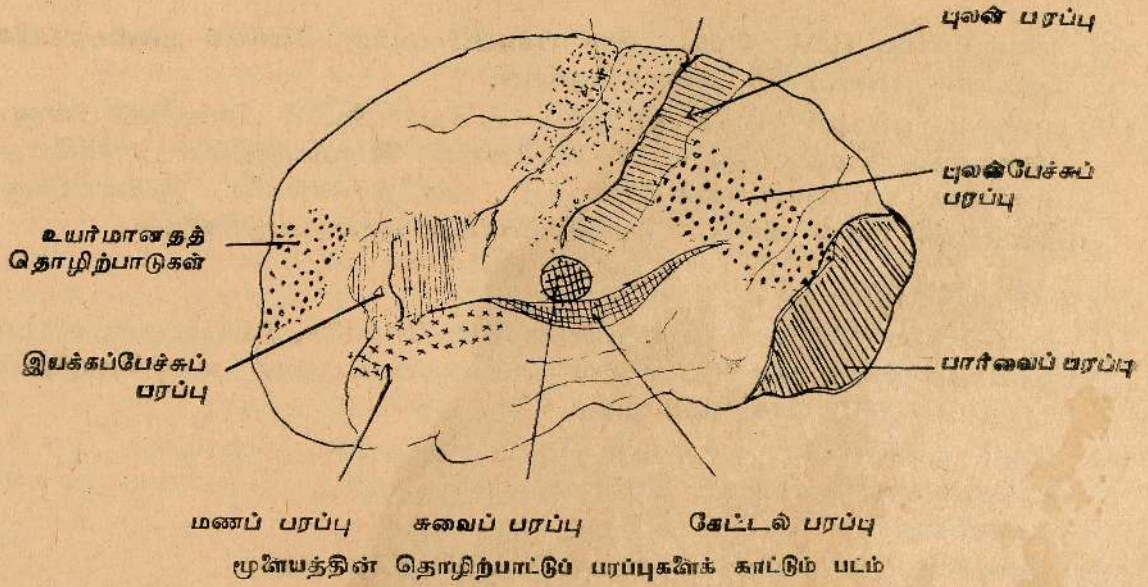
- (2) சுவர்ச்சோணை: முற்பக்கத்திலுள்ள மையச் சாலுக்குப் பின்னாலும் சுவர்ப்பிடர்ச் சோணைக்கு முன்பாகவும் அமைகும்;
- (3) கடைநுதல் சோணை: பக்க மூளையப்பிளவுக்குக் கீழேயும் பிடர்ச்சோணைக்கு முன்னாலும் அமைந்திருக்கும்.
- (3) பிடர்ச்சோணை: மூளைய வரைக்கோளத்தின் பிற்பக்க மூளையப்பகுதியில் காணப்படுகிறது.

மேற்குறிப்பிட்ட சோணைகள் யாவும் மடிப்புகள் பலவற்றைக் கொண்டிருக்கும். மடிப்புகள் நரம்புகள் கலங்களின் எண்ணிக்கையை அதிகாரிப்பதற்கு உதவும். மூளையவரைக்கோளங்கள் மிகவும் பெரிதாக விருத்தியடைவதற்குக் காரணம் யாதெனினும் புத்தாவரனும் நன்கு விருத்தியடைந்து காணப்படுவதேயாகும்.

மூளையத்தின் தொழிற்பாட்டில் பரப்புகள்:

பின்வரும் பிரதான பரப்புகள் மூளையத்தின் தொழிற்பாட்டைக் குறிக்கின்றன. எனினும் அவை முற்றாக அத்தொழிலை மாத்திரமே புரிகின்றன என கருத முடியாது என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

- (1) மையமுன் இயக்கப் பரப்பு (precentral): மையப்பிளவுக்கு உடல் முன்னால் நுதற்சோணையின் காணப்படுகிறது. இச்செயுள் இயங்கு தசைகளைச் சுருங்கத் தூண்டும். வலது புறத்திலுள்ள இயக்கப்பரப்பு இடது புறத்தசைகளை இயங்கச் செய்யும்.
- (2) இயக்கப்பேச்சுப் பரப்பு (motor speech area) இது பக்கப் பிளவுக்குச் சற்று மேலாக அமைந்துள்ள பரப்பாகும். பேச்சுத் தொடர்பான தசைகளைக் கட்டுப்படுத்தும்.



- (3) நுதல் பரப்பு அல்லது முன்பரப்பு: முன் இயக்கப் பரப்பிலிருந்து முற்பக்கமாக அமைந்திருக்கும் பரப்பு. ஏனைய விலங்குகளிலும் பார்க்க, மனிதனில் நன்கு விருத்தியடைந்துள்ளது. இப்பரப்பு மனிதனில் நடத்தை, இயல்பு, மனமுச்சி போன்ற பல உயர் மானதத் தொழிற்பாடுகளுக்குப் (mental activities) பொறுப்பாக இருக்கின்றது.
- (4) மையச்சால் முன்பரப்பு (புலன் பரப்பு): இது மையப்பிளவுக்குப் பின்னால் அமைந்துள்ள பரப்பாகும்: நோ, வெப்ப நிலை, அழுக்கம், தொடுகை, தசை அசைவுகளைப்பற்றி அறிதல், மூட்டுக்களின் தானம் போன்றவற்றை உணரும் பரப்பாகும்; வலது அரைக்கோளத்தின் புலன் பரப்பு உடலின் இடது பக்கத்திலிருந்து வரும் புலன்களை உணரும்.
- (5) சுவர்ப் பரப்பு (parietal area): சுவர்ச்சோணையில் பெரும் இடத்தை எடுக்கும் இப்பரப்பானது மையப்பின் பரப்புக்குப் பின்னால் காணப்படும். இப்பரப்பு பொருட்களின் சரியான அறிவைப் பெற்று வைத்திருப்பதுடன் தொடர்பு கொண்டிருக்கும்.
- (6) புலன்பேச்சுப் பரப்பு (sensory speech area): இது சுவர்ச்சோணையின் கீழ் பக்கத்தில் இருந்து கடைநுதல் சோணையினுள் செல்லும்; இங்கு, பேசப் பட்ட சொற்கள் உணரப்படும்.
- (7) கேட்டல் பரப்பு (auditory area): கடைநுதற் சோணையினுள்ளே பக்கப்பிளவுக்கு உடன் கீழே அமைந்துள்ளது; உட்காதிருந்து பெறப்படும் கணத் தாக்கங்களைப் பெற்று பொருள்கோடல் செய்கின்றது.
- (8) மணநுகர்ச்சிப் பரப்பு (olfactory area): கடைநுதற் சோணையினுள்ளே ஆழமாக அமைந்திருக்கும். மூக்கிலிருந்து மணநுகர்ச்சி நரம்புகளினால் கொண்டு செல்லப்படும் கணத்தாக்கங்களைப் பெற்று பொருள்கோடல் செய்கின்றது.

- (9) சுவைப் பரப்பு (taste area): இது பக்கப்பிளவுக்கு மேலாக ஞானபரப்பின் ஆழமான படைகளில் அமைந்திருக்கும்.
- (10) பார்வைப் பரப்பு (visual area): இப்பரப்பு சுவர்ப்பிளவுப் பிளவுக்கும் பின்னால் அமைந்திருக்கிறது; இது பிடர்ச்சோணையின் பெரும்பகுதியை எடுக்கிறது; பார்வை நரம்புகள் கண்ணிலிருந்து கணத்தாக்கங்களை இப்பரப்புக்குக் கடத்தும். இவை பின்னர் பொருள்கோடல் செய்வப்படுகின்றன;

மூளையத்தின் தொழில்கள்:

- (1) ஞாபகசக்தி, விவேகம், பொறுப்புணர்ச்சி, யோசனை, நியாயித்தல், கற்றல், நற்பண்பு உணர்வுகள் போன்றன சம்பந்தப்பட்டுள்ள மனத்தொழிற்பாடுகளுக்குப் பொறுப்பாக அமையும்.
- (2) புலன் உணர்ச்சிகளை உணர்தல்: நோ, வெப்பநிலை, தொடுகை போன்ற புலன்களையும், பார்வை, கேட்டல், சுவை, மணம் போன்றனவற்றையும் உணரக்கூடியது.
- (3) இச்சையுட் தசைகளின் சுருங்கலைக் கட்டுப்படுத்த உதவும்.
- (4) இச்சையின்றி நடைபெறும் பல உடல் இயக்கங்களைக் கட்டுப்படுத்தல்.

அடித்திரட்டுகள் (basal ganglia) அல்லது மூளைக்கருக்கள்

இவை மூளையத்தின் உள்ளே மிக ஆழமாக அமைந்திருக்கும் சோடியான நரைநிறச்சடப்பொருளின் திணிவுகளாகும். அடித்திரட்டுகள் வளிகுட்டுத்தசைகளின் தசைத்தொனியைக் கட்டுப்படுத்துவதாக நம்பப்படுகின்றது. இக்கட்டுப்பாடு சரியாக இராவிடில் தசைச் சுருக்கங்கள் ஒழுங்கற்றதாகவும் இயைபாக்க மற்றும் இருக்கும்.

முளையுரு உடல்கள் (mammillary bodies): இவை இரண்டு வட்டமான கருத்திணியுகளாகும். முளையுருவுடல்கள் மூன்றாம் மூளையறையின் தளத்திற்குக் கீழேயும் பார்வைக்கோப்புக்குப் பின்னாலும் அமைந்திருக்கின்றன. மூளையின் மணநுகர்ச்சிப் பரப்புகளிலிருந்தும் ஏறுபாதைகளிலிருந்தும் நார்கள் பெற்று ஏந்திக்கும் ஏனைய மூளையின் கருக்களுக்கும் நார்கள் அனுப்புகின்றன. அவை மணநுகர்ச்சி நார்களுக்கு அஞ்சல் நிலையங்களாக இருப்பதுடன் மணநுகர்ச்சித் தெறிப்புகளுடனும் தொடர்புபட்டிருக்கின்றன.

ஏந்திமுனை அல்லது துவிமுனை (thalamencephalon diencephalon)

இது ஒடுக்கமாகவும் சிறியதாகவும் காணப்படுகின்றது. ஏந்திமுனை மூளைய வரைக்கோளங்களை நடுமூளையுடன் இணைக்க உதவும்.

- (i) கூம்புருவங்கம்: முதுகுப்புற வளர்ச்சியாகக் காணப்படும்.
- (ii) முற்பக்கத் தோலுருப் பின்னல்: கூம்புருவங்கத்திற்கு முற்பக்கமாக அமைந்துள்ளது.
- (iii) கபச்சுரப்பியுடல்:- ஏந்திமுனையின் வயிற்றுப்புறத்தில் புனலுரு உற்பத்தியாகி கீழுள்ள வளரியுடன் இணைந்து கபச்சுரப்பியை உண்டாக்கும்; கபச்சுரப்பி ஓர் அகஞ்சுரக்கும் சுரப்பியாகத் தொழிற்படுகின்றது.

- (iv) ஏந்தி அல்லது பரிவகம் (thalamus): ஏந்தி மூளையின் பக்கங்கள் தடித்து நீள்வட்டமான கட்டமைப்பாகிய ஏந்தியாக அல்லது பரிவகமாக விருத்தியடையும்; மனிதனில் வெண்சடலத்திற்குக் கீழே மூளையவரைகி கோளங்களினுள்ளே நரம்புக்கலங்களின் திணிவாகக் காணப்படுகின்றது.

தொழில்:

நேர: வெப்பநிலை, அழுக்கம், தொடுகை போன்ற புலன் கணத்தாக்கங்களுடன் தொடர்புடைய உடலின் சுற்றயலிலிருக்கும் புலன் நரம்புகள் ஏந்திக்குச் செல்கின்றன. ஏந்தியில் இக்கணத்தாக்கங்களுக்குரிய பொருள் கோடல் செய்யப் படுகின்றபோதிலும் நுணுக்கமான பொருள்கோடல்கள் மூளையத்தின் புலன் பரப்பிலேயே நிகழ்கின்றது. ஏந்தியால் சில கணத்தாக்கங்கள் உட்செல்லவும் வேறு சிலவற்றைத் தடுக்கவும் முடிகின்றது.

(V) பரிவகக்கீழ் (hypothalamus)

ஏந்திக்குக் கீழே முற்புறமாக, கபச்சுரப்பிக்கு உடன் மேலே காணப்படுகின்றது; பரிவகக் கீழ் கபச்சுரப்பியின் பிற்பக்கச் சோணையுடன் நரம்புநார்களினாலும் முற்பக்கச் சோணையுடன் சிக்கலான குருதிக்கலன்களினாலும் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

பரிவகக்கீழின் தொழில்கள்:

- (1) கபச்சுரப்பியின் இரண்டு சோணைகளிலுமிருந்து ஒமோன்கள் விடுவிக்கப் படுவதைக் கட்டுப்படுத்தும் (விடுவிக்கும் காரணிகளைச் சுரந்து).
- (2) தண்ணாட்சி நரம்புத் தொகுதியைக் கட்டுப்படுத்துதல்; உதாரணமாக,
 - (a) பசியையும் தாகத்தையும் கட்டுப்படுத்தல்
 - (b) உடல் வெப்பநிலையைக் கட்டுப்படுத்தல்
 - (c) இதயத்தையும் குருதிக்கலன்களையும் கட்டுப்படுத்தல்;
 - (d) பாதுகாப்புக்குரிய உடல் தாக்கங்களைக் கட்டுப்படுத்தல்;
- (3) ADH அல்லது சிறுநீர்ப்பெருக்க எதிர்ப்பு ஒகோனையும் ஓட்சிரோசினையும் சுரத்தல். இவ்வோமோன்கள் கபச்சுரப்பியின் பிற்பக்கச் சோணையின் சேமிக்கப் படும.

6: பார்வைக் கோப்பு: ஏந்தி மூளையின் வயிற்றுப்புறத்தில் அமைந்திருக்கும்.

(B) நடுமூளை (mid brain):

மனிதனின் நடுமூளை ஒரு குறுகிய சுருக்கமான பகுதியாகும். அது வரலோயின் பாரைம், மூளி ஆகியவற்றை மூளையத்துடன் இணைக்கின்றது. நடுமூளையில் பின்வரும் பகுதிகளை வேறுபிரித்தறியலாம்:-

- (i) ஒரு சோடி மூளையத் தண்டுகள் (cerebral peduncles): இவை உருளை வடிவான உடல்களாகும். இப்பகுதி மூளையத்திலிருந்து கீழேயும் மேலேயும், செல்லும் நார்ச்சுவடுகளையும், கீழே மூளி, நீள்வளைய மைய விழையம், முண்ணுண் வரை செல்லுகின்ற நரம்புநாற் சுவடுகளையும் கொண்டிருக்கும்.

- (ii) சரிணைச் சடலங்கள் (corpora quadrigemina): (பார்வைச் சோணைகள்) நடுமூளையின் முதுகுப்புறத்தில் நான்கு வட்டமான பார்வைச் சோணைகள் உண்டு. இவை சரிணைச் சடலங்கள் எனப்படும்.
- (iii) காலுரு மூளைத்திணிவு (crura cerebri): வயிற்றுப்புறத்தில் காலுருமூளைத் திணிவு காணப்படும்; மனிதனின் காலுருமூளைத்திணியில் செங்கரு (red nucleus) எனப்படும். திரட்டுமையம் காணப்படும்; செங்கரு மனிதனின் அசைவுகளைக் கட்டுப்படுத்துவதுடன் உடலின் நிமிர்ந்த நிலையைப் பேணுவதற்கும் உதவுகின்றது.

நடுமூளையின் தொழில்கள்:

- (1) டிஸ்சை: இயக்கு கணத்தாக்கங்களைக் கட்டுத்துவதற்கு உதவும்;
- (2) கேட்டல். பார்வைத் தெறிவினைகளை இயைபாக்குவதற்கு உதவுகின்றது;

முள்ளந்தண்டுள்ள விலங்குகளின் நடுமூளையின் பருமனை ஒப்பளவில் நோக்கும் பொழுது அதாவது மீன்கள், அம்பிபியன்கள், நகருயிர்கள், பறவைகள் மூலையூட்டிகள் ஊடாக பருமனை நோக்கும் பொழுது அது படிப்படியாக பருமனில் குறைந்து செல்வதைக் காணக்கூடியதாயுள்ளது. அதேவேளையில் முன்மூளை மிகவும் பாரிய பருமனுடையதாக விருத்தியடைந்துள்ளதையும் காணலாம்.

(C) பின்மூளை: (hind brain):

மனிதனின் பின்மூளையில் (i) மூளி (ii) பிறக்கத் தோலுருப் பின்னல் (iii) வரோலியின் பாலம் (iv) நீள்வளைய மைய விழையம் ஆகியன விருத்தியடைகின்றன:

- (i) மூளி (cerebellum): வரோலியின் பாலத்திற்குப் பின்னாலும், மூளையத்தின் பிற்பக்கப் பகுதியின் உடன் கீழேயும் காணப்படும்; மண்டையோட்டுக் குழியின் கீழ்ப்பக்கத்தில் பிற்பக்கமாக அமைந்திருக்கும். மூளி நீள்வட்ட வடிவமானது; நடுப்பகுதி சுருங்கியும் மேலிருந்து கீழ்நோக்கித் தட்டையாக்கப்பட்டும் இருக்கும்; சுருங்கிய நடுப்பகுதி புழுவுரு (vermis) எனவும் பக்கங்கள் அரைக்கோளங்கள் எனவும் அழைக்கப்படும். ஒவ்வொரு பக்க அரைக்கோளமும் முற்பக்கச்சோணை பிற்பக்கச்சோணை எனப் பிரிக்கப்படும். மூளையின் வெளிப்புற மேற்பரப்பு நரைநிறச் சட்டப்பொருளாலும் உட்புறப்பகுதி வெண்சட்டப்பொருளாலும் ஆனது. மூளையின் மேற்பரப்பு பல சால்களால் அழுத்தமற்றதாக மாற்றப்பட்டிருக்கும்.

மூளி உயர்தண்டினுள் (superior peduncle) மூளையத்திலும், நடுத்தண்டினுள் வரோலியின் பாலத்துடனும், தாழ்த்தண்டினுள் நீள்வளைய மையவிழையத்துடனும் தொடுக்கப்பட்டிருக்கும். மூளையத்தின் இயக்க மையங்கள் தசைகள், அரைவட்டக்கால்வாய்கள் ஆகியவற்றிலிருந்து கணத்தாக்கங்களைப் பெற்றுப் பொருள்கோடல் செய்கின்றது.

மூளையின் தொழில்கள்:

- 1: இச்சையுட்ப் தசைகளின் அசைவுகளுடனும் உடற் சமநிலையுடனும் சம்பந்தம் பட்டுள்ளது.
- 2: பல்வேறுவகைத் தசைக்கூட்டங்களின் அசைவுகளின் இயைபாக்கத்திற்கும் அவற்றின் கட்டுப்பாட்டிற்கும் உதவுகின்றது.

தசைகளிலிருந்தும், மூட்டுக்களிலிருந்தும் பெறப்படும் கணத்தாக்கங்கள் முழுஉடல் தொடர்பாக அவற்றின் நிலையைச் சுட்டிக் காட்டும். காதிலிருந்தும் அரைவிட்டக் கால்வாய்களிலிருந்தும் பெறப்படும் கணத்தாக்கங்கள் தலையின் தானத்தைப் பற்றிய தகவல்களை வழங்கும்; மூளையிலே கரையங்கள் ஏற்படிவதன் தசைத்தொழிற்பாடுகள் இயைபாக்கப்படாது ஒழுங்கற்றதும் நுட்பமற்றதுமான அசைவுகள் ஏற்படும்.

(ii) பிற்பக்கத் தோலுருப் பின்னல்:

இதுவும் முற்பக்கத் தோலுருப் பின்னலை போன்று, மெல்லிய, குருதிக்கலன் செறிந்த, மூளையறையினுள் ஊடிநின்றுள்ள போர்வையாகும். மூளைக்குப் போசணையை வழங்குவதற்கு உதவும்.

(iii) வரோலியின் பாலம் (pons Varoli)

மூளைக்கு முன்னால் நடுமூளைக்கும் நீள்வளைய மையவிளையத்திற்கும் இடையில் அமைந்திருக்கும். வரோலியின் பாலத்தில் நரைநிறச் சடம்பொருளில் அங்குமிங்கும் செல்கின்ற வெண்ணிறக் குறுக்கு நரம்புநார்களும் காணப்படும். இத்தார்கள் மூளையின் இரண்டு அரைக்கோளங்களையும் இணைப்பதற்கு உதவும். நீளப்பக்க நரம்புநார்கள் நீள்வளைய மையவிளையத்தை மூளையத் துடன் தொடுக்கும்.

தொழில்:

மூளையின் இருபக்கங்களையும் இணைப்பதற்கும், நீள்வளைய மையவிழையத்தை மூளையத்துடன் இணைப்பதற்கும் உதவும்.

5வது அல்லது முப்பெருநரம்பு மேற்பக்க விவிம்பிலிருந்து உற்பத்தியாகும்:

(iv) நீள்வளைய மையவிழையம் (medulla oblongata): இது வரோலியின் பாலத்திலிருந்து முண்ணண்வரை செல்லும். கூம்பகம்போன்ற வடிவமுடையது மையவிழையம் ஏறத்தாள 2.5 செ. மீ. நீளமுடையது; வெளிப்புறமாக முண்ணனின் மேற்பக்கத்தை ஒத்திருக்கும்; ஆனால் உட்புறக் கட்டமைப்பு வேறுபட்டிருக்கும்.

நீள்வளைய மையவிழையத்தில் வெளிப்புறமாக வெண்சடம்பொருள் அல்லது நரம்புநார்களும், வயிற்றுப்புறமாக உட்புறத்தில் நரைநிறச் சடம்பொருள் அல்லது நரம்புக்கலங்களும் காணப்படும். இவற்றுட்கில முண்ணணிலிருந்து மூளையத்திற்கு செல்லும் புலன் நரம்புநார்களின் கணத்தாக்கங்களை அஞ்சல் செய்வதற்கு உதவும்; நீள்வளைய மையவிளையத்திலுள்ள கருக்கள் எனப்படும் கலக்கூட்டங்கள்

விருந்து பல மண்டையோட்டு நரம்புகள் உற்பத்தியாகின்றன; தண்ணீர் தெறிப்புத் தொழிற்பாடுகளுடன் தொடர்புள்ள முக்கிய நரம்புமையங்கள் ஆழமான பகுதிகளிலுண்டு; அவையாவன பின்வருமாறு:

1. இதய மையம் 2. சுவாசமையம் 3. கலனியக்கமையம் 4. வரந்தி, இருமல், தும்மல், விழுங்கல் போன்ற தெறிப்பு மையங்கள்.

நீள்வளைய மையவிழையத்தின் தொழில்கள்:

1. கூம்பகங்கள் குறுக்குவழியில் செல்லல்: மூளையத்தில் இயக்கப்பரப்பிலிருந்து கீழ்நோக்கிச் செல்லும் இயக்கநரம்புகள் ஒருபக்கத்திலுள்ளது மறுபக்கத்திற்குக் குறுக்காகச் செல்லும். எனவே மூளையத்தின் இடது பக்கம் உடலின் வலப்புறத்தையும் வலது பக்கம் இடதுப்புறத்தையும் கட்டுப்படுத்துகின்றது.
2. முண்ணணிலிருந்து மூளையத்திற்குச் செல்லும் புலனநரம்புகள் சில ஒருபக்கத்திலிருந்து மறுபக்கத்திற்கு குறுக்காகச் செல்லும்.
3. இதயத்துடிப்பைக் கட்டுப்படுத்தும். மையவிழையத்திலிருந்து உற்பத்தியாகும் பரிவு, பரபரிவு நரம்புகள் இதயத்தை அடைந்து அதன் துடிப்பைக் கட்டுப்படுத்தும். பரிவுநரம்புகள் இதயத்துடிப்பு வீதத்தை அதிகரிக்கவும், பரபரிவு நரம்புகள் எதிர்வினைவை ஏற்படுத்தவும் உதவும்.
4. சுவாசவீதத்தையும் ஆழத்தையும் கட்டுப்படுத்த உதவும்.
5. குருதிக்கலங்களின் விட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தும்.
6. இரைப்பையில் அலிவது சுவாசச் சுவட்டில் உறுத்தும் பதார்த்தங்கள் இருக்கும் பொழுது நரம்புக் கணத்தாக்கங்கள் நீள்வளைய மையவிழையத்தை அடைந்து தெறிப்பு மையங்களைத் தூண்டும்.

மூலையூட்டிகளின் மூளையின் விசேட சிறப்பியல்கள்:

- (1) பொதுவாக மூலையூட்டிகளின் மூளை பெரிதாக இருக்கும்.
- (2) மூளையவரைக்கோளங்கள் பருமனில் அதிகரித்து, சோனைகளையுடையதாக விருத்தியடைந்து காணப்படும்.
- (3) மூளையவரைக் கோளங்களின் மேற்பரப்பு அழுத்தமாக இராது பல சாலைகளால் மடிப்படைந்து இருத்தல். இது மூளையின் பருமன் அதிகரிப்பதன் விளைவாக ஏற்பட்டது.
- (4) மூளையவரைக் கோளங்களின் நுதற்சோனைகள் பருமனில் நன்கு அதிகரிப்பதன் விளைவாக மூளையத்தின் அச்சுமூலையில் எஞ்சிய பாகங்களுக்கு செங்குத்தாக அமைந்திருத்தல்.
- (5) வரி அலிவது கீற்றுச் சட்டலங்கள் பக்க மூளையமையின் தளத்திலே காணப்படும்.
- (6) மூளையத்தின் புலன் பரம்பும், இயக்கப்பரப்பும் சட்டப்பரப்புகளுடன் ஒப்பிடும் பொழுது படிப்படியாகக் குறைந்து செல்லல். மேற்பட்டைப் பரப்பின் பெரும்பகுதி சட்டத்துடன் (association) சம்பந்தப்பட்டிருக்கும்.

- (7) புத்தாவரணம் நன்கு விருத்தியடைந்திருத்தல்
 - (8) வெண்சட்டை (corpus callosum) மூளையவரைக் கோளங்கள் இரண்டையும் இணைத்திருத்தல்.
 - (9) மூளையின் மேற்பட்டை ஒப்பளவில் தடித்துக் காணப்படுதல்;
 - (10) முளையுட்டிகளில் புலன் ஒன்றிணைப்பு ஏந்தியின் பொறுப்பில் இவ்வாறு மூளையத்தில் அடைந்திருத்தல்; எனினும் ஏந்தி தொடர்ந்தும் இவ்வாறு புலன் ஒன்றிணைப்பில் பங்கு கொள்கின்றது.
 - (11) ஏந்தியில் வலையுருத்தொகுதி (reticulate system) எனப்படும் சிக்கலான, நரம்புக் கலங்களின் வலைவேலை உண்டு. வலையுருத்தொகுதி தூண்டல்கள் பெறப்படும்பொழுது மூளையின் ஏனைய பகுதிகளை தொழிற்பாடுடைய தாக்குவதுடன் மூளையை அருட்டுவதற்கும் உதவுவியும்;
- அமைதியான இருளான படுக்கை அறைகளில் இலகுவில் நித்திரை வருவதற்குக் காரணம் யாதெனில் அவ்வறையினுள் ஒப்பளவில் குறைவாகவே அருட்டல் தொகுதியைத் தூண்டும் தூண்டல்கள் செல்கின்றன. நித்திரைக் குளிகைகளில் பயன்படுத்தப்படும் பார்பிறுறேற்றுகள் (barbiturates) வலையுருத்தொகுதியைத் தடைசெய்வதனாலேயே ஆழ்ந்த நித்திரை உண்டாகின்றது என்பது குறிப்பிடத்தக்கது;
- (12) வலையுருத்தொகுதி கணத்தாக்கங்களின் ஒரு வடிகட்டியாகவும் பயன்படுகிறது; அது சில கணத்தாக்கங்களை மூளையத்திற்குச் செலவிடாது தடுக்கும். உதாரணமாக ஒரு காரியத்தில் லயித்திருக்கும் பொழுது வேறு தூண்டல்களுக்கு தூண்டற்பேறு காட்டாமை.
 - (13) நூயகசுத்தி நன்கு விருத்தியடைந்திருத்தல்: உயர் முளையுட்டிகளில் மூளை மூளையை பதிவுகளைச் சேமித்து தேவைப்படும் பொழுது அவற்றை நினைவுக்குக் கொண்டுவரும் திறனை உடையது;
 - (14) மூளை நன்கு விருத்தியடைந்து காணப்படும்;
 - (15) மூளை ஒப்பளவில் திண்மமானது; அதாவது மூளையறைகள் ஒடுக்கப்பட்டுள்ளன.

அலகு 7.

முண்ணாண் (spinal cord)

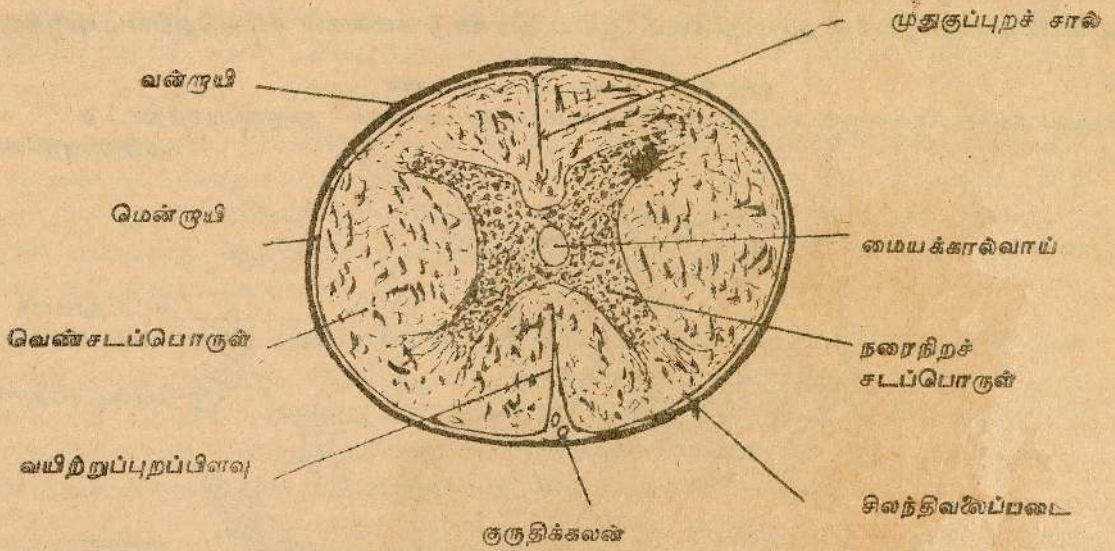
முண்ணாண் நீள்வளை மையவிழையத்திலிருந்து ஆரம்பித்து ஏறத்தாள முள்ளந்தண்டின் இறுதிவரை செல்லும் முண்ணாண் முள்ளந்தண்டுக் கால்வாயினுள் (நரம்புக்கால்வாய்) அமைந்திருக்கும்.

முண்ணாண் உண்டாகும். பொழுது நரம்புக் குழாயில் சுவர்கள் ஒரே தன்மையதாகத் தடிப்பதில்லை. அது வயிற்றுப்புறமாகவும், பக்கமாகவும் கூடுதலாகத் தடிப்படைகின்றது. நரம்புக்குழாய் உள்ளிடம் மையக் கால்வாயாகநினைத்திருக்கிறது. முதிர்ந்த விலங்கின் முண்ணாண் வயிற்றுப்பக்கத்தில் ஆழமான தவாளிப்பைக் கொண்டிருக்கும். இது வயிற்றுப்புறப் பிளவு எனப்படும். முதுகுப்புறத்திலுள்ள ஆழமற்ற தவாளிப்பு அல்லது பள்ளம் முதுகுப்புறப் பிளவு என்று அழைக்கப்படும். இது நரம்புக்குழாய் தோன்றும் பொழுது ஏற்பட்ட நரம்பு மடிப்புகள் இணைந்த இடத்தைக் குறிக்கும். தெத்திராப்பொட்டு (நாற்காலி) விலங்குகளில் புயப் பிரதேசத்திலும் முண்ணாண் சற்றுத் தடித்துக் காணப்படும். மேலும் முண்ணாண் முடிவடையும் இடத்தில் மிகவும் ஒடுங்கிக் காணப்படும். இது தவளை அல்லது தேரையில் முடிவிழை (filum terminale) எனவும், முனையுட்டிகளில் முடிக்கம்பு (filum terminale) எனவும் அழைக்கப்படும். முண்ணாணின் மையக்கால்வாய் நான்காவது மூளையறையுடன் தொடர்புற்றிருக்கும். மையக்கால்வாய் பிசிர் கொண்ட மேணியால் போர்க்கப்பட்டிருக்கும்.

முண்ணாண் இரண்டு நான்காவது மென்சவிகளினால் போர்க்கப்பட்டிருக்கும் அவையாவன: (i) வன்ருயி: தடித்தது, வெளிப்புறமாக உள்ளது. (ii) மென்ருயி: மெல்லியது; உட்புறமாக உள்ளது; முனையுட்டிகளில் மேற்குறிப்பிட்ட இரண்டு மென்சவிகளுக்குமிடையே சிலந்திவலைப்படை உண்டு.

முண்ணாணின் குறுக்குவெட்டுமுகத்தை அவதானிக்கும் பொழுது அது இரண்டு வகையான நரம்பிழையத்தால் ஆக்கப்பட்டிருப்பதைக் காணலாம்.

நடுப்பகுதியில் H - வடிவான நரைநிறச் சடப்பொருள் காணப்படும். நரைநிறச் சடப்பொருளைச் சூழ்ந்து வெண்ணிறச் சடப்பொருள் காணப்படும். நரைநிறச் சடப்பொருளில் நரம்புக் கலங்களின் கலவுடல்களும், வெண்ணிறச் சடப்பொருளில் வெளிக்காவு நரம்புமுனைகளும் உண்டு. மூளையில் நரைநிறச் சடப்பொருள் மேற்பரப்பிலும் வெண்சடப்பொருள் உட்பக்கத்திலும் காணப்படுவதும் முண்ணாணில் நிலைமை எதிர்மாறாகக் காணப்படுவதும் இங்கு குறிப்பிடத்தக்க அம்சமாகும். ஒவ்வொரு உடற்றுண்டத்தின் தொடர்பாகவும் முண்ணாணிலிருந்து ஒவ்வொரு சோடி முண்ணாண் நரம்புகள் உற்பத்தியாகின்றன; ஒவ்வொரு முண்ணாண் நரம்பும் இரண்டு வேர்களைக் கொண்டிருக்கும். அவையாவன: (1) முதுகுப்புறவேர் (2) வயிற்றுப்புறவேர்; மீன்களில் முதுகுப்புற வேரும் வயிற்றுப்புறவேரும் முள்ளந்தண்டுக்கு வெளியே இணைக்கின்றன. முனையுட்டிகளில்



ஒரு முலையுட்டியின் முண்ணணின் குறுக்குவெட்டுமுகம்

முள்ளந்தண்டுக் கால்வாய்க்குள்ளே இணைந்து, இரண்டு அடுத்துள்ள முள்ளந்தண்டெலிபுகளுக் கிடையேயுள்ள குடையத்தினூடாக வெளியேறுகின்றது.

மனிதனின் முண்ணணை மேற்கூறிய அமைப்பைக் கொண்டிருந்தபோதும் நிமிர்ந்த உடல் காரணமாகப் 'பாகங்களின் பெயரீடு, பின்வருமாறு அமையும்:-

முள்ளந்தண்டுள்ள விலங்கு (உம் தேரை)

1. முதுகுப்புறச்சாவி
2. வயிற்றுப்புறப்பிளவு
3. முதுகுப்புறவோர்த் திரட்டு
4. முதுகுப்புறக் கொம்பு (நரைநிற)
5. வயிற்றுப்புறக் கொம்பு
6. முதுகுப்புற வோர்
7. வயிற்றுப்புறவோர்

மனிதன்

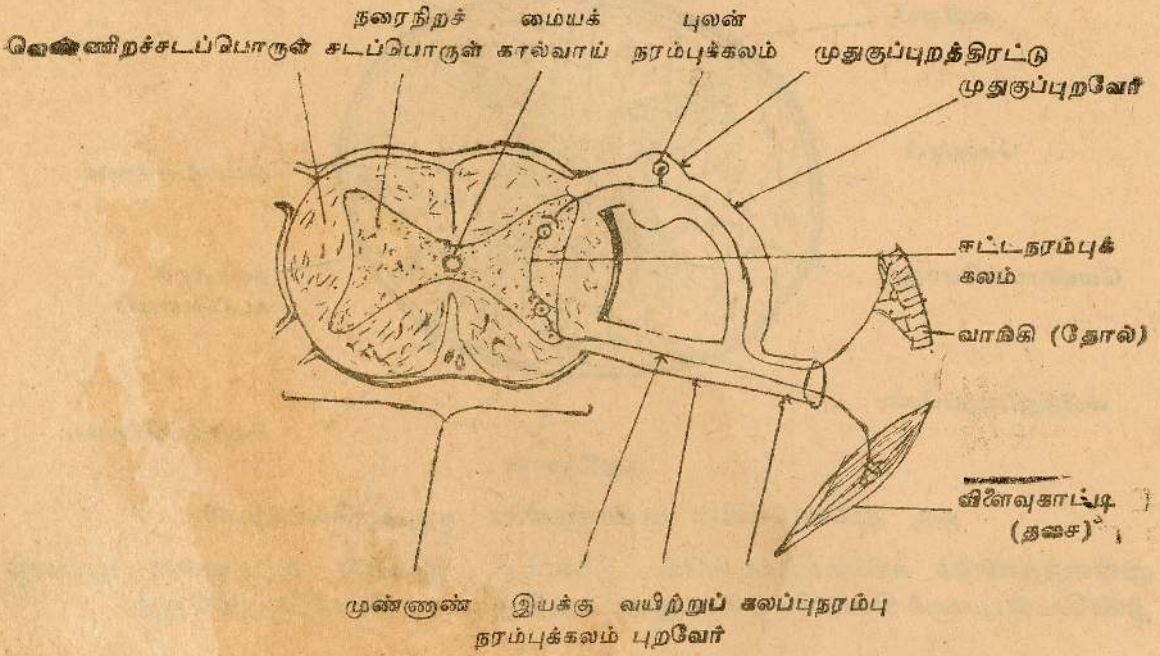
- பிற்பக்கச்சாவி
- முற்பக்கப்பிளவு
- பிற்பக்க வோர்த்திரட்டு.
- பிற்பக்கக் கொம்பு (posterior horn)
- முற்பக்கக் கொம்பு
- பிற்பக்க வோர்
- முற்பக்க வோர்.

முள்ளந்தண்டு விலங்குகளில் தெறிப்பு வில்லும் தெறி விளையும்
(Reflex Arc and Reflex Action in Vertebrates)

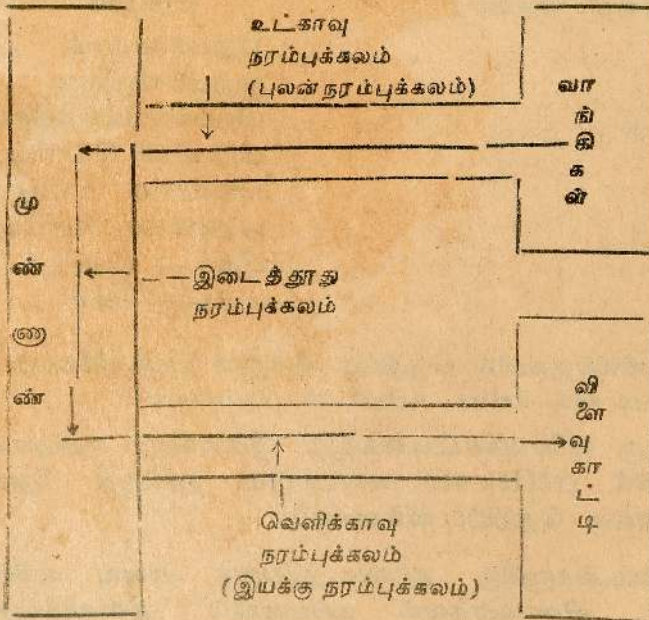
ஒரு வாங்கியையும் ஒரு விளைவுகாட்டியையும் இணைக்கும் எளிதான நரம்பு வழிப்பாதையே தெறிப்பு வில் (reflex arc) எனப்படும். நரம்புத் தொகுதியின் முக்கிய தொழிற்பாட்டு அங்கு தெறிப்பு விளைகும்.

தனித்துவமான தாண்டல்களுக்கு தாண்டற்பேராக அவை உண்டாக்கும் தெறிப்புகள் வழமையாக விரைவாகவும் ஒலிபளவில் தன்னிச்சையாகவும் நடைபெறும்.

முள்ளந்தண்டுள்ள விலங்குகளில் மிகவும் எளிதான தெறிப்புவிடில்லி புலன் நரம்புக்கலம்; இயக்கு நரம்புக்கலம் ஆகிய இரண்டு கலங்கள் சம்பந்தப்பட்டிருக்கும்



மொதுமைப்பாடடைந்த ஒரு தெறிப்பு வில்லின் கட்டமைப்பு



ஒரு தெறிப்பு வில்லின் பிரதான கூறுகளைக் காட்டும் வரைபடம்.

எனது தொழிற்பாடுகள் பல தெறிப்பு விற்களில் தங்கியுள்ளன. பெரும்பாலான தெறிப்பு விற்களில் மூளை சம்பந்தப்பட்டிருந்தபோதும் சில தெறிப்பு விற்களுக்கு முண்ணண் மட்டுமே பயன்படுத்தப்படும்.

முண்ணண் உரிய நிலையில் இருக்கத்தக்கதாக ஒரு விலங்கின் மூளையைச் சிதைத்த பின் அதன் நடத்தையையும் தெறிப்பு களையும் பரிசோதிக்க முடியும். இப் பரிசோதனை மூலம் விலங்கின் எச்செயல்கள் முண்ணண்ணினால் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன என்பதை அறியமுடியும். இத் தெறிப்புகள் முண்ணண் தெறிப்புகள் (spinal reflexes) எனப்படும்.

முண்ணண் நரம்பு ஒவ்வொன்றும் முண்ணண்ணுடன் வெவ்வேறான முதுகுப்புற வேரினாலும் வயிற்றுப்புற வேரினாலும் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். முதுகுப்புறவேரில் முதுகுப்புறத் திரட்டுக் காணப்படும். இதனில் புலன் நரம்புக் கலத்தின் கலவுடல் காணப்படுகின்றது. வயிற்றுப்புற வேரில் திரட்டு எதுவும் இல்லை. அதனூடாக இயக்க நரம்புக் கலத்தின் வெளிக்காவு நரம்பு மூளைகள் செல்லும்.

நரைநிறச் சடப்பொருளில் இடைத்தாது நரம்புக் கலங்களும் (intermediate neurons) இயக்க நரம்புக்கலங்களின் கலவுடல்களும் உண்டு. இடைத்தாது நரம்புக்கலம் புலன் நரம்புக்கலத்தையும் இயக்க நரம்புக்கலத்தையும் இணைப்பதற்கு உதவும். முண்ணண் நரம்பில் புலன் நரம்புநார்கள்வும் இயக்க நரம்பு நர்களும் காணப்படுகின்றனையால் அது கலப்பு நரம்பு எனப்படும்.

உதாரணங்கள்:—

(a) தேரையின் முண்ணண் தெறிப்பு விற்கள்:

(1) மடக்குத் தெறிப்பு (Flexor reflex)

மூளை சிதைக்கப்பட்ட ஒரு தேரையின் சாவணத்தின் உதவியினால் காலின் தேரையை நெறிக்கவும். அப்பொழுது தாண்டலின் செறிவைப் பொறுத்து அது காலைக் குறைவாக அல்லது கூடுதலாக இழுக்கின்றது;

(2) சொறியும் தெறிப்பு (Scratch reflex)

மூளை சிதைக்கப்பட்ட ஒரு தேரையின் முதுகின் ஒரு பக்கத்தில் பஞ்சில் அல்லது வடிதாளில் 5% அசெற்றிக்கமிலத்தை அவித்து ஐதரன் ஐதரோக் குளோரிக் கமிலத்தை நனைத்து வைக்கும்பொழுது அப்பக்கத்திலுள்ள காலை உயர்த்திச் சொறிவதற்கு அல்லது காலைத் தள்ளுவதற்கு முயற்சிப்பதை அவதானிக்க முடியும்.

(3) குறுக்கு நீட்டல் தெறிப்பு (crossed -extensor reflex)

மூளை சிதைக்கப்பட்ட ஒரு தேரையின் ஒரு காலை சற்று மடிக்கும் பொழுது மற்றைய காலை நீட்டப்படுவதைக் காணலாம். இத் தெறிப்பிலின்போது கால விரைவில் களைப்படையதால் இதை அவதானிப்பது கஸ்டமானதாகும்.

(b) மனிதனில் முண்ணண் தெறிப்பு விற்கள்:

மனிதனில் பல முண்ணண் தெறிப்பு விற்கள் உண்டு. இவற்றில் இரண்டு தெறிப்புகளை இலகுவாகச் செய்து காட்டமுடியும். அவைபாவன பின்வருமாறு:

(1) முழங்கால் உதறல் (knee jerk)

ஒருவர் வலது காலை இடது காலின்மேல் வைத்தபடி உட்கார்ந்திருக்கும்போது மூட்டுச் சில்லின் கீழுள்ள சிரையில் அடித்தால் காலை முன்னோக்கி ஆடும். இதில் நாரிப் பகுதியிலுள்ள முண்ணாண் சம்பந்தப்பட்டுள்ளது.

(2) கணுக்கால் உதறல் (ankle jerk)

ஒரு கதிரையில் முழங்காலில் இருந்து ஒரு பாதத்தை (foot) தளர்வாகத் தொங்க விடவும். பின்னர் தொங்கிக்கொண்டிருக்கும் பாதத்தின் பின்னாலுள்ள சிரையை அடிக்கும் பொழுது, பாதம் திடீரென நீட்டப்படுகின்றது. இத் தெறிப்பில் முண்ணாணின் திருவென்புரி பிரதேசம் பங்கெடுக்கின்றது.

(3) மடக்குத் தெறிப்பு (flexor reflex)

மிக வெப்பமுள்ள ஒரு பொருளை கைவிரலால் தொடும்பொழுது உடனே கையை முன்னங்கையில் மடித்து அவ் வெப்பமான பொருளிலிருந்து கையை எடுக்கின்றோம். அது போலவே குடான அல்லது கூரான பொருட் களில் கால்பட்டவுடன் உடனே காலை எடுக்கின்றோம். இவ்வாறு ஒரு தூண்டலைப் பெற்றவுடன் அவயவங்களைச் சடுதியாக மடித்தல் மடக்குத் தெறிப்பு என அழைக்கப்படும்.

இவ்வாறு இச்சைக்கு உட்படாது தன்னியக்கமாக நடைபெறும் தூண்டற் பேறுகள் தெறிவினைகள் (reflex actions) எனப்படும்.

தெறிப்பு விற்களினதும் தெறி வினைகளினதும் நன்மை யாதெனில் தூண்டலைப் பெறுவதற்கும் தூண்டற் பேறைக் காட்டுவதற்கும் எடுக்கப்படும் நேரம் மிகக் குறைவாக இருப்பதனால் உயிர் பிழைப்பதற்கு வாய்ப்புபெற்படு கின்றமையேயாகும்.

தெறிவில் ஏற்படும் முறை

ஒரு தெறிவினையில் பல நரம்புக்கலங்கள் ஈடுபடுகின்றன. முழங்கால் உதற வில் ஈடுபடும் நரம்புக்கலங்கள் மற்றைய தெறிவினைகளில் ஈடுபடும் நரம்புக் கலங்களின் தொகையிலும் குறைவெனக் கருதப்படுகிறது.

இவ்வுதாரணத்தை எடுத்துக் கொண்டால் தெறிவில் ஏற்படும் முறையை இவ்வகையில் விளங்கிக்கொள்ளலாம்.

(1) மூட்டுச் சில்லுக்குக் கீழிருக்கும் சிரையைத்தட்டும் பொழுது அதில் முடிவடையும் புலன் நரம்புக் கலத்தின் உட்காவு நரம்புமுனையில் கணத்தாக்கங்கள் ஏற்படும்;

(2) இக் கணத்தாக்கங்கள் உட்காவு நரம்புமுனையினூடாக புலன் நரம்புக் கலத்தின் கலவுடலை அடைந்து வெளிக்காவு நரம்பு முனையூடாக ஈட்ட நரம்புக் கலத்தை அடையும். புலன் நரம்புக்கலத்தின் கலவுடல் முண்ணாணின் வெளியே முதுகுப்பிற வேர்த்திரட்டில் இருக்கும். விளக்கத்திற்காக ஒரு புலன்நரம்புக் கலம் மாத் திரமே காட்டப்பட்டுள்ளது.

(3) ஈட்ட நரம்புக் கலம் நரைநிறச்சடப்பொருளில் அமைந்திருக்கும். அது புலன் நரம்புக்கலத்திலிருந்து கணத்தாக்கத்தைப் பெற்று இயக்க நரம்புக் கலத்துக்குக் கடத்தும்.

(4) இயக்க நரம்புக்கலத்தின் கலவுடல் நரைநிறச்சடப்பொருளில் காணப்படும், கணத்தாக்கங்கள் இக்கலத்தின் உட்காவு நரம்பு முனையினூடாகக் கலவுடலை அடைந்து பின்னர் வெளிக்காவு நரம்பு முனையினூடாக விளைவுகாட்டிக்குச் செல்லும். வெளிக்காவு நரம்புநார்கள் வயிற்றுப்புற வேரினூடாகவே வெளியேறுகின்றன.

(5) இந் நார்கள் கணத்தாங்கங்களை விளைவு காட்டியங்கமாகிய தொடைத் தசைகளுக்குக் கொண்டு செல்லுகின்றன.

(6) கணத் தாக்கங்களைப் பெற்றதும் தொடையின் முன்பக்கத்திலுள்ள தசைகள் சுருங்குகின்றன. அதேசமயம் தொடையின் பிற்பக்கத்திலுள்ள தசைகள் தளர்வடைகின்றன. இத் தசைகளின் சுருங்குவதிலும் தளர்விலும் முன்னங்கால் முன்னேக்கி உதறுகின்றது.

கணத்தாக்கத்தை ஒரு வாங்கியிலிருந்து விளைவு காட்டிக்குக் கொண்டுசெல்லும் நரம்புக் கலத் தொடர் தெறிப்பு வில் அல்லது தெறிவில் எனப்படும்.

தெறிவிளையில் முனையின் பங்கு.

சாதாரண ஒருவருக்கு முழங்காலின் கீழ் தட்டும்பொழுது அடிவிழுந்ததை உணருவது எப்படியெனில் முண்ணணினூடாகக் கணத்தாக்கம் தெறிவில்லில் செல்லும்போது முண்ணணிலுள்ள பிற நரம்புக் கலங்களினூடாக முனைக்குச் செல்கின்றமையே. முண்ணண் முனையிலிருந்து துண்டிக்கப்பட்டாலும் முன்னங்கால் உதறல் தாண்டற்பேறு நிகழ்கின்றது. ஆனால் முனையுடன் தொடர்பு இருக்கும் பொழுது முண்ணண் தெறிவினை திரிப்புடுத்தப்படலாம் அல்லது தெறிவினைகளைத் தடை செய்யவும் கூடும். உதாரணமாக கடும் சூடான தேநீர்க் கிண்ணத்தைத் தூக்கினால் தெறிவினைத் தாண்டற்பேறு கிண்ணத்தை விட்டுக் கையை எடுக்கச் செய்யத் துண்டியபோதும் தேநீரினதும் கிண்ணத்தினதும் பெறுமதி காரணமாக அதை ஓரிடத்தில் வைக்கும்வரை கையை விடாது பிடித்துக்கொள்கிறோம்.

முண்ணணின் தொழில்கள்

1. முண்ணண் பல தெறிவினைகளின் பைமகாத் தொழிற்படுகிறது.
2. முனைக்குறி புலன் கணத்தாக்கங்களையும், முனையிலிருந்து விளைவுகாட்டிகளுக்குச் செல்லும் இயக்கக் கணத்தாக்கங்களையும் கடத்துவதற்கு உதவும்.
3. முனையையும், முண்டத்துக்கும் அவயங்களுக்கும் விநியோகிக்கப்படும் முண்ணண் நரம்புகளையும் இணைக்கும் ஒரு தொடுப்பாக அமைகின்றது.

முண்ணண் தெறிவிற்களைப் பற்றிய பொது அம்சங்கள்:

1. ஒரு புலன் நரம்புக் கலத்திற்குத் கூடுதலாக ஒருபொழுதும் இருப்பதில்லை.
2. புலன் நரம்புக்கலத்தின் கலவுடல் எப்பொழுதும் முண்ணணுக்கு வெளியே முதுகுப்புற வேர்த்திரட்டிலி காணப்படும்.

3. புலன் நரம்புகளின் வெளிக்காவு நரம்புமூளை முதுகுமீதுற வேரினாடாகவே எப்பொழுதும் செல்லும்;

4. இயக்கு நரம்புக்கைங்களின் வெளிக்காவு நரம்பு மூளைகள் எப்பொழுதும் வயிற்றுப்புற வேரினாடாகவே வெளியேறும்;

மூளையின் தெறிவினை அல்லது மண்டையோட்டுத் தெறிவினை

முண்ணுணைப் போன்று மூளையும் பல தெறிவினைகளுக்கு மையமாக இருக்கின்றது. இத் தெறிவினைகளின் தெறிவிற்கள் மூளையினாடாகவே செல்கின்றன. இவற்றின் புலன் கணத்தாக்கங்களும் இயக்கக் கணத்தாக்கங்களும் மண்டையோட்டு நரம்புகளினாடாகச் செல்கின்றன. அது மட்டுமன்றி மூளையில் பல இடைத்தூது நரம்புக்கைகளும் உண்டு.

உதாரணம்: (1) கண்மடல் ஆசைவு (சிமிட்டல்): கண்ணினுள் ஏதாவது பொருள் விழும்போது கண்மடல் இச்சைக்கு அடங்காது சிமிட்டல்.
(2) பிரகாசமான ஒளியில் கண்ணை கருங்குதல்.

நிபந்தனைத் தெறிப்பு (conditioned reflex)

விலங்குகள் தங்கள் அனுபவங்களிலிருந்து புதுப்புதுத் தெறிவினைகளைப் பெற முடியுமென ருசிய விஞ்ஞானியாகிய இவான் பவ்லோவ் (Ivan Pavlov) என்பவர் காட்டியுள்ளார்.

பவ்லோவ் தமது பரிசோதனையில் ஒரு கூட்ட நாய்க்குட்டிகளை உபயோகித்தார். அவரின் நாய்க்குட்டிகள் உணவைக் கண்டதும் அல்லது மணத்ததும் உமிழ்நீரைச் சுரந்து தூண்டற்பேற்றைக் காட்டின. அவர் நாய்களுக்கு உணவை வழங்குமுன் மணிச்சத்தத்தை ஏற்படுத்திப் பழக்கி வந்தார். காலப் போக்கில் மணிச்சத்தத்தை ஏற்படுத்தி உணவை வழங்காதபோது உமிழ்நீர்ச்சுரப்பிகள் தொழிற்பட்டு உமிழ்நீரைச் சுரந்தன. மணிச்சத்தத்திற்கும் உமிழ்நீர் சுரத்தலுக்கும் எது வித சம்பந்தமுமில்லாத போதும் உமிழ்நீர் சுரக்கப்பட்டது. இதற்குக் காரணம் இயற்கையான உணவுத் தூண்டலுடன் வேறுபட்ட தூண்டலாகிய மணிச்சத்தத்தையும் தொடர்பு படுத்தியமையால் மணிச் சத்தம் கேட்கும்போது உணவு கிடைக்கும் என்பதால் உமிழ்நீர்ச்சுரப்பிகள் தூண்டப்படுகின்றன. மணியோசை சாதாரண நாயின் காதில் முடிவடையும் நரம்பு நார்களிலேயே கணத்தாக்கங்களை உண்டாக்குகின்றன. பவ்லோவின் பரிசோதனை நிபந்தனைகளில் இக் கணத்தாக்கங்கள் உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகளைத் தூண்டி உமிழ்நீரைச் சுரக்கச் செய்கின்றன; அதாவது கணத்தாக்கங்கள் புதிய பாதையில் செல்ல ஆரம்பித்துவிட்டன.

நிபந்தனைத் தெறிவினைகள் உண்டாக்கப்படும்போது கணத்தாக்கங்கள் செல்வதற்காக உண்டாகும் புதிய பாதைகள் மூளையிலேயே ஏற்படுகின்றன எனக் கருதப்படுகிறது; எனவே நிபந்தனைத் தெறிவினை தோற்றுவிக்கப்படுதலில் மூளை முக்கிய பங்கெடுக்கின்றது.

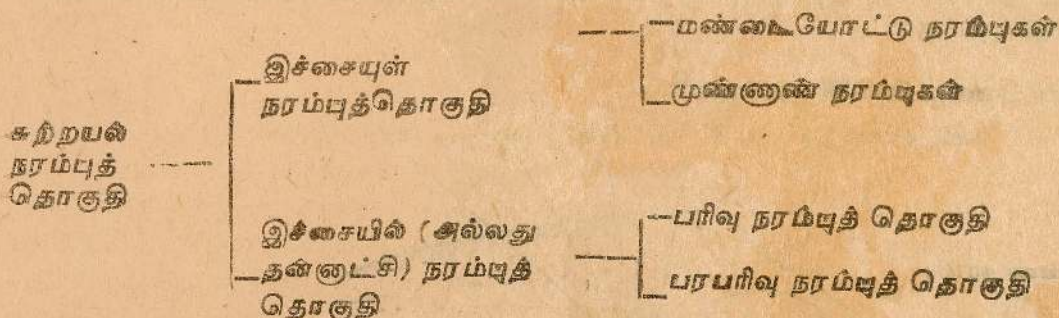
எனவே நிபந்தனைத் தெறிவினை எனப்படுவது, முன்னர் எதுவித தொடர்புமில்லாத ஒரு தூண்டலுக்கு தொடர்ச்சியான மீள்வலுஷ்ட்டலுக்கு உட்படுவதன் விளைவாக தூண்டற்பேற்றை ஏற்படுத்தலாகும்.

இவ் வாரூன நிபந்தனைத் தெறிவினைகளை உதாரணமாக, ஒடுதலை நெம்பு கோடுகளைத்தள்ளுதல், சுதவைத்திறத்தல், சிக்கலான உபாயங்களைச் செய்தல் போன்ற சிக்கலான முயற்சிகளை நிபந்தனைத் தெறிப்பிக்க ளாக்க முடியுமென்பதே பல்வேறு வகையான சுற்றல் செயல்முறைகளும் நிபந்தனைத் தெறிவினைகளிலுள்ளன. மனிதன் ஏனைய விஷங்களுக்கும் பார்க்க மிகக் கூடுதலான, சிக்கலான நிபந்தனைத் தெறிவினைகளைத் தேற்கொள்கின்றான்.

அலகு 8

சுற்றயல் நரம்புத் தொகுதி (Peripheral Nervous System)

மூளையையும் முண்ணனையும் தவிர்த்த நரம்புத் தொகுதியின் ஏனைய பகுதிகள் சுற்றயல் நரம்புத் தொகுதியில் உட்படுத்தப்படும். சுற்றயல் நரம்புத் தொகுதியின் பகுதிகள் பின்வருமாறு:



இச்சையுள் நரம்புத் தொகுதி (Voluntary N. S.)

இத் தொகுதியில் சுற்றயல் நரம்புகளாகிய மண்டையோட்டு நரம்புகளும் (cranial nerves) முண்ணண் நரம்புகளும் (spinal nerves) உட்படுத்தப்படும், மூளையிலிருந்து உற்பத்தியாகும் நரம்புகள் மண்டையோட்டு நரம்புகள் எனவும் முண்ணணிலிருந்து உற்பத்தியாகும் நரம்புகள் முண்ணண் நரம்புகள் எனவும் அழைக்கப்படும்.

மண்டையோட்டு நரம்புகள் :

மண்டையோட்டு நரம்புகள் மூளையிலிருந்து உற்பத்தியாகின்றன. இவற்றின் ஒழுங்கமைப்பிற் சற்று சிக்கலானது. இதற்குக் காரணம் பின்வருமாறு:

- (1) வயிற்றுப்பிற வேர்களும் முதுகுப்பிற வேர்களும் இணைவதில்லை; அவை நன்கு வேருக்கப்பட்டுக் காணப்படும்;
- (2) மூளையும், வேறு சிறப்படைந்த கட்டமைப்புகளும் உதாரணமாக; யுணைக்கிகளும் தாடைகளும் தலையில் விருத்தியடைந்திருத்தல்;

எனினும் முனைய விருத்தியை ஆராய்ந்தால் அவை துண்ட ஒழுங்கில் இருப்பதையும் ஒவ்வொரு துண்டத்திலும் ஒவ்வொரு சோடி மண்டையோட்டு நரம்புகள் செல்வதையும் காணலாம்.

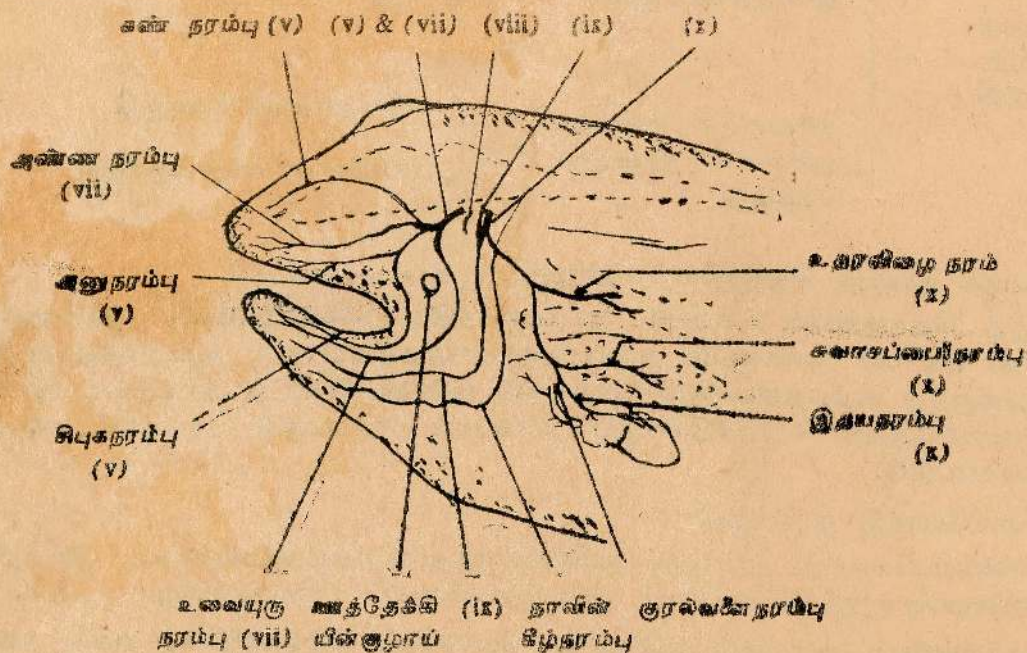
மண்டையோட்டு நரம்புகளின் எண்ணிக்கை:

மீன்கள், அரிபிபியன்கள், போன்ற ஆதிபரண முள்ளந்தண்டுள்ள விலங்குகளில் 10 கோடி மண்டையோட்டு நரம்புகளும் நகருயிர்கள், பறவைகள், முட்டையுடிகள் போன்றனவற்றில் 12 கோடி மண்டையோட்டு நரம்புகளும் காணப்படுகின்றன.

மண்டையோட்டு நரம்புகளின் வகைகள்:

1. புலன் நரம்புகள்: புலன் நரம்புநார்களை மாத்திரம் கொண்டுள்ள நரம்புகள் இவை கணத்தாக்கங்களை புலன் அங்கங்களிலிருந்து முனைக்கு எடுத்துச் செல்லும்.
2. இயக்க நரம்புகள்: இவை இயக்க நரம்பு நார்களை மாத்திரம் கொண்டிருக்கும். இவை கணத்தாக்கங்களை முனையிலிருந்து முன்னுணர்விலாடாக விளைவுகாட்டி அங்கங்களுக்குக் கொண்டு செல்லும்.
3. கலப்பு நரம்புகள்: இவை புலன் நரம்புநார்களையும் இயக்க நரம்புநார்களையும் கொண்டிருக்கும்.

தேரையின் மண்டையோட்டு நரம்புகள்:



தேரையின் மனையோட்டு நரம்புகள்:

நரம்புகளின் தொடர் எண்	நரம்பின் பெயர்	உற்பத்தி	விநியோகம்	S / M / MX
(I)	மணநுகர்ச்சி நரம்பு	மணநுகர்ச்சிச் சோணைகளின் முற்பக்கமுனை.	மூக்குக் குழியின் சிதமென்சவ்வு	S
(II)	பார்வை நரம்பு	துவிமூளையின் வயிற்றுப்புறம்.	கண்ணின் விழித்திரை	S
(III)	விழியியக்க நரம்பு	காலுரு மூளைத்திணிவு	கட்டைசைகள்	M
(IV)	கப்பியுரு நரம்பு	பார்வைச் சோணைகளுக்கும் மூளிக்கும் இடையில்	கட்டைசைகள் (உயர்சரிவுத்தசை)	M
(V)	மூப்பெரு நரம்பு	நீள்வளையமையவிழையத்தின் முற்பகுதி: வேரில் 8 சேரியின் திரட்டு உண்டு.		MX
	3 கிளைகள்:			
	(a) கண் நரம்பு	மூஞ்சையின் தோல்	
	(b) கன்ன நரம்பு	மேல் தாடையின் தோல், கண் கீழ்மடல்	
	(c) சிபுக நரம்பு	கீழ்தாடையின் தசை, தோல்	
(VI)	வெளிப்பக்கத் திரும்பு நரம்பு (Abducens)	நீள்வளையமையவிழையத்தின்வயிற்றுப்புறம்	வெளிகண் தேரித்தசை	M
(VII)	முக நரம்பு (Facial)	நீள்வளையமையவிழையத்தின் பக்கம் V வகுக்குப் பின்னால்		MX
	2 கிளைகள்:			
	(a) அண்ண நரம்பு (Palatine)	..	வாயின் சிதமென்சவ்வு	
	(b) உவையுருக் கீழ் நரம்பு (Hyomandibular)	..	உவையுருவின் தசைகள், கீழ்த்தாடையின் தசைகளும் தோலும்	
(VIII)	கேட்டல் நரம்பு (Auditory)	நீள்வளையமையமையவிழையத்தின் பக்கம்	கேட்டல் ஆங்கம்	S
(IX)	நாவுருத் தொண்டை நரம்பு (Glossopharyngeal)	கேட்டல் நரம்புக்குப் பின்னால்	நாக்கு, தொண்டை, உவையுரு	MX
(X)	ஆவையு நரம்பு (Vagus)	..	கிளைகள் (1) தோல் நரம்பு - தோல் (2) இதயநரம்பு - இசயம் (3) குரல்வளை நரம்பு - குரல்வளை (4) கவாசப்பைநரம்பு - கவாசப்பை (5) உதர நரம்பு - இரைப்பை	MX

மனிதனுடைய முலையுட்டிகளின் மண்டையோட்டு நரம்புகள்:

முலையுட்டிகளில் மனிதனுடைய மண்டையோட்டு நரம்புகளின் எண்ணிக்கை ஏழ் ஒழுங்கும் அடிப்படையில் ஒன்றேயாகும். முலையுட்டிகளில் பூக்களுக்குப் பதிலாக சுவாசப்பைகள் விருத்தியடைந்ததையும், சுவாசச்சுவடு, உணவுச்சுவடு ஆகியவற்றின் முற்பக்கங்களில் பல சிக்கலான கட்டமைப்புகள் தோன்றியதனாலும் முக்கிய வேறுபாடுகள் சில காணப்படுகின்றன. முதன் விளைவாக VII ம் IX ம், X ம் நரம்புகளின் விநியோகத்திடை திரிபுகள் ஏற்பட்டிருக்கின்றன. எல்லா மண்டையோட்டு நரம்புகளும் தலையில் அமைந்துள்ளபோதும் ஒரு நரம்பு அதாவது அலையுநரம்பு விதிவிலக்காக இருக்கிறது. மேலும் முலையுட்டிகளில் 12 சோடி மண்டையோட்டு நரம்புகள் காணப்படுகின்றன.

மனிதனின் மண்டையோட்டு நரம்புகள்:

தொடர் இல.	நரம்பின் பெயர்	வகை	கிளைகள்	வழங்கும் பாகம்
(I)	மணநுகர்ச்சி நரம்பு	S	—	மணநுகர்ச்சி அங்கம் / குமிழ்
(II)	பார்வை நரம்பு	I	—	விழித்திரை
(III)	விழியைக்க நரம்பு	M	4	உயர் சரிவுத்தசையைத் தவிர்த்த ஏனைய கட்டதசைகள்
(VI)	சுப்பியுரு நரம்பு	M		உயர் சரிவுக் கட்டதசை
(V)	முப்பெரு நரம்பு (மிகப் பெரியது)	MX	(a) கண் நரம்பு (S) (b) அனு நரம்பு (S) (c) சிபுக நரம்பு (MX)	கண் கண், கீழ்மடல், நெற்றி, மேல் உதடு, முக, மேல்தாடைப் பற்கள், மூக்கு, கன்னம், காதுச்சோணை கீழ்உதடு, முகத்தின் கீழ்ப்பகுதி, கீழ்த்தாடைப் பற்கள், முக, நாக்கின் முற்பக்கச் சீதமென்சவ்வு.
(VI)	வெளிப்பக்கத் திரும்பு நரம்பு	M	—	கண்ணின் பக்க நேரித்தசை
(VII)	முக நரம்பு	MX		நாக்கு, முகத்தசை
(VIII)	செட்டல் நரம்பு	S	—	செவி

தொடர் இல.	நரம்பின் பெயர்	வகை	கிளைகள்	வழங்கும் பாகம்
(X)	நாவுருத் தொண்டை நரம்பு	MX	—	கன்ன உமிழ்நீர்ச்சுரப்பிகள், நாவின் பிற்பக்கம், தொண்டை
(X)	அலையு நரம்பு	MX		தொண்டை, குரல்வளை, வாத னுளி, இதயம், பெரிய நாடிகள், நாளங்கள், களம், இரைப்பை, சிறுகுடல், சதைபி, சுரல், மண்ணீரல், ஏறுகுடற்குறை, சிறுநீரகங்கள்.
(XI)	துணை நரம்பு (Accessory)	M	(a) உட்புறக் கிளை (b) வெளிப்புறக் கிளை	தொண்டை, குரல்வளை தலையோட்டினுள் சென்று பின்னர் வெளியேறி மார்புப்பட்டை மறைமுடியுருத் தசைக்கும் சரிவகத் தசைக்கும் செல்லும்.
(XII)	நாவின் கீழ் நரம்பு (Hypoglossal)	M	—	நாக்குத் தசைகளை, உவையுரு எஃபு

முண்ணுண் நரம்புகள்

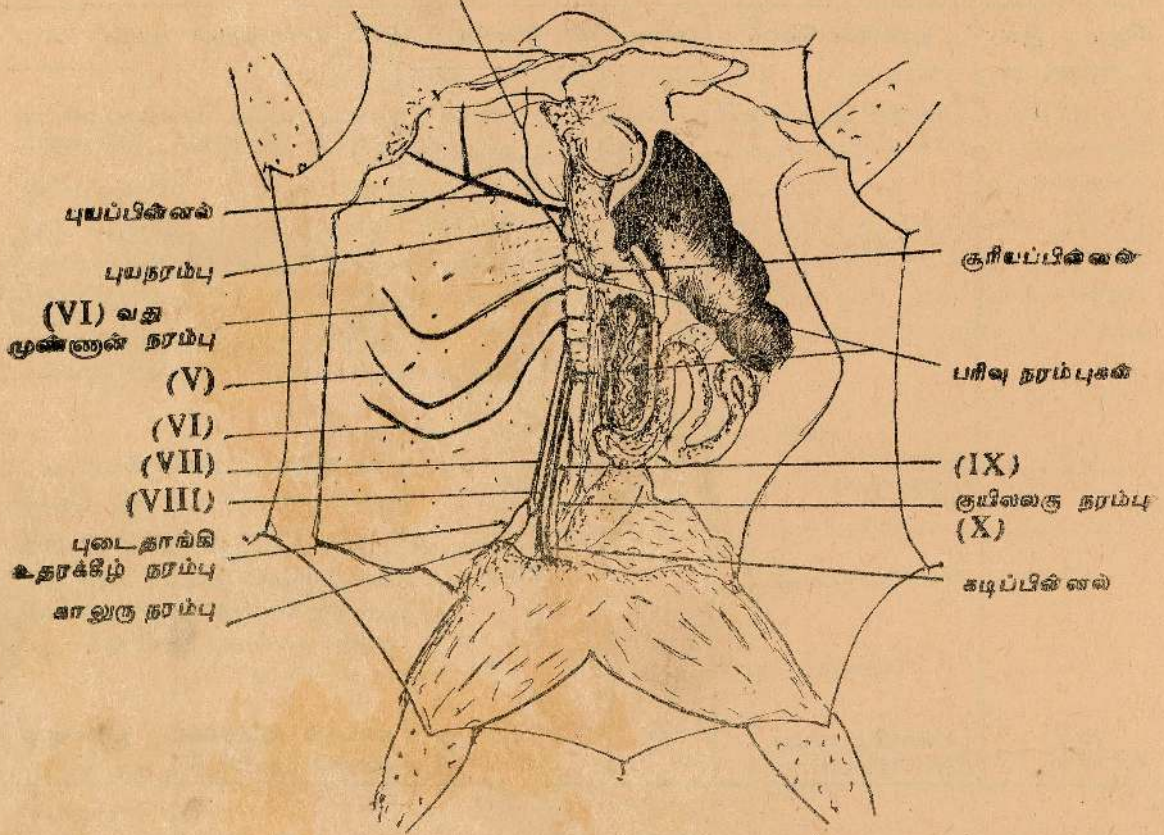
முண்ணுணிலிருந்து உற்பத்தியாகும் நரம்புகள் முண்ணுண் நரம்புகள் (Spinal nerves) எனப்படும்.

தேரையின் முண்ணுண் நரம்புகள்

தேரையில் 10 சோடி முண்ணுண் நரம்புகள் காணப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு முண்ணுண் நரம்பும் முதலுப்புறவேர் (அல்லது பிற்பக்கவேர்), வயிற்றுப்புறவேர் (அல்லது முற்பக்கவேர்) என்னும் இரண்டு வேர்களாக முண்ணுணிலிருந்து உற்பத்தியாகும். இவ்வேர்கள் பின்னர் இணைந்து முள்ளந்தண்டென்பிடைக் குடைவத்தினூடாக வெளியேறுகின்றன.

முதல் 9 சோடி முண்ணுண் நரம்புகளும் முள்ளந்தண்டின் ஒவ்வொரு பக்கத்திலுமிருந்து முள்ளந்தண்டெலும்புகளுக்குச் சற்றுப் பின்னால் வெளியேறுகின்றன. 10 வது சோடி நரம்புகள் வால்தம்பத்தின் இரு பக்கங்களிலுமுள்ள குடையங்களினூடாக வெளியேறுகின்றன.

நாவின் கீழ்நரம்பு



தேரையின் முண்ணாள் நரம்புகள்:

நரம்பின் பெயர்	உற்பத்தி	வழங்கும் பாகம்	விசேஷ குறிப்பு
1. நாவின் கீழ்நரம்பு (hypoglossal)	அத்திலைக்கும் 2 வது முள்ளந்தண்டென்புக்கும் இடையில்	தோல், உண்புரு, நா	
2. புய நரம்பு (brachial)	2 வது முள்ளந்தண்டென்புக்குப் பின்னால்	புயத் தசைகள், காக்கை யலகுரு. சிறு காலித் தசைகள்	இது 1ம், 3ம் முண்ணாள் நரம்புகளிலிருந்து கிளைகளைப் பெற்று புயப்பிணை லைத் தோற்றுவிக்கும்.
3. மூன்றாம் முண்ணாள் நரம்பு	3 ம் முள்ளந்தண்டென்புக்குப் பின்னால்	அப்பகுதி வயிற்றுத்தசைகள், தோல்	புயப்பிணை லைத் தோற்றுவிக்க ஒரு கிளையை வழங்கும்.
4. 4 ம், 5 ம், 6 ம் முண்ணாள் நரம்புகள்	முறையே 4ம், 5ம், 6ம் முள்ளந்தண்டென்புக்குப் பின்னால்	வயிற்றுத் தசைகள், தோல்	

நரம்பின் பெயர்	உற்பத்தி	வழங்கும் பாகம்	விசேட குறிப்புகள்
5. 7ம், 8ம், 9ம் முண்ணாண் நரம்புகள்	முறையே 7ம், 8ம், 9ம் முள்ளந்தண்டுடன் கழுத்துப் பிண்ணால்	வயிற்றுத் தசைகள், தோல், பின்னவயவத் தசை, தோல்	இவை 10வது நரம்பின் கிளையுடன் சேர்ந்து கடிப்பின்னைத் தோற்றுவிக்கும்.
(a) புடைதாங்கி உதரகி கீழ்நரம்பு (Iliohypogastric)	7வது நரம்பு 8வது நரம்புடன் இணைவதற்குமுன் தோன்றும்	தசை, தோல்	—
(b) காலுரு நரம்பு	8ம் நரம்பின் கிளை	தொடைத் தசைகள், தோல்.	—
6. குயிலைகு நரம்பு அவ்வது 10வது முண்ணாண்நரம்பு	வாந்தம்பத்தின் பக்கத்திலுள்ள குடையங்களுடாக வெளிவரும் சுறிய நரம்பு	வாற்பகுதிக்கு வழங்கும் தோற்றை, கழியறை முதலியன.	இதன் ஒரு கிளை கடிப்பின்னலுக்குச் செல்லும்.

மனிதனின் முண்ணாண் நரம்புகள்

மனிதனில் 31 சோடி முண்ணாண் நரம்புகள் உண்டு. அடுத்தள்ள முள்ளந்தண்டென்புகளுக்கு இடையிலுள்ள முள்ளந்தண்டுக் குடையங்களினூடாக முள்ளந்தண்டுக் கால்வாயிலிருந்து வெளியேறும். அவை அமைந்துள்ள முள்ளந்தண்டென்புகளின் தொடர்பாக பெயரிடப்படுகின்றன. அவையாவன பின்வருமாறு:

- (1) கழுத்து நரம்புகள் — 8 சோடி
- (2) நெஞ்சறை நரம்புகள் — 12 சோடி
- (3) நாரி நரம்புகள் — 5 சோடி
- (4) திருவென்பு நரம்புகள் — 5 சோடி
- (5) குயிலைகு நரம்புகள் — 1 சோடி

முண்ணாண் நரம்புகள் ஒவ்வொன்றினதும் முற்பக்க நரம்புவேர் இயக்க நரம்புநார்க்கையும் பிற்பக்க நரம்புவேர் புணை நரம்புநார்க்கையும் கொண்டிருக்கும். நரம்புவேர்களில் மென்ருயிக் கவசம் காணப்படுவதில்லை.

மனிதனின் முண்ணாண் நரம்புகளில் 5 வகைப்பிணைகள் காணப்படும்; அவையாவன:

- | | |
|-----------------------|---------------------------|
| (1) கழுத்து வகைப்பிணை | (4) திருவென்புப் பிணை |
| (2) புயப்பிணை | (5) குயிலைகுக்குரிய பிணை. |
| (3) நாரிப் பிணை | |

தன்னாட்சி நரம்புத்தொகுதி

அங்கியின் இச்சைக்கு உட்படாது உடலின் சில பாகங்கள் சுயமாகவே இயங்குகின்றன. இவற்றின் தொழிற்பாடுகள் தன்னாட்சி நரம்புத் தொகுதியால் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. உதாரணமாக இதயம், சினை சுரப்பிகள், சமீபாட்டுக் கவட்டின் கழமழப்புத் தசைகள், சுவாசத் தொகுதி, இனம்பெருக்கத் தொகுதி போன்றவற்றில் தன்னாட்சி நரம்புகளே செல்கின்றன.

தன்னாட்சி நரம்புப் பாதைகள் ஒன்றுக்குப் பதிலாக இரண்டு இயங்கு நரம்புக் கலங்கள் வைத்திருப்பதில் சாதாரண உடலினரம்புப் பாதையிலிருந்து (Somatic nerve pathway) வேறுபடுகின்றது. தன்னாட்சி நரம்புத் தொழிற்பாடுகள் மூளையத்திற்கு கீழுள்ள மூளையின் பகுதியால் ஆரம்பித்து வைக்கப்படுகின்றன. அதாவது தூண்டல்கள் விலங்கின் இச்சைக்கு உட்படாதன. ஆனால் ஏற்படும் தூண்டற்பேறுகளின் விளைவுகளை விலங்கு உணரக்கூடியதாக இருக்கலாம். உதாரணமாக இதயத்துடிப்பு அதிகரிப்பு.

தன்னாட்சி நரம்புத் தொகுதியின் பகுதிகள்:

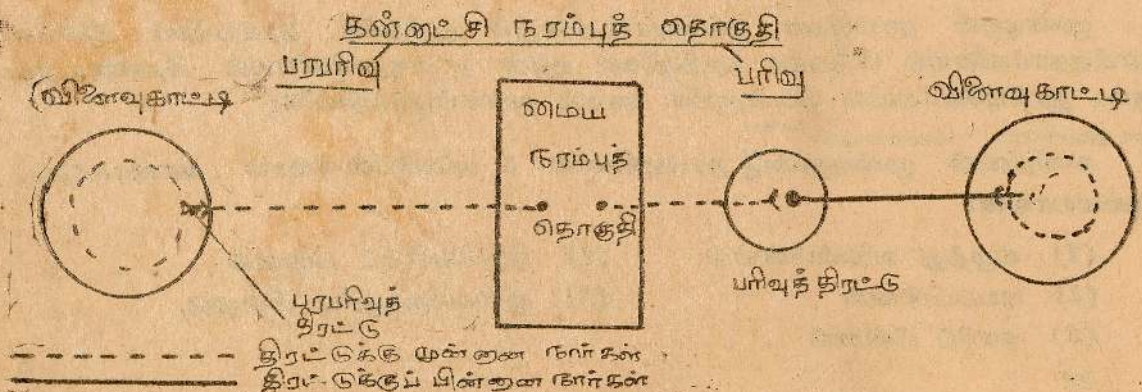
தன்னாட்சி நரம்புத்தொகுதி இரு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்படும். அவையாவன பின்வருமாறு:

- (1) பரிவு நரம்புத்தொகுதி
- (2) பரபரிவு நரம்புத்தொகுதி

பெரும்பாலான உட்புற அங்கங்களில் மேற்கூறிய இரண்டு நரம்புகளும் செல்கின்றன. இவ்விரண்டு வகை நரம்புகளும் ஒன்றுக்கொன்று எதிராகத் தொழிற்படுகின்றன.

இரண்டு வகையிலும் நரம்புகள் மூளையிலிருந்து அலிலது முண்ணணியிலிருந்து உற்பத்தியாகின்றன. இரண்டு வகையிலும் நரம்புப் பாதைகளில் சிக்கலான நரம்பிணைப்புகள் உண்டு. இவை திரட்டுகளை ஆக்க உதவும்.

பரிவு நரம்புத் தொகுதிக்கும் பரபரிவு நரம்புத் தொகுதிக்கும் இடையிலான பிரதான வேறுபாடுகள்:



பரிவு நரம்புத் தொகுதி

1. திரட்டுகள் முள்ளந்தண்டின் ஓரமாக அமைந்திருக்கும்; அதாவது முண்ணுக்கு நெருக்கமாக.
2. திரட்டுக்கு முன்னு நரம்புநாடிகள் குறுகியன.
3. திரட்டுக்குப் பின்னு நரம்புநார்கள் நீளமானவை.
4. நரம்பு முனைகளில் நோரடர்ஜினலின் (noradrenalin) என்னும் கட்டிதிப் பதார்த்தத் சுரக்கும்.
5. பரபரிவுக்கு எதிரான தாக்கத்தை ஏற்படுத்தும்.

மரபரிவு நரம்புத் தொகுதி

- திரட்டுகள் விளைவுகாட்டி அங்கத் தின் சுவரினுள் அமிழ்ந்திருக்கும்;
- திரட்டுக்கு முன்னு நரம்புநார்கள் நீளமானவை.
- திரட்டுக்குப் பின்னு நரம்பு நார்கள் குறுகியன.
- நரம்புநார்களின் முனையில் அசெற் றைல்கோலினைச் சுரக்கும்;
- பரிவுக்கு எதிரான தாக்கத்தை ஏற்படுத்தும்.

தேரையின் தன்னாட்சி நரம்புத்தொகுதி

தேரையின் முள்ளந்தண்டின் இருபக்கங்களிலும் பரிவு நரம்புத் திரட்டுகள் ஒரு சங்கிலிக்கோர்வை போன்று அமைந்திருக்கும். இத்திரட்டுகள் முண்ணு நரம்புகளின் வயிற்றுப்புற வேர்களுடன் தொடுகின்றனவாக இணைக்கப்பட்டிருக் கும். தேரையில் 10 பரிவுநரம்புத் திரட்டுகள் காணப்படுகின்றன. முற்பக்கத்தி லுள்ள திரட்டு கசேரியன் திரட்டு (Gasserian ganglion) எனப்படும். தேரையில்காணப்படும் பரிவு நரம்புத் திரட்டுகள் பின்வருமாறு:

- (1) முதலாவது திரட்டு: இதயத்திற்கு நரம்புகளை வழங்கி; இதயத்துடிப்பை விரைவுபடுத்தும்.
- (2) இரண்டாவது திரட்டு: இதயம் இதயத்திற்கு நரம்புகளை வழங்கும்;
- (3) மூன்றாவது, நான்காவது, ஐந்தாவது திரட்டுகள்: இவற்றிலிருந்து உற்பத்தி யாகும் நரம்புகள் குழிக்குடல் நடுமடிப்பு நாடியின் மேல் இணைந்து சூரியப் பின்னலைத் தோற்றுவிக்கும். இது இரைப்பைக்கும் சிறுகுடலுக்கும் நரம்பு களை வழங்கும்.
- (4) ஆறாவது, ஏழாவது, எட்டாவது, ஒன்பதாவது திரட்டுகள்: இவற்றுலிருந்து உற் பத்தியாகும் நரம்புகள் சிறுநீர்சனனித் தொகுதிக்கு செல்லும்.
- (5) பத்தாவது நரம்புத் திரட்டு: இதனிலிருந்து உற்பத்தியாகும் நரம்புகள் நேச் குடலுக்கும் சிறுநீர்ப்பைக்கும் செல்கின்றன. இது குயிலை நரம்பு என அழைக்கப்படும்.

மனிதனின் தன்னாட்சி நரம்புத் தொகுதி

தன்னாட்சி நரம்புத் தொகுதி உட்புற அங்கங்களைத் தன்னிச்சையாகக் கட்டுப்படுத்தும் இயக்க நரம்புக் கலங்களைக் கொண்டிருக்கும். இக்கட்டுப்பாடு வழமையாக எமது விருதியினிற் அகலது அறிவுக்கு உட்படாத செயற்பாடென் பது குறிப்பிடத்தக்கது. ஏனைய உயர் விலங்குகளில் உள்ளது போன்று தன்னாட்சி நரம்புத் தொகுதியில் (i) பரிவு நரம்புத் தொகுதி, (ii) பரபரிவு நரம்புத் தொகுதி என்னும் இருபரிவுகள் உண்டு. இவ்விரண்டு தொகுதிகளும்:

பரபரிவு நரம்புத்தொகுதி:

அலையு நரம்பும் முதுகுநாணின் அடிப்பாகத்திலிருந்து உற்பத்தியாகிப் சில் நரம்புநார்களும் பரபரிவு நரம்புத்தொகுதியை ஆக்கும். பரிவு நரம்புநார்களின் முனைகளில் அசெற்றைல்கோலின் எனப்படும் கடத்தல் பதார்த்தம் உண்டாக்கப் படுகின்றது.

பரிவு நரம்புத்தொகுதியினாலும் பரபரிவு நரம்புத் தொகுதியினாலும் உண்டாக்கப்படும் விளைவுகளை (தொழிற்பாடுகளை) பின்வருமாறு அட்டவணைப்படுத்தலாம்:

பரபரிவு நரம்புத்தொகுதி

பரிவு நரம்புத்தொகுதி

1. கதிராளியைச் சுருங்கச் செய்யும்.
2. பிசிர் தசைகளைச் சுருங்கச் செய்யும். கண்களின் தன்னமைவுக்கு உதவும்.
3. சுவாசப்பைக் குழாய்களைச் சுருங்கச் செய்யும்.
4. இதயத் துடிப்பை மந்தமாக்கும்.
5. மூக்கு, உமிழ்நீர் சுரப்பிகள், தொண்டை ஆகியவற்றின் குருதிக்கலன்களை விரிவடையச் செய்யும்.
6. உதர - குடல் பகுதிகளின் சுருங்கலை அதிகரிக்கச் செய்யும்; இறுக்கித் தசைகளைத் தளரச் செய்யும்.
7. சுரப்பிகள் சுரப்பதை அதிகரிக்கச் செய்யும்.
8. கருப்பைச் சுருங்கலை அதிகரிக்கச் செய்யும்.
9. கண்ணீர்ச் சுரப்பியைத் தூண்டும்.
10. உமிழ்நீர் சுரப்பதைத் தூண்டும்.
11. தோற்பையையும் இறுக்கித் தசையையும் தளரச் செய்யும்.
12. தோற்பையை சுருங்கச் செய்யும்.
13. —

- கதிராளியை விரிவடையச் செய்யும்.
- பிசிர்த்தசைகளின் தொனி (tone) யைக் குறைக்கும்; தூரவுள்ள பொருட்களைப் பார்க்க உதவும்.
- சுவாசப்பைக் குழாய்களை விரிவடையச் செய்யும்.
- இதயத் துடிப்பை விரைவுபடுத்தும்.
- அதே குருதிக்கலன்களைச் சுருங்கச் செய்யும்.
- உதர - குடல் சுவட்டுப் பகுதியின் சுருங்கலை குறைக்கின்றது; இறுக்கித் தசைகளைச் சுருங்கச் செய்யும்.
- சுரப்பிகள் சுரப்பதை குறைக்கச் செய்யும்.
- கருப்பைச் சுருங்கலைக் குறைக்கச் செய்யும்.
-
-
- தோற்பையையும் இறுக்கித் தசையையும் சுருங்கச் செய்யும்.
- தோற்பையைத் தளரச் செய்யும்.
- வியர்வைச் சுரப்பிகள் வியர்வை சுரப்பதைத் தூண்டும்.

அலகு 6

நரம்புக் கணத்தாக்கம் கடத்தப்படும் முறை

நரம்புக் கணத்தாக்கம் நரம்புப்பாதைகளில் கடத்தப்படும் வீதம் ஒரு செக் கனுக்கு 100 - 300 அடிவரையாகும்.

கணத்தாக்கம் (impulse): பல வருடங்களாக நரம்புகளினூடாக கணத்தாக்கம் செல்வது ஒரு மின்தோற்றப்பாடு எனக் கருதப்பட்டது. நரம்புகள் பலவகைப் பட்ட தூண்டல்களுக்கு உதாரணமாக, குறைந்த மின்அதிர்ச்சி, நோ, அல்லது pH இல் திடீர்மாற்றம் போன்ற தூண்டல்களுக்குத் தூண்டற்பேற்றைக் காட்டுகின்றன. தூண்டல்களின் விளைவாக நரம்புகளில் ஏற்படுத்தப்படும் தொடரான மின் இரசாயன மாற்றத்தைக் கணத்தாக்கம் என அழைக்கலாம். நரம்புகளினூடாக மின் கடத்தப்படும்போது அதன் வலு படிப்படியாகக் குறைக்கப்படுகின்றனையைக் கவனத்திற் கொள்ளவேண்டும். கணத்தாக்கம் செல்லும்போது தூரம் அதிகரிப்பினும் அதன் வலிமை குன்றுவதில்லை. ஒரு நரம்புநாரின் எல்லாப் பகுதிகளிலும் கணத்தாக்கத்தை அளவிடும்போது அது ஒரேமாதிரியாகவே இருக்கின்றது.

ஒரு நரம்புநாரை நெறிக்கும்பொழுது அல்லது நஞ்சு ட்டும் பொழுது அதன் மின்கடத்தும் ஆற்றலில் குறிப்பிடத்தக்க அளவில் மாற்றம் எதையும் ஏற்படுத்தாது. ஆனால் நரம்புக் கணத்தாக்கத்தை கடத்தமுடியாது இருக்கும்.

திருங்கக் கூறின், பல்வேறு லகையான சான்றுகள் மூலம் பெறப்படுவது யாதெனில் கணத்தாக்கம் கடத்தப்படுவதற்கு உயிருள்ள கலங்களின் இரசாயனத் தொழிற்பாடு முக்கியமானதாகும் என்பதைக் காட்டுகின்றது. எனவே மேற்கூறிய வற்றின் அடிப்படையில் நரம்புக் கணத்தாக்கம் ஒரு மின்னோட்டமல்ல என்பதும் அது ஒரு நரம்புநார் பூராவும் பரவிச் செல்கின்ற ஒரு மின் இரசாயன மாற்றம் என்பதும் தெளிவாகின்றது.

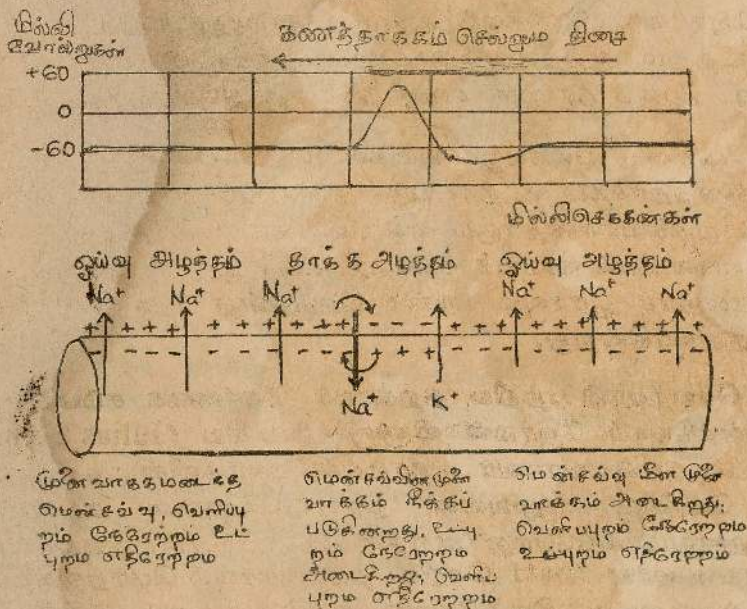
நரம்புச் செயற்பாடு பற்றிய தற்காலக் கொள்கை சம்பந்தமான ஓர் அடிப்படையை விளக்கியவர் ஜேர்மன் விஞ்ஞானியாகிய (Julius Bernstein) ஜூலியஸ் பேர்ன்ஸ்ரெயின் என்பவராவர். நரம்புக் கலங்களின் உட்புறமாகவுள்ள சில அயன்களின் செறிவும், சூழவுள்ள திரவங்களினுள்ள அயன்களின் செறிவும் வேறுபட்டதெனவும் அப்போது அறிந்த விடயமாகும். கலங்களின் உட்புறமாக சோடியம் அயன்களின் (Na^+) செறிவு தாழ்வாகவும் பொற்றாசியம் அயன்களிடும் (K^+) எதிரேற்றமுடைய சில சேதன அயன்களினதும் செறிவு கூடுதலாகவும் உண்டு. இவ்வாறு சமனற்ற முறையில் அயன்கள் பரம்பியிருப்பதால் ஓய்வுநிலையில் கலமென்சவ்வின் இருபுறங்களிலும் மின் அழுத்த வேறுபாடு ஏற்படுகின்றது. அதாவது மென்சவ்வின் உட்புறம் எதிரேற்றமுடையதாகவும் வெளிப்புறம் நேரேற்றமுடையதாகவும் கருணப்படுகின்றன. எனவே ஓய்வு நிலையிலுள்ள ஒரு நரம்புமுனை மின்முனைவாக்கம் (polarised) உடையது எனப்படும். சோடியம் அயன்கள் உட்புறத்திலிருந்து உயிர்ப்பாக வெளித்தள்ளப்படுமே தவிர உட்புறம் நோக்கிச் செல்லமாட்டா. மென்சவ்வின் உட்புறவிடுமியலினை வேறுபாடே

இதற்குக் காரணமாகும். சோடியம் அயன்கள் உயிர்ப்பாக நீக்கப்படும் செயல் முறை சோடியம் பம்பிப்பொறிமுறை எனப்படும்.

நரம்புக்கணத்தாக்கம் நரம்புநார்வழியே செல்லும்போது தேர்ந்து உட்புக விடுமியல்பு ஒரு கணம் அழிக்கப்படும். இதன் விளைவாக அயன்கள் சுயாதீனமாக அசைவதுடன் மென்சவ்வின் மின்அழுத்த வேறுபாடு சைபருக்கு வீழ்ச்சியடைகின்றது. அதாவது கணத்தாக்கம் செல்லும் இடத்தில் மென்சவ்வின் முனைவாக்கம் அகற்றப்படுகின்றது (depolarisation). முனைவாக்கம் அகற்றப்பட்டதும் உடனடியாக சோடியம் அயன்கள் விரைவாக உட்புகுகின்றன. நரம்பில் மென்சவ்விற்கு உட்புகும் நேரேற்றமாகவும் வெளிப்புறம் எதிரேற்றம் உடையதாகவும் காணும்.

நரம்பு ஓய்வுநிலையில் இருக்கும்போது மென்சவ்வின் உட்புறமாக ஏறக்குறைய -60 மில்லிவோல்ட் எதிரேற்றமுடையது. இது ஓய்வு அழுத்தம் (resting potential) எனப்படும்.

கணத்தாக்கம் செல்லும்பொழுது ஏற்படும் மின் அழுத்த மாற்றம் தாக்க அழுத்தம் (action potential) எனப்படும். இது மிகவும் குறுகிய காலத்திற்கே நிலைத்திருக்கும்; தாக்க அழுத்தம் ஏறத்தாள +60 மில்லிவோல்ட்ராக இருக்கும்

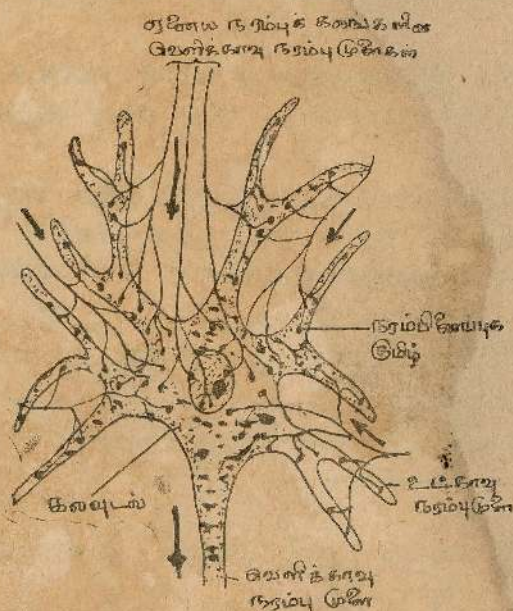


தாக்க அழுத்தம் ஏறக்குறைய ஒரு மில்லி செக்கனுக்கு நிலைத்திருக்கும். இதன் பின் முடிவாக இருந்த ஓய்வு அழுத்தம் மீண்டும் ஏற்படுகிறது.

தாக்க அழுத்தம் ஏற்படும்போது (கணத்தாக்கம் செல்லும் இடத்தில்) கல மென்சவ்வின் புறப்பக்கம் எதிர்மின்னேற்றமடையும். கணத்தாக்கம் அப்பகுதியினின்று சென்றதும் மிகக்குறுகிய நேரத்திலே மென்சவ்வு தன் முந்திய நிலையை அடைந்துவிடும். முந்திய நிலையை அடைந்ததும் அப்பகுதி திரும்பவும் கணத்தாக்கத்தைக் கடத்தக்கூடியதாயிருக்கிறது.

நரம்பிணைப்பு (synapse)

ஒரு நரம்புக்கலம் இன்னொரு நரம்புக்கலத்துடன் தொடுக்கும் புள்ளி நரம்பிணைப்பு எனப்படும். முள்ளந்தண்டு விலங்குகளின் ஒரு வகைக்குரிய இயக்கு நரம்புக்கலம் பக்கங்களிலுள்ள பல நரம்புக்கலங்களின் நூற்றுக்கணக்கான நரம்பிணைப்புக் குமிழ்களால் போர்க்கப்பட்டிருக்கும். பொதுவாக ஒரு நரம்புக்கலத்தின் வெளிக்காவு நரம்புமுனை இன்னொரு நரம்புக்கலத்தின் உட்காவு நரம்புமுனையுடன் அல்லது கலவுடலுடன் நரம்பிணைப்பை ஏற்படுத்தும். வெளிக்காவு நரம்புமுனையின் ஒவ்வொரு நுண்ணிய முனையும் நரம்பிணைப்புக்குமிழ் (synaptic knob) எனப்படும் சுறிய வீக்கமாக முடிவடையும்.



நரம்பிணைப்புக்குமிழின் மென்சவ்வு அடுத்துள்ள கலத்தின் மென்சவ்வுடன் ஏறத்தாள் 20 மில்லி மைக்குரோன்கள் இடைவெளி தூரத்தால் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும்.

இவ்விடைவெளியூடாக நரம்புக்கலத்தாக்கம் மின்முறையால் பாய்கின்றது எனப் பல விஞ்ஞானிகள் முன்னர் எண்ணியிருந்தனர். ஆனால் இப்பொழுது கடத்தல் பரவுமியல்புள்ள இரசாயனப் பதார்த்தங்கள்மூலம் நடைபெறுகின்ற தென்பதற்குச் சான்றுகள் உண்டு.

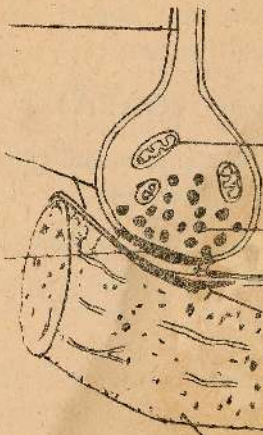
இதைத்திரன் நுணுக்குக்காட்டியினூடாக அவதானிக்கும்பொழுது நரம்பிணைப்புக்குமிழ்களில் எண்ணுக்கணக்கற்ற நுண்ணிய பிணைப்புப் புடகங்கள் (synaptic vesicles) இருப்பதைக் கரணமுடிகின்றது. இப்புடகங்களில் கடத்தும் இரசாயனப் பொருட்களின் மூலக்கூறுகள் இருக்க வேண்டும் எனத் தெரிகிறது.

நரம்புக்கலத்தாக்கம் நரம்புக் குமிழ்களை அடையும்பொழுது மென்சவ்வுக்கண் மையிலுள்ள புடகங்களிலுள்ள இரசாயன பதார்த்தங்கள் பிணைப்புப் பிளவிலுள் விடுவிக்கப்படுகின்றன. இப்பதார்த்தங்கள் மென்சவ்வினூடாகப் பரவி மற்றைய

வெளிக்காவு நரம்புமுனை முனை

சுவானின் மடல்

முனை நரம்பிணைப்பு மென்சவ்வு



இழைமணி

பிணைப்புப் பு. கங்கை

நரம்பிணைப்புப் பிளவு

பின் நரம்பிணைப்பு மென்சவ்வு

வெளிக்காவு நரம்புமுனை

நரம்புக்கலத்தை அடையும். கணத்தாக்கம் நரம்புமுனையிலும் பார்க்க நரம்பிணைப்புகளில் மந்தமாகவே செல்லும்.

முள்ளந்தண்டுள்ள விலங்குகளில் நரம்பிணைப்பு இருப்பதாலேயே கணத்தாக்கம் ஒரு திசையில் செல்கின்றது.

நரம்பிணைப்பில் உண்டாக்கப்படும் இரசாயனப் பதார்த்தம்:

(1) அசெற்றைல் கோலின் (acetylcholine): மையநரம்புத் தொகுதிக்கு வெளிப்புறமாக உள்ள நரம்பிணைப்புகளில் கடத்திப்பதார்த்தம் அசெற்றைல் கோலினாகும். கணத்தாக்கம் அடுத்துள்ள கலவுடலுக்கு அல்லது அதன் உட்காவு நரம்புமுனைக்குச் சென்றதும் அசெற்றைல் கோலின் கொலினெஸ்ரேஷ் (cholinesterase) என்னும் நொதியத்தால் அழிக்கப்படுகின்றது.

அசெற்றைல் கோலின் அழிக்கப்படாவிடில் கணத்தாக்கத்தின் தூண்டுதற் செயற்பாடு காலவரையின்றித் தொடர்ந்து நிகழுமாதலால் எல்லாக் கட்டுப்பாடுகளும் இழக்கப்படநேரிடும். உண்மையில் சேதனப்பொஸ்பேற்றுகள் போன்ற பல பூச்சிநாசினிகள் கொலினெஸ்ரேஷையே தடைசெய்கின்றன. அசெற்றைல் கோலின் அழிக்கப்படுவதை இப்பூச்சிநாசினிகள் தடை செய்வதால் விலங்கின் நரம்புத்தொகுதி கட்டுப்பாடற்ற இயங்குவதால் அதிர்வுகளும் தசைகளின் கட்டுப்பாடின்றிய விரைவான சுருங்குதல்களும் ஏற்பட்டு இறுதியில் இறக்கும்.

(2) நோரதிரீனலின் (noradrenaline): அதிரீனற் சுரப்பிகளால் உண்டாக் கப்படும் நோரதிரீனலின் ஒமோனுக்கு இரசாயன ரீதியில் ஒப்பானது. முள்ளந்தண்டு விலங்குகளின் பரிவுநரம்புத் தொகுதியின் சில நரம்புகளின் முனைகளில் நோரதிரீனலின் உண்டாக்கப்படுகின்றது.

நோரதிரீனலின் தனது தொழிற்பாட்டை நிறைவு செய்ததும் அது மொனோ அமினோக்சிடேஸ் (mono-aminoxidase) என்னும் நொதியத்தினால் ஒட்சியேற்றப்பட்டு தொழிற்பாடற்றதாக்கப்படுகின்றது.

- (3) செரோற்றினின் (serotonin)
- (4) டொபாமின் (dopamin)
- (5) குளுற்றோமேற்று (glutamate)
- (6) காமா-அமினோ பியூற்றிறிக்கமிலம் (GABA)

அநேகமாக வேறு பல கடத்திப் பொருட்களும் இருக்கக்கூடுமெனினும் அவை இன்னும் கண்டுபிடிக்கப்படாதும்கூட இருக்கலாம்.

பல நரம்புக்குரிய மருந்துகளின் தாக்கம் நரம்பிணைப்புகளிலேயே விளைவுகளை ஏற்படுத்துகின்றன. அவை பல வழிகளில் இவ்வாறான தாக்கங்களை ஏற்படுத்துகின்றன. அவற்றில் சில பின்வருமாறு:

1. கடத்திய பதார்த்தத்தை தொகுக்கவிடாது தடுத்தல் உ-ம்: கெமி4கோலினியம் (hemicholinium) என்னும் மருந்து அசெற்றைலிகோலின் தொகுக்கப் படுவதைத் தடுக்கும்.
2. நரம்பிணைப்புப் புடகங்களில் கடத்திப்பதார்த்தங்களை எடுக்கவிடாது தடுத்தல் உ-ம்: நிசேர்ப்பைன் என்னும் மருந்து அதிரீனலின் புடகங்களினுட் செல்வதைத் தடுக்கும்.
3. நரம்பிணைப்புப் புடகங்களிலிருந்து கடத்திப் பதார்த்தத்தை விடுவிப்பதைத் தடுத்தல். உ-ம்: உணவு நஞ்சாகும்போது தோன்றும் பொற்றுவினிசம் (botulinism) என்னும் நச்சுப்பொருள் அசெற்றைலிகோலின் விடுவிப்பதைத் தடைசெய்யும்.
4. கடத்திப் பதார்த்தத்தை மிகையாக விடுவிக்கச் செய்தல் உ-ம்: டெக்சிற்றின் (dextidrin) என்னும் மருந்து மூளையில் நோரதிரனலின் கூடுதலாக விடுவித்தல்.
5. கடத்திப் பதார்த்தத்தின் தாக்கத்தை அதிகரிக்கச் செய்தல் உ-ம்: நிக்கொற்றின் அசெற்றைலிகோலின் தாக்கத்தைத் தூண்டுதல்.
6. கடத்தியின் தாக்கத்தைத் தடுத்தல். உ-ம் குராநே (curare) நரம்புத் தசைச் சந்திகளில் அசெற்றைலிகோலின் தாக்கத்தைத் தடுக்கும். குளோம்புரோமைதின் (chlorpromazine) [பொதுவான ஒரு நோ நீக்கி] வாங்கிப்பகுதிகளில் அசெற்றைலிகோலினையும் நோரதிரீனலினையும் தடைசெய்கின்றது. LSD போன்ற மருந்துகள் வாங்கித்தானங்களில் செரோற்றினினுடன் எதேச்சையாகச் சேரும்.
7. தடைசெய்யும் பதார்த்தத்தை அழித்தல் உ-ம்: பூச்சிநாசினிகள்

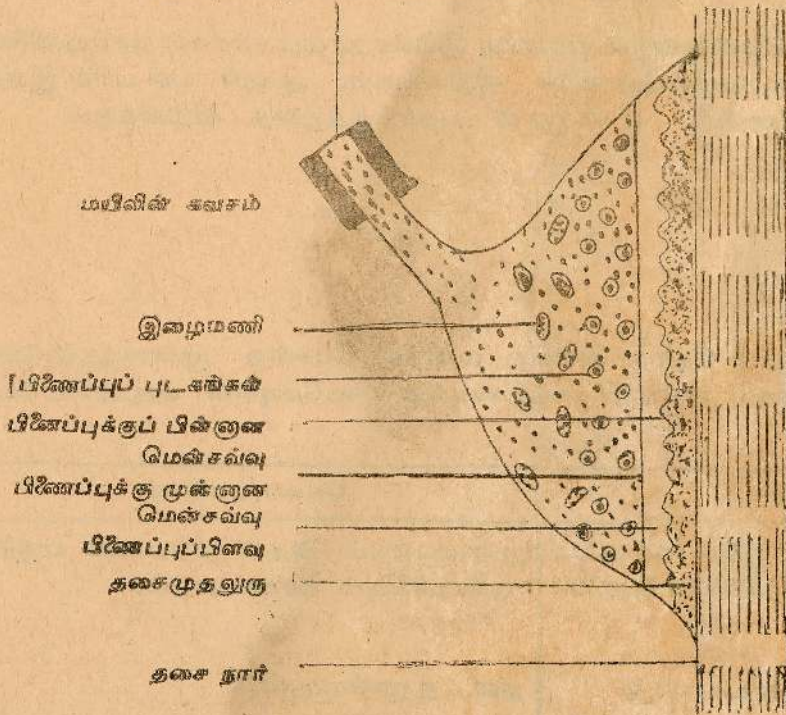
கடத்திப் பதார்த்தங்கள் தாக்கும் முறை:-

நரம்பிணைப்புப் பிளவுடாசுக் கடத்திப்பதார்த்தம் பரவியதும் அடுத்துள்ள நரம்புக்கலத்தின் உட்காவு நரம்பு முனையின் பிணைப்புக்குப்பின்னால் மென்சுவை அல்லது கலவுடலை எவ்வாறு முனைவாக்கமடையச் செய்கின்றது என்னும் வினா எழுகின்றது.

கடத்திப் பதார்த்தம் பிணைப்புக்குப்பின்னால் மென்சுவலில் சோடியம் (Na^+) அயன்கள் உட்புகக் கூடிய தன்மையை அதிகரிக்கும். சோடியம் அயன்கள் இவ்வாறு உட்புகுமாறாக ஒடுவதனால் நரம்புக்கலத்தின் முனைவுண்மையைச் சற்றுகுறைக்கின்றது.

அதாவது வெளிப்புறத்துடன் ஒப்புநோக்கும்பொழுது உட்புறம் குறைவான எதிர்ரேற்ற முடையதாக மாறும். இதன் காரணமாக நரம்பிணைப்புக்குப் பின்னால் அருட்டல் அழுத்தம் (excitatory post synaptic potential-EPSP) கணத்தாக்க நுழைநிலை கட்டத்தை எட்டினால் ஒரு கணத்தாக்கம் உடன் பிறப்பிக்கப்படுகின்றது. மிகச் சடுதியாக Na^+ அயன்கள் உட்புகுவதால் கலத்தின் உட்புறம் நேரேற்றமுடையதாக மாறும் (தாக்க அழுத்தம்). ஒரு செக்கனுக்குக் குறைவான நேரத்தின்பின் K^+ அயன்கள் கலத்திலிருந்து விரைவாக வெளியேறும். கலத்தின் உட்பக்கம் மீண்டும் எதிர்ரேற்றமுடையதாக மாற்றப்படும்.

இயக்கு நரம்புக்கலத்தின் வெளிக்காவு நரம்புமுனையின் முனை



நரம்புத் தசைச் சந்தி:

இயக்கு நரம்புக்கலத்தின் வெளிக்காவு நரம்பு முனைக்கும் விளைவுகாட்டிக்கும் இடையில் உள்ள விசேட வகைப் பிணைப்பு நரம்புத் தசைச் சந்தியாகும். நரம்புத் தசைச் சந்தியில் தசைகளின் மென்சவ்வு முனைத்தட்டு (end plate) எனப்படும் கட்டமைப்பாகத் திரிபடைந்திருக்கும். முனைத்தட்டில் உட்காவு நரம்புமுனை தொடுக்கப்பட்டிருக்கும். இலத்திரன் நுணுக்குக் காட்டியினூடாகச் செய்த ஆய்வுகளின்படி இத்தானத்தில் அமைந்த உட்காவு நரம்புமுனை பிணைப்புக் குமிழின் கட்டமைப்பை ஒத்திருக்கும். கணத்தாக்கம் சாதாரண நரம்புக் கலங்களுக்கிடையேயுள்ள நரம்பிணைப்புகளில் நடைபெறுவது போன்றே நரம்புத் தசைச்சந்தியிலும் கடத்தப்படுகின்றது என நம்பப்படுகின்றது.

நரம்புத் தசைச்சந்தியைக் கணத்தாக்கம் அடையும்போது அசெற்றைவிசேறலின் பிணைப்புப் புடகங்களிலிருந்து பிணைப்புப் பிளவினுள் விடுவிக்கப்படுகின்

றது. அது இடைவெளியூடாகப் பரவி தசை முனைத்தட்டில் முனைவாக்கத்தை நீக்குகின்றது. முனைத்தட்டில் போதுமான அழுத்தம் ஏற்பட்டதும் தாக்க அழுத்தம் தசைநார்க்குச் செலுத்தப்படும். முள்ளந்தண்டுள்ள விலங்குகளின் உடலுக்குரிய முனைவுகளில் (somatic endings) கடத்திப் பதார்த்தம் அசெற்றைல், கோலினோகும். முள்ளந்தண்டிலுள்ள விலங்குகளில் நரம்புத்தசைச் சந்திகளில் உண்டாக்கப்படும் கடத்திப் பதார்த்தம்பற்றி நன்கு அறியப்படவில்லை. எனினும் அசெற்றைல்கோலினைத் தவிர்ந்த பிறப்பதார்த்தங்களும் முக்கியமானவை என்பது தெளிவாக்கப்பட்டுள்ளது. உதாரணமாகப் பூச்சிகளில் நரம்புத் தசைச்சந்தியில் அசெற்றைல்கோலின் கடத்திப்பதார்த்தமாக இருப்பதிகலை.

முள்ளந்தண்டுள்ள விலங்குகளின் பரபரிவு இயக்க நரம்பு நார்கள் நரம்பு வினைவு காட்டிச் சந்தியில் அசெற்றைல்கோலினை விடுவிக்கும். ஆனால் பல பரிவு இயக்க நரம்பு நார்கள் நோரதிரினலின் என்னும் பதார்த்தத்தை விடுவிக்கும்.

கரப்பான் பூச்சியினதும் தேரை அல்லது மனிதன் போன்ற முள்ளந்தண்டுள்ள விலங்கு ஒன்றினதும் மைய நரம்புத்தொகுதிகளுக்கு இடையேயுள்ள அடிப்படை வேறுபாடுகள்:

கரப்பான்	தேரை/மனிதன்
1. நரம்புநாண்களால் இணைக்கப்பட்ட பல நரம்புத் திரட்டுக்களைக் கொண்டிருக்கும்	முண்ணாணும் அதன் முற்பக்கம் பருத்து முனையாகவும் காணப்படும்.
2. நரம்புநாண் இரட்டையானது	தனித்த முண்ணான்.
3. நரம்பு நாண் திண்மமானது	குழாய்ருவான முண்ணான்
4. நரம்பு நாளின் முக்கிய பகுதி உணவுக் கால்வாய்க்கு வயிற்றுப் புறமாக உண்டு	முண்ணான் உணவுக்கால்வாய்க்கு முதுகுப்புறமாக அமைந்துள்ளது
மேலும் முண்ணாணிலிருந்து துண்ட ஒழுங்கில் தோன்றும் நரம்புகள் தனித்த வேரை மாத்திரம் கொண்டிருக்கும்	முண்ணான் நரம்புகள் இரண்டு வேர்களைக் கொண்டிருக்கும்

தேரையினதும் மனிதனதும் மைய நரம்புத் தொகுதிகளின் அடிப்படைப்பாங்கு—
ஒற்றுமை வேற்றுமைகள்:

தேரை	மனிதன் (முலையுடைய)
1. தின்மத்தன்மை சற்று குறைவாகக் காணப்படும். மூளையிலுள்ள குழிகள் ஒப்பளவில் பெரியன. மூளை சிறியது	தின்மத்தன்மை அதிகம்; மூளைய அறைகள் ஒப்பளவில் ஒடுக்கப்பட்டன. மூளை ஒப்பளவில் பெரியது.
2. மூன்று பகுதிகளை உடையன; மூன் மூளை, நடுமூளை, பின்மூளை	அவ்வாறே
3. முன்மூளை மேலும் சற்று மூளை, ஏந்தி மூளை என இருபகுதிகளைக் கொண்டிருக்கும்;	அவ்வாறே
4. மூன்றுகர்ச்சிச் சோணை சிறியது	அவ்வாறே
5. மூளையம் நடுக்கோட்டுமி பிளவினால் இரு அரைக் கோளங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும்	தேரையை ஒத்தது
6. மூளைய அரைக்கோளம் பல சோணைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருப்பதினாலே	மூளையவரைக்கோளம் பல பிளவுகளால் மேலும் பல சோணைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும்;
7. மூளைய மேற்பட்டை அழுத்தமானது. எனவே நரைநிறச் சடப்பொருள் குறைவாகக் காணப்படும்.	மூளைய மேற்பட்டை பல தடவைகள் கடிந்து காணப்படும். இதனால் மிகக் கூடுதலான நரைநிறச் சடப்பொருள் காணப்படும்.
8. கீற்றுச் சடலங்கள் இல்லை	கீற்றுச் சடலங்கள் பக்க மூளையறையின் தளத்திலே உண்டு.
9. புத்தாவரணம் நன்கு விருத்தியடைந்திருப்பதினாலே	நன்கு விருத்தியடைந்துள்ளது.
10. ஏந்தி மூளையின் முதலுறுத்திலே முற்புறத்திலே முற்பக்கத்தோலுருப்பினாலும் கூம்புரு உடலும் காணப்படும்	அவ்வாறே
11. கபச்சுரப்பிடிக்க வயிற்றுப்புறத்திலே உண்டு.	தேரையை ஒத்திருக்கும்; ஆனால் கம்பு நீண்டு வெண்சடலத்தை தோற்றுவித்துள்ளது.

தேரை	மனிதன் (முலையுட்டி)
12. பார்வைக் கோப்பு வயிற்றுப்பிறு மாகக் காணப்படும்,	அவ்வாறே
13. நடு மூளையில் பார்வைச் சோணை இரட்டைச்சடலங்களாக விருத்திய டைந்திருக்கும்.	சரிணைச் சடலங்களாக நன்கு விருத்திய டைந்திருக்கும்.
14. காலுரு மூளைத் திணிவு நடு மூளை யின் வயிற்றுப்பிறுமாக இருக்கும்.	அவ்வாறே
15. பின்மூளையில் மூளி குறைவாகவே விருத்தியடைந்துள்ளது.	நன்கு விருத்தியடைந்துள்ளது; நடுவில் புழுவுருவும் பக்கங்களில் அரைக் கோளங்கள் எனப்படும் சோணைகளும் உண்டு.
16. பிற்பக்கத் தோளருப் பின்னல் உண்டு	அவ்வாறே
17. நீள்வளைய மையவிழையம் உண்டு.	ஒத்தது.
18. வரோலியின் பாலம் இல்லை.	நடுமூளைக்கும் நீள்வளைய மையவிழை யத்திற்கும் இடையில் வரோலியின் பாலம் காணப்படும்.
19. ஏந்திமூளையில் வலையுருத்தொகுதி இல்லை.	உண்டு
20. மூளையைச் சூழ்ந்து வண்ணுயி, மென் ருயி என்னும் இரு மென்சல்கவுள் உண்டு	வண்ணுயி, மென்ருயியுடன் இரண்டுக் கும் இடையில் அமைந்துள்ள சிலந்தி வலைப்படையும் உண்டு.



பிழை திருத்தம்

பக்கம்	பந்தி/வரி	பிழை	திருத்தம்
8	6 வது படம்	தலைகீழ்	E
8	1	ஒட்டிசன்	ஒட்டிசன்
20	(2)	cutaneous	cutaneous
20	(3)	buccal	buccal
25	அமைப்பு-கடைசிவரி	சிறுகிளைகளையும்	சிறுகிளைகளையும் சுவாசப்பை நாளக் கிளைகளையும்
26	சுவர்ப்படை 8ம் வரி	நிகந்து	நிகழ்ந்து
31	வெளிச்சுவாச		
	ஒதுக்கக் கனவளவு	1000 செ. மீ.	1000 செ. மீ ³
33	கடைசிவரிக்கு மேல்	எதிரயன்களில்	எதிரயன்களை
34	"	சுவாசத்	சுவாசத்தாக்கங்கள்
44	உதாரணம்	முதலுவின்	முதலுவின்
49	கடைசிப்பந்தி 2ம் வரி	குறைதளவு	குறைந்தளவு
52	1	நாண்டலால்	தூண்டலால்
75	(d) 8	செறிவுடைதாக்கவும்	செறிவுடையதாகவும்
76	மூளையறைகள் (6)	aqueducn of Sylvius	aqueduct of Sylvius
76	c	வண்ணலம்	வெண்சடலம்
80	படம் 2ம் பெயர்	தலையோடு	தலைத்தோல்
81	8	மெதுமையான	மெதுமையான ஆதாரத்தை
84	தலைப்பு	மூளையத்தின்	மூளையத்தின்
85	4	மையச்சால் முன் பரப்பு	மையச்சால் பின்பரப்பு
86	கடைசி	thalamencephalon diencephalon	thalamencephalon or diencephalon
90	தலைப்பு	சிறப்பியல்கள்	சிறப்பியல்கள்
113	(1)	acetylchtoline	acetylcholine



இதேநூலாகியவரால்:

ஒப்பீட்டு உடலமைப்பியலும் உடற்றொழிலியலும்

கரப்பான் — தேரை — மனிதன்

பகுதி I, பகுதி II, பகுதி III

விற்பனையாகிக் கொண்டிருக்கிறது

வெளியிட இருப்பவை:

1. பகுதி V அகஞ்சுரக்கும் தொகுதியும்
புலனங்கங்களும்
2. பகுதி VI சிறுநீர்த்தொகுதியும்
சனனித்தொகுதியும்
3. தாவர விலங்குக் குழியனியல்
4. விலங்கியல் - மீட்டல் பயிற்சிகள்

வெளியீடு:

ஸ்ரீ சுப்பிரமணிய புத்தகசாலை

235, கரங்கேசன்துறை வீதி,

யாழ்ப்பாணம்