

# நரம்பு மண்டலம் (Nervous System)

உயர்ந்த உயிரினங்களின் உடலில் நடைபெறும் பல்வேறு செயல்கள் இரு சிறப்படைந்த மண்டலங்களினால் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. அவை:

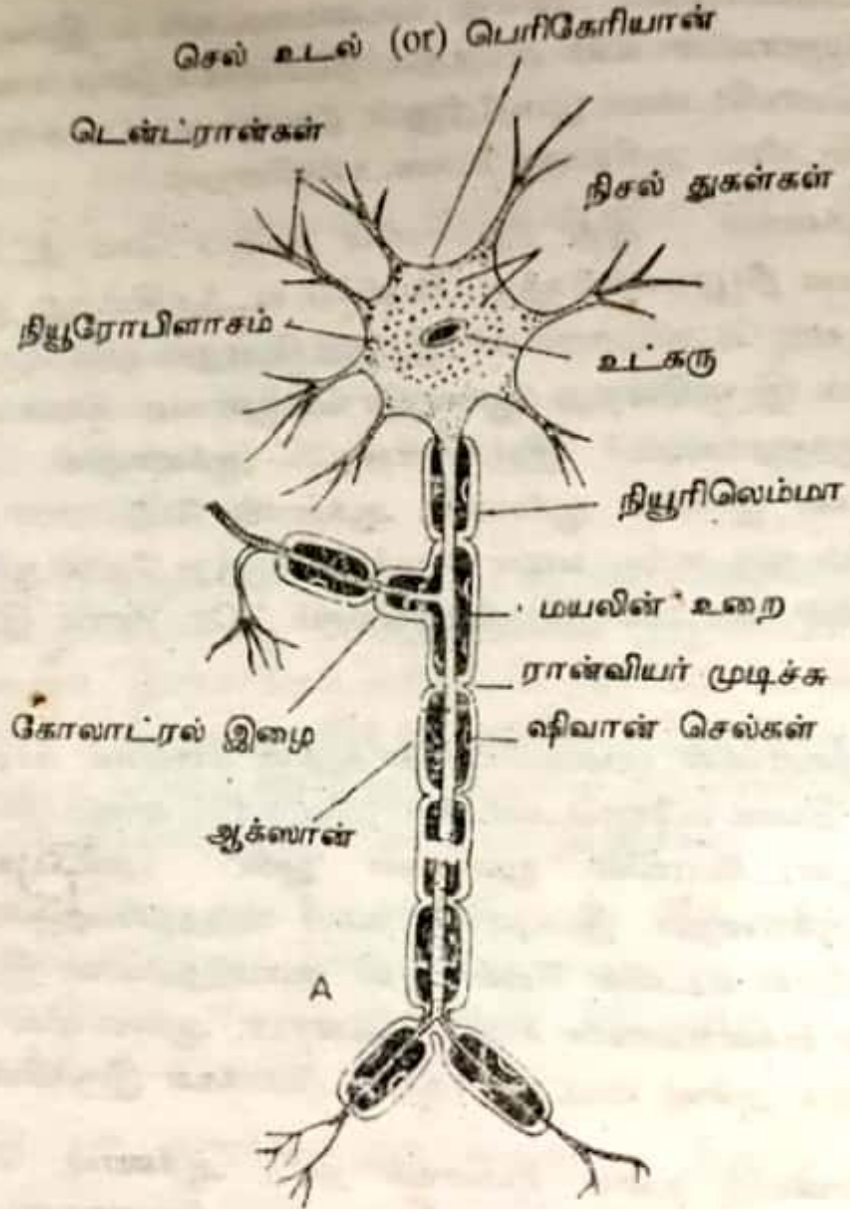
1. வேதியப் பொருட்களைச் சுரந்து, வெளியிட்டு அதன் மூலம் உடற் செயல்களைக் கட்டுப்படுத்தும் நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் மண்டலம். 2 குறிப்பிட்ட பாதை வழியே ஒரு முகப்படுத்தப்பட்ட மின்தூண்டல்கள் மூலம் செய்தியைப் பெறும் மற்றும் அனுப்பும் திறன் கொண்ட சிறப்படைந்த செல்களான நியூரான்களினால் உருவான நரம்பு மண்டலம்.

நியூரான்கள் அல்லது நரம்பு செல்கள், அவை ஆற்றும் பணியின் அடிப்படையில் உணர்ச்சி மற்றும் இயக்கு நியூரான்கள் என இரு வகைப்படுகின்றன. உணர்ச்சி (Sensory) நியூரான்கள் உடலின் மேற்பரப்பில் (தோலில்) எழும் தூண்டல்களைச் சேகரித்து நரம்பு மண்டலத்தின் உயர் மையங்களான மூளை, தண்டு வடம் ஆகியவற்றிற்கு அனுப்புகின்றன. இயக்கு (motor) நியூரான்கள் நரம்பு மண்டலத்தின் உயர் மையங்களிலிருந்து தூண்டல்களைச் செயல்புரியும் செல்களான தசை இழைகள் மற்றும் சுரப்பிச் செல்களுக்கு எடுத்து வருகின்றன.

## நியூரானின் அமைப்பு

நரம்பு மண்டலம், நியூரான்கள் எனப்படும் பல தனிப்பட்ட செல்களினால் ஆனது என்பதை முதலில் காஜால் (1909, 1934) என்பவர் கண்டு விளக்கினார். ஒரு நரம்பு செல் கீழ்வரும் பகுதிகளைக் கொண்டிருக்கின்றது.

டையும் போது இப்படி நிலையைக் கடந்து வருகின்றன. முதிர்ந்த பாலூட்டிகளில் 5 வது முளை நரம்பின் மீசன்செலிக் உட்கருவில் உண்மையான ஒரு துருவமுனை நியூரான்கள் காணப்படுகின்றன.



படம் - 80 - A - நியூரானின் பொதுவான அமைப்பு  
B - மயலின் உறையற்ற இழை



1. செல் உடல் அல்லது சோமா அல்லது பெரிகேரியான் 2. டென்ட்ரைட்கள் 3. ஆக்ஸான்.

செல் உடல் அல்லது பெரிகேரியான் - நியூரானின் இப்பகுதி ஒரு இயல்பான செல்லைப் போல் இருக்கின்றது. செல் உடல், அதன் விளிம்புப் பகுதியில் உள்ள அடர்ந்த சைட்டோபிளாசத்தால் ஆன மெல்லிய படலத்தினால் சூழப்பட்டுள்ளது. செல்லுடலில் உள்ள சைட்டோபிளாசம் நியூரோபிளாசம் எனப்படுகின்றது. நியூரோபிளாசத்தினுள்; மைட்டோகாண்ட்ரியா, கால்ஜிக் கூட்டமைவு, எண்டோபிளாச வலை, ஆகிய எல்லாச் செல்லுள் உறுப்புக்களும், பிற செல்களில் இருப்பது போன்றே இருக்கின்றன.

நியூரோபிளாசத்தினுள், புரோட்டோபிளாச இழைகளினாலான வலிமையான நியூரோ இழைகள் புதைந்து கிடக்கின்றன. இந்நியூரோ இழைகள், டென்ட்ரைட்கள் மற்றும் ஆக்ஸான்களிலும் காணப்படுகின்றன.

நிஸ்சல் உறுப்புகள் (Nissl bodies) எனப்படும் சிறுமணிகள் போன்ற துகள்கள் சிறு கொத்துக்களாக நியூரோபிளாசத்தில் இருக்கின்றன. இவை ரைபோநியூக்ளிக் அமிலம் கொண்டிருப்பதால் காரச் சாயத்தை ஏற்கின்றன. நிஸ்சல் உறுப்புகள் டென்ட்ரான்களிலும் காணப்படுகின்றன. ஆனால் ஆக்ஸானிலும் அதன் கூம்புவடிவ அடிப்பகுதியிலும் காணப்படுவதில்லை.

எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியின் மூலம் நோக்கும் பொழுது சென்ட்ரியோல் காணப்படுகின்றது. ஆனாலும் நரம்பு செல்பிரிவடைவதே இல்லை. எனவே இச் சென்ட்ரியோலின் பணி தெளிவாக அறியப்படவில்லை.

நியூரோபிளாசத்தில் இரு வகையான நிறமித் துகள்கள் காணப்படுகின்றன. அவை: 1. மிலானின் எனப்படும் கருப்பு அல்லது கரும் பழுப்பு நிறமுள்ள நிறமி. 2. லைப்போ குரோம் எனப்படும் மஞ்சள் அல்லது ஆரஞ்சு நிறமுள்ள நிறமி. இது தானியங்கி நரம்புத் திரள்களின் நியூரான்களில் ஆக்ஸான் மேட்டில் காணப்படுகின்றது.

உட்கருமணி கொண்ட பெரிய, வட்டமான மையத்தில் அமைந்த உட்கரு நியூரோபிளாசத்தில் இருக்கின்றது. இதன் அளவு, செல்லின் அளவு, மற்றும் செயல்களைப் பொறுத்து வேறுபடுகின்றது.



நியூரானின் சைட்டோபிளாசம், பக்கங்களில் நூலிழைகள் போன்ற நீட்சிகளாக நீண்டு காணப்படுகின்றன. இந் நீட்சிகள் இருவகைப்படுகின்றன. அவை: 1. டென்ட்ரான்கள் 2. ஆக்ஸான்கள்.

டென்ட்ரான்கள் அல்லது டென்ட்ரைட்கள் - இவை தூண்டலை நியூரானின் உள் கடத்தும் நீட்சிகள். இவை பல கிளைகளைக் கொண்டவை. இவற்றினுள் நீஸ்சல் உறுப்புக்கள், மைட்டோகாண்ட்ரியா ஆகியவை காணப்படுகின்றன.

ஆக்ஸான் - இது நியூரானின் வெளிச் செல் நீட்சி. இது தூண்டலை நியூரானிலிருந்து வெளியே கடத்துகின்றது. ஒரு நியூரானுக்கு பல டென்ட்ரான்கள் இருந்த போதும் ஒரேயொரு ஆக்ஸான்தான் இருக்கின்றது. ஆக்ஸான் பெரிதாகவும் கிளைகள் அதிகம் அற்றதாகவும் இருக்கின்றது. ஆக்ஸானில் நிஸ்சல் உறுப்புக்கள் இல்லை. ஆக்ஸான், ஆக்ஸான் மேடு (axon hillock) எனப்படும் ஒரு கூம்பு வடிவ எழுச்சியிலிருந்து தோன்றுகின்றது. ஆக்ஸானின் விட்டம் முழுநீளத்திற்கும் ஒரே சீராக இருக்கின்றது.

ஆக்ஸானின் முனையில் கொத்தான கிளைகள் காணப்படுகின்றன. இவை டீலோடென்ட்ரியா (telodendria) எனப்படுகின்றன. டீலோடென்ட்ரியாவின் முனைகள் நுண் புடைப்புக்களைக் கொண்டிருக்கின்றன. இப்புடைப்புக்கள், அடுத்தமைந்துள்ள நியூரானின், செல் உடலின் மேல் பரவி அமைந்துள்ளன. இந்த சந்திப்புக்கள் சைனாப்சுகள் எனப்படுகின்றன. ஆக்ஸானின் முனைகளில் அதிக அளவு மைட்டோகாண்ட்ரியாக்கள் இருக்கின்றன.

முனையில் உள்ள கிளைகள் தவிர ஆக்ஸான், மெல்லிய கோலாட்டிரல் இழைகள் எனப்படும் பக்கக் கிளைகளையும் சில சமயங்களில் கொண்டிருக்கின்றது.

**நியூரான்களின் வகைபாடு**

நியூரான்கள் அவை கொண்டுள்ள நீட்சிகளின் எண்ணிக்கையின் அடிப்படையில் பல வகைப்படுகின்றன.

1. ஒரு துருவமுனை (Unipolar) நியூரான்கள் - ஆக்ஸான் மட்டும் கொண்ட நியூரான் ஒரு துருவமுனை கொண்ட நியூரான் எனப்படுகின்றது. பொதுவாக எல்லா நியூரான்களும் வளர்ச்சிய

## நரம்பிழைகள் (Nerve Fibres)

அநேக ஆக்ஸான்கள் தங்களைச் சூழ்ந்து பல புற உறைகளைக் கொண்டிருக்கின்றன. ஒரு ஆக்ஸான் அதன் புற உறையுடன் சேர்த்து ஒரு நரம்பிழை என்று அழைக்கப்படுகின்றது. பல நரம்பிழைகள் சேர்ந்து கட்டுக்களாக அமைத்து காணப்படுகின்றன. நரம்பிழைகள் இருவகைப்படுகின்றன. அவை: 1. மயலின் உறை கொண்டவை. 2. மயலின் உறை அற்றவை.

1. மயலின் உறை (Myelin sheath) அல்லது மெடுல்லரி உறை கொண்ட நரம்பு இழைகள்

மத்திய நரம்பு மண்டலத்தின் வெண் பகுதி, மூளை மற்றும் தண்டுவட நரம்புகள் ஆகியவை பெரும்பாலும் மயலின் உறை கொண்ட நரம்பிழைகளைக் கொண்டிருக்கின்றன. இவ்விழைகள் மையத்தில் அமைந்த ஆக்ஸானையும் அதனைச் சூழ்ந்தமைந்துள்ள குழல் போன்ற மயலின் உறை அல்லது மெடுல்லரி உறையையும் கொண்டிருக்கின்றன. ஆக்ஸானில் உள்ள சிறப்படையாத சைட்டோபிளாசம் ஆக்ஸோபிளாசம் எனப்படுகின்றது. ஆக்ஸோபிளாசத்தைச் சூழ்ந்தமைந்துள்ள மெல்லியப் புறப்படலம் ஆக்ஸோலெம்மா எனப்படுகின்றது. ஆக்ஸோலெம்மா நரம்புத் தூண்டலைக் கடத்துவதில் முக்கியப் பங்கேற்கின்றது. மயலின் உறை லிப்போபுரோட்டீனால் ஆனது. எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி ஆய்வுகள் மயலின் உறை பல அடுக்குகள் கொண்டிருப்பதாகத் தெரிவிக்கின்றன. இவ்வடுக்குகள், ஆக்ஸானைச் சூழ்ந்து ஒன்றுக்குள் ஒன்றாக அமைந்துள்ள ஜெல்லி சுருளைப் போல தோற்றமளிக்கின்றன.

புற நரம்பிழைகளில் மயலின் உறை சீரான இடைவெளிகளில் அமைந்துள்ள ரான்வியர் முடிச்சுக்கள் (nodes of ranvier) எனப்படும் ஒடுக்கங்களினால் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. மயலின் உறை கொண்டுள்ள நரம்பிழைகளில் ஓய்வுநிலை மற்றும் செயல் மின் அழுத்த அளவுகள் ரான்வியர் முடிச்சுக்களுக்கு மட்டுமே இருப்பதால் நரம்புத் தூண்டல் அலைகள் தாவித் தாவிக்க கடத்தப்படுகின்றன. இரு ரான்வியர் முடிச்சுக்களுக்கிடையிட்ட பகுதி ரான்வியர் கணுப் பகுதி எனப்படுகின்றது.



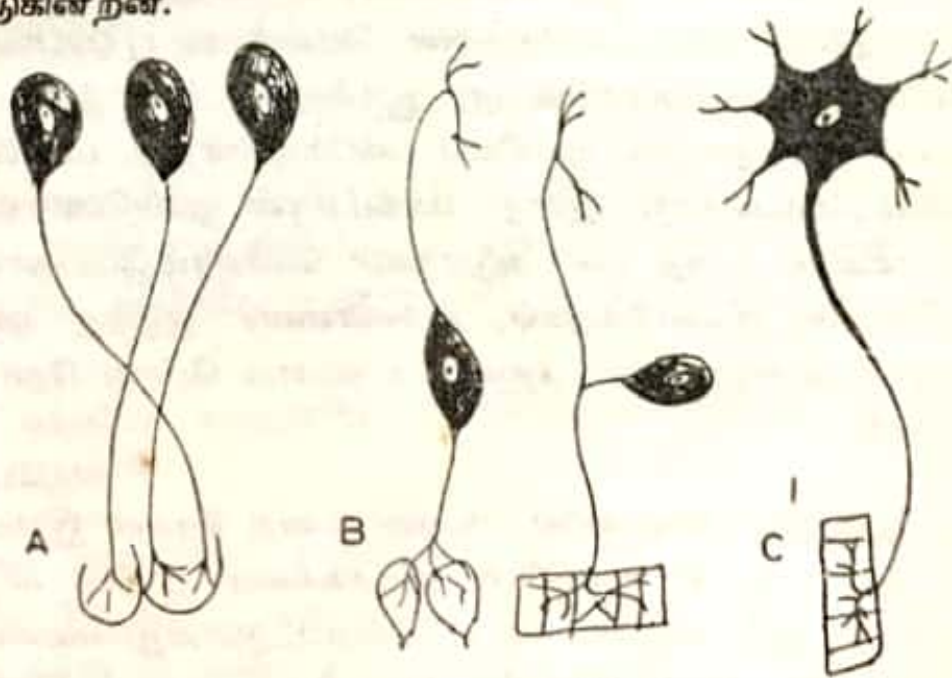
2. இரு துருவமுனை (bipolar) நியூரான்கள் - இவை நாற்கண்டு வடிவுடைய செல்கள். ஒரு முனையில் ஒரு ஆக்ஸானையும், அதன் எதிர் முனையில் ஒரு டென்ட்ரானையும் கொண்டிருக்கின்றன. முதிர்ந்த உயிரிகளில் விழித்திரை, காக்ளியாவின் சுழல் நரம்புத் திரள், வெஸ்டியூலின் நரம்புத் திரள் மற்றும் நுகர்ச்சி நரம்பு எப்பித் தீலியம் ஆகியவற்றில் இரு துருவ முனை நியூரான்கள் இருக்கின்றன.

3. பல துருவ முனை (multipolar) நியூரான்கள் - இவை பல நீட்சிகளைக் கொண்ட நரம்புச் செல்கள். இவை மத்திய நரம்பு மண்டலம் மற்றும் தானியங்கி நரம்பு மண்டலம் ஆகியவற்றில் காணப்படும் பொதுவான நரம்புச் செல்களாகும்.

4. மயலின் உறை கொண்ட நியூரான்கள்.

5. மயலின் உறையற்ற நியூரான்கள்.

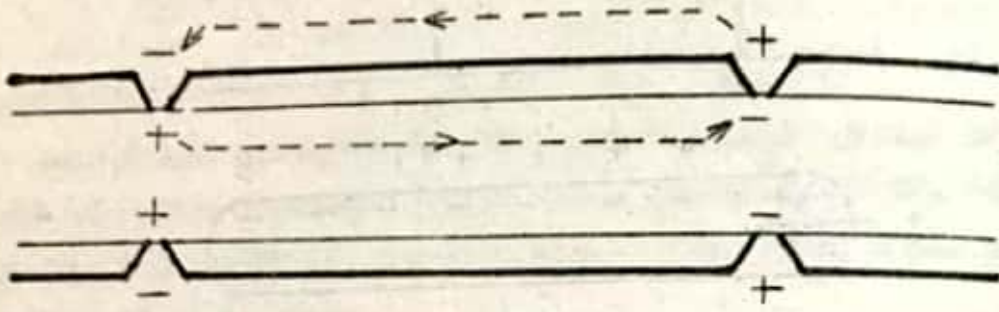
செயலின் அடிப்படையில் நியூரான்கள், உட்செல் நியூரான்கள், வெளிச்செல் நியூரான்கள், உணர் நியூரான்கள், இயக்கு நியூரான்கள், ஹார்மோன்களைச் சுரக்கும் நியூரான்கள் எனப் பலவகைப்படுகின்றன.



படம் - 81 - நியூரான்களின் வகைகள்

- A. ஒரு துருவ முனை நியூரான்
- B. இரு துருவ முனை நியூரான்
- C. பல துருவ முனை நியூரான்

எனப்படுகின்றது. அதுபோல்  $K^+$  அயான்கள் செல்லின் வெளிப்புறத்திலிருந்து செல்லினுள் செயல் மிகு கடத்தல் மூலம் கடத்தப்படுகின்றன. இது பொட்டாசியம் பம்பு எனப்படுகின்றது. இவ்விரு செயல்களும் சேர்ந்து தொகுப்பாக சோடியம் பொட்டாசியம் பரிமாற்ற பம்பு எனப்படுகின்றன. இச் செயல்கள் அயான்களின் அடர்வு வாட்டத்திற்கு எதிராகச் செயல்பட வேண்டுவதால் செல்லின் வளர்சிதை மாற்றத்தில் பெறப்படும் சக்தியின் உதவியுடன் செயல்படுகின்றன.



படம் 85 - மயலின் உறை கொண்ட நரம்பிழையில் தூண்டல் தாவிக்க கடத்தப்படுதல்.

### நிலை 5. செயல் மின் அழுத்த அளவு தோற்றம்

$Na^+$  அயான் உள்ளே விரைந்தவுடன், நரம்பிழையின் அக்குறிப்பிட்ட பகுதியின் வெளிப்புறம் குறுகிய காலத்திற்கு எதிர்மின் திறன் உடையதாக மாறுகின்றது. ஆனால் குறிப்பிட்ட இப்பகுதியை அடுத்தமைந்த பகுதி இதே நேரத்தில் நேர்மின் திறன் கொண்டதாகத் தான் இருக்கின்றது. இவ்வாறு நரம்பிழையின் அடுத்தடுத்தமைந்த இரு பகுதிகளில் காணப்படும் மின் அழுத்த அளவு வேறுபாடுகள், செயல் மின் அழுத்த அளவு (Action potential) எனப்படுகின்றது. இவ்வாறு தூண்டப்பட்டு மின்முனைப்பியக்கம் நீக்கப்பட்ட பகுதிக்கும், ஓய்வு நிலையில் உள்ள பகுதிக்கும் இடையே ஒரு உள்ளுறை மின்சுற்று ஓட்டம் (local circuit flow) ஏற்படுத்தப்படுகின்றது.

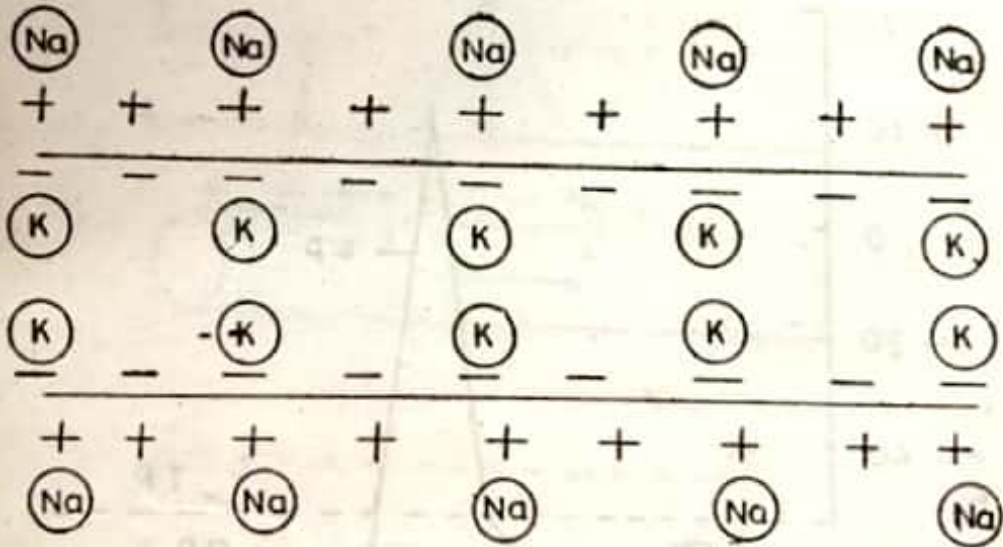
எதிரெதிர் மின் திறன்கள் ஒன்றையொன்று ஈர்க்கும் சக்தி கொண்டிருப்பதால் நரம்பிழையின் படலத்தின் இரு பக்கங்களிலும் நேர் மின் திறன், எதிர் மின் திறனை நோக்கி விரைகின்றது.



சார்ந்திருக்கின்றது.  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ , மற்றும்  $\text{Cl}^-$  அயான்கள் உயிருள்ள செல்களின் உள்ளும் வெளியேயும் இடப்பெயர்ச்சி செய்வதை டோனான் சமநிலை முன் அறிவிக்கின்றது.

அட்வணை - 21

	நரம்பு செல் வெளித் திரவம்	நரம்பு செல்லுட் திரவம்
காட் அயான்கள்	$\text{Na}^+$	145
	$\text{K}^+$	4
	$\text{Cl}^-$	120
ஆன் அயான்கள்	$\text{HCO}_3^-$	27
	$\text{A}^-$	7
		155
மின் அழுத்த அளவு	0. -90 மில்லி ஒல்ட்	



படம் - 82 - ஓய்வு நிலை மின் அழுத்த அளவு

நிலை 2 -மின் முனைப்பியக்கம் நீக்கம் (Depolarization)

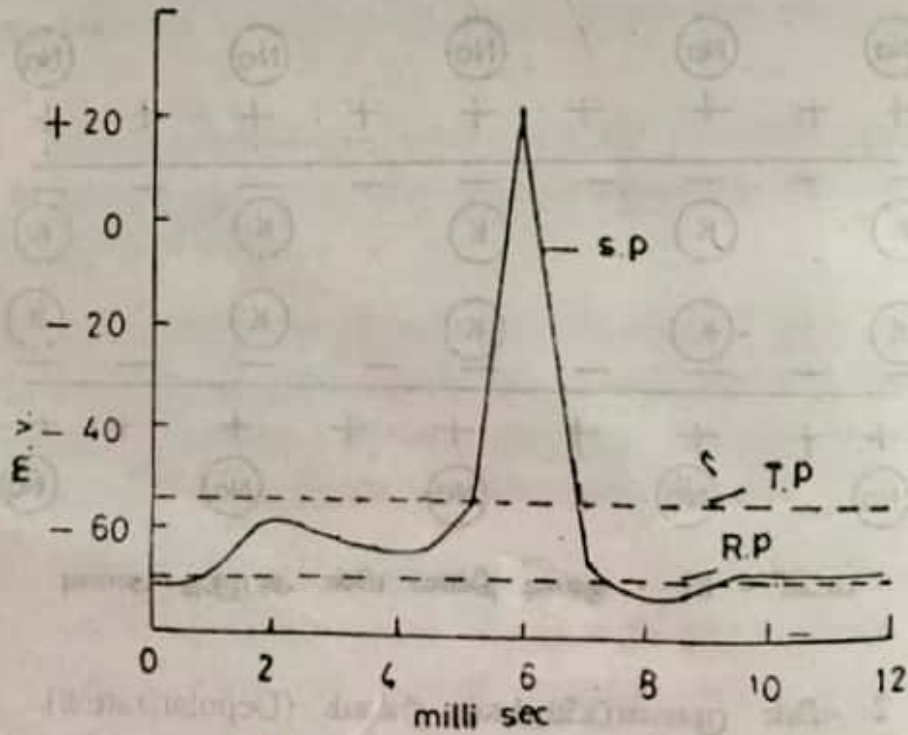
ஒரு நரம்பு தூண்டப்படும்போது, நரம்பிழைப் படலத்தின் ஊடுருவ இடந்தரும் இயல்பு மாறுபடுகின்றது. தூண்டல்; வேதியத் தூண்டலாகவோ, மின்காந்தத் தூண்டலாகவோ, அல்லது உயிர்ப்பற்ற இயக்கத் தூண்டலாகவோ இருக்கலாம். நரம்பு தூண்டப்பட்டவுடன்  $\text{Na}^+$  அயான்கள் வெகு விரைவாக உப்புருகின்றன. ஒவ்வொரு  $\text{Na}^+$  அயானும் நேர் மின் திறன் உடையதாக



இருப்பதால், இவை உட்புகுந்தவுடன் செல்லின் உட்புறம் நேர் மின் திறன் கொண்டதாக மாறுகின்றது. உடனே வெளிப்புறம் எதிர்மின் திறன் கொண்டதாக மாறிவிடுகின்றது. இவ்வாறு மின் திறன்கள் இரு பக்கங்களிலும் தலைகீழாக மாறிவிடுதல், மின்முனைப்பியக்கம் நீக்கம் அல்லது டிபோலரைசேஷன் எனப்படுகின்றது.

நிலை 3. மின் முனைப்பியக்கம் திரும்புதல் (Repolarization)

$K^+$  அயான்கள் தங்கள் நேர் மின் திறனுடன்,  $Na^+$  அயான்கள் உட்புகும் வேகத்தை விட அதிவேகமாக செல்லிலிருந்து வெளியேறுகின்றன. அதிக அளவு, நேர்மின் திறன் கொண்ட  $K^+$  அயான்கள் செல்லின் வெளிப்புறத்தை அடைந்தவுடன் அப்பகுதி மீண்டும் நேர்மின் திறன் உடையதாக மாறிவிடுகின்றது. இதனால் செல்லின் உட்பகுதி மீண்டும் எதிர் மின் திறன் உடையதாக மாறிவிடுகின்றது.



படம் - 83 - செயல் மின் அழுத்த அளவு

- mv - மில்லி ஒல்ட்
- Sp - உச்ச மின் அழுத்த அளவு
- Tp - அவசியமான மின் அழுத்த அளவு எல்லை
- RP - ஓய்வு நிலை மின் அழுத்த அளவு

மயலின் உறை, சாய்வாக அமைந்துள்ள வட்டமான பிளவுகளினால் பல மயலின் கண்டங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. மயலின் உறை, தூண்டல் சிதறிப் போகாமல் ஒருமுகமாகச் செல்ல உதவுகின்றது. நரம்பிழையின் முடிவு முனையில் மயலின் உறை இல்லை.

முளை மற்றும் தண்டுவடத்தில் அமைந்துள்ள நரம்பிழைகள் மேலும் ஒரு மெல்லிய புற உறையினால் சூழப்பட்டுள்ளது. இவ்வுறை உட்கரு கொண்ட தட்டையான ஷிவான் செல்கள் (Schwann cells) ஒன்றோடொன்று இணைந்து உருவாகின்றது. ஷிவான் செல்கள் மயலின் உறையைத் தோற்றுவிக்கின்றன. ஷிவான் செல்களுக்கு வெளிப்புறத்தில் அதனை ஒட்டிக் கொண்டு மற்றொரு மிக மெல்லிய இணைப்புத் திசுவாலான நியூரோலெம்மா (neurolemma) எனப்படும் உறை அமைந்துள்ளது. இது நரம்பின் எண்டோ நியூரியத்திலிருந்து தோன்றுகின்றது.

2. மயலின் உறையற்ற நரம்பிழைகள் - இவை மிகவும் சிறியவை. இவற்றின் ஆக்ஸான்கள் உட்கரு கொண்ட ஷிவான் செல்களினாலான உறையால் சூழப்பட்டிருக்கின்றன. தானியங்கி நரம்புத் திரள்களின் ஆக்ஸான்கள் இவ்வகையைச் சார்ந்தவை.

## நரம்புத் தூண்டல் தோற்றமும் பரவலும் (Origin and propagation of nerve impulse)

ஒரு நரம்பிழை வழியே ஒரு உற்செயலியச் செயல் அலை கடத்தப்படும் போது நடைபெறும் இயற்பிய வேதிய நிகழ்ச்சிகள் தொகுப்பாக நரம்புத் தூண்டல் எனப்படுகின்றது. (பூரூள், 1980).

I. மயலின் உறையற்ற நரம்பிழையில் நரம்புத் தூண்டல் கடத்தப்படுதல்

ஒரு நரம்பிழை தூண்டலை எடுத்துச் செல்லாமல், ஓய்வு நிலையில் இருக்கும்போது அதன் வெளிப்புறத்தில்  $Na^+$  அயான்கள் அடர்ந்து இருக்கின்றன. இதனால் இவ்வெளிப்புறம் நேர்மின் திறன் கொண்டிருக்கின்றது. நரம்பிழையின் உட்புறத்தில்  $K^+$  அயான்கள் அடர்ந்து இருக்கின்றன.  $K^+$  அயான்கள் அதிக அளவு இருந்தபோதும், அவற்றுடன்  $Cl^-$  அயான்கள் மற்றும் ஆக்ஸான்



படலத்தின் ஊடே எளிதாக ஊடுருவ இயலாத பெரிய கரிம அயான்களான; அசிட்டேட், பைருவேட், லாக்டேட் அமைனோ அமிலங்கள் ஆகிய வளர்சிதை மாற்றச் செயல்களினால் பெறப்பட்ட அயான்கள் இருப்பதால் நரம்பிழையின் உப்புறம் எதிர் மின் திறன் கொண்டிருக்கின்றது. நரம்பில் தூண்டல் 5 படிநிலைகளில் கடத்தப்படுகின்றது. அவை:

நிலை 1. ஓய்வு நிலை மின் அழுத்த அளவு (resting potential) தோற்றம் - ஆக்ஸோபிளாசத்தின் உப்புறத்திற்கும் வெளிப்புறத்திற்கும் இடையே அயான்களின் பரவல் வேறுபாடு இருக்கின்றது. செல்வெளித் திரவத்தில்  $Na^+$  மற்றும்  $Cl^-$  அயான்களின் அடர்வு அதிகமாகவும், செல்லுட் திரவத்தில்  $K^+$  மற்றும் பெரிய கரிம அயான்களின் ( $A^-$ ) அடர்வு அதிகமாகவும் இருக்கின்றது.

நரம்பிழைப் படலத்தில் மின் அழுத்த அளவு வேறுபாடு கீழ்வரும் இரு காரணிகளினால் தோன்றுகின்றது.

1. இப்படலம், தேர்ந்தெடுத்து ஆன் அயான்கள் அல்லது காட் அயான்களை மட்டுமே கடத்தும் திறன் கொண்டிருக்கின்றது.

2. இப்படலத்தின் உப்புறம் மற்றும் வெளிப்புறங்களில் உள்ள, ஊடுபரவ இயலாத சில அயான்களுக்கிடையே அடர்வு வேறுபாடு இருக்கின்றது.

இக்காரணிகளினால் நரம்பிழைப் படலத்தின் இரு பக்கங்களுக்கிடையே மின் அழுத்த அளவு வேறுபாடு தோன்றுகின்றது. அதிக அடர்வு கொண்ட திரவம், குறைந்த அடர்வு கொண்ட திரவத்திற்கு எதிர் மின் திறன் கொண்டதாகின்றது.

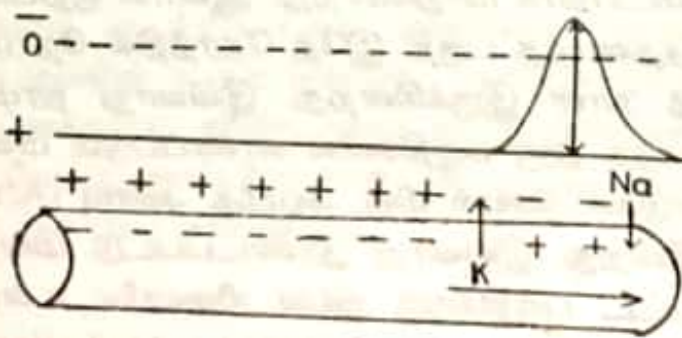
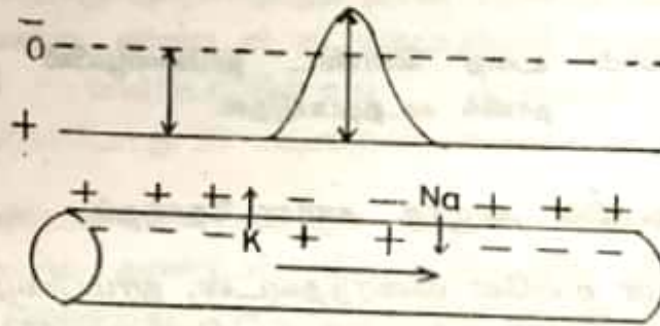
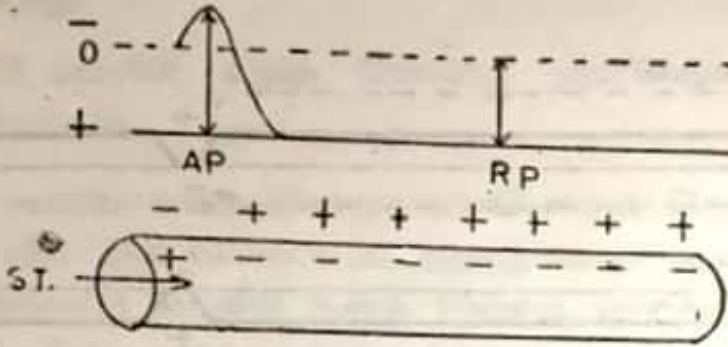
நரம்பிழையின் படலத்தின் இரு பக்கங்களுக்கிடையே உள்ள இம் மின் அழுத்த அளவு வேறுபாடு, ஓய்வு நிலை மின் அழுத்த அளவு அல்லது படல மின் அழுத்த அளவு (membrane potential) எனப்படுகின்றது. இது  $-0.07$  வோல்ட் அல்லது  $-70$  மில்லி ஒல்ட்கள். இந்நிலையில் நரம்பிழையின் படலம் மின் முனைப்பியக்க ஆற்றல் கொண்டிருக்கின்றது (polarised) எனப்படுகின்றது.

ஓய்வு நிலை மின் அழுத்த அளவு டோனான் சமநிலை (Donnan equilibrium) எனப்படும் இயற்பிய-வேதிய சமநிலையைச்

இந்திகழ்ச்சி மின்முனைப் பியக்கம் திரும்புதல் அல்லது ரிபோல ரைசேஷன் எனப்படுகின்றது. இப்பொழுது நரம்பிழை மீண்டும் ஓய்வு நிலை மின் அழுத்த அளவினை அடைகின்றது.

நிலை 4. வளர்சிதை மாற்ற 'பம்பு' (Metabolic pump)

செல்லின் உட்புறத்திலிருந்து செயல்மிகு கடத்தல் மூலம்  $Na^+$  அயான்களை வெளியேற்றுதல் சோடியம் பம்பு (Sodium pump)



படம் 84 - தூண்டல் கடத்தப்படும் விதமும், சோடியம் பொட்டாசியம் அயான்கள், உட்புகுதலும் வெளியேறுதலும்

- AP - செயல் மின் அழுத்த அளவு
- RP - ஓய்வு நிலை மின் அழுத்த அளவு
- st - தூண்டல்



பெற்றுக்கொள்கின்றன. அசிண்டைல் கோலின், அடுத்தமைந்த ஆக்ஸானின் அல்லது டென்ரானின் அல்லது செல்லுடலின் மின் முனைப்பியக்கத்தை நீக்குகின்றது. மின் முனைப்பியக்க நீக்கம் தேவையான அளவு இருந்தால் தூண்டல் அடுத்த நியூரானுக்குக் கடத்தப்படுகின்றது.

அசிண்டைல்கோலின், வேதிய தூண்டல் கடத்தியாகச் செயல்படுகின்றது. அடுத்தடுத்து நரம்புத் தூண்டல்கள் கடத்தப் படுவதால் அசிண்டைல்கோலின் அளவு சைனாப்ஸிசில் அதிகரிக்கப்படுகின்றது. மேலும் எல்லாத் திசைகளிலும் பரவுகின்றது. எனவே அதிகம் பரவுமுன், அசிண்டைல்கோலின் எஸ்டரேஸ் என்னும் நொதியின் உதவியினால், அது உடைக்கப்பட்டு நீக்கப்படுகின்றது.

சைனாப்ஸின் பணிகள்

1. சைனாப்ஸ் தூண்டலை ஒரே திசையில் கடத்தும் வால் வாகச் செயல்படுகின்றது.

2. தூண்டல் கடத்தப்படும் பாதையைக் குறுக்குகின்றது. சைனாப்ஸிஸ் பகுதியான இவ்விடத்திலும் ஒரு நியூரான் அமைய வேண்டியிருக்குமானால் தூண்டல் கடத்தப்படும் தூரம் அதிகரிக்கும்.

#### IV நரம்பு தசை சந்திப்பில் கடத்தல்

ஒரு நரம்புத் தூண்டல், ஒரு தசைநாரைச் சுருங்கத் தூண்டும் இடம் நரம்புத் தசை சைனாப்ஸிஸ் எனப்படுகின்றது. எலும்புத் தசைகளைச் சுருங்கச் செய்யும் தூண்டல்களைக் கொண்டுவரும் இயக்க நரம்புகள், முனையில் இயக்க முடிவுத் தட்டுக்கள் (motor end plates) எனப்படும் பல நுண் இழைகளாகப் பிரிகின்றன. தசையில் உள்ள ஒவ்வொரு தனி தசை நாரும் ஒரு தனி இயக்க முடிவுத் தட்டின் மூலம் தூண்டப்படுகின்றது. ஒரு இயக்க நரம்பில் நூற்றுக்கும் மேற்பட்ட இயக்க முடிவுத் தட்டுக்கள் காணப்படுகின்றன. நரம்புகளைப் போல், தசைகளும் தூண்டப்படும் திகக்களாக இருக்கின்றன.

இயக்க முடிவுத் தட்டில் பல சைனாப்ஸிக் பைகள், அசிண்டைல் கோலின் கொண்டிருக்கின்றன. நரம்புத் தூண்டலினால் இப்பைகள் சைனாப்ஸிசில் அசிண்டைல் கோலினைக் கொட்டு



இவர்கள் கருத்துப்படி, நியூரானின் படலத்தின் ஊடுருவ இடந்தரும் இயல்பு மாறுவதால் தூண்டல் ஏற்படுகின்றது.

3. ஹில்ப்ரீனின் கால்சியம் வெளிப்படும் கோட்பாடு - ஹில்ப்ரீனின் கருத்துப்படி, கனிமக் கூட்டுப் பொருட்களிலிருந்து வெளிப்படும் கால்சியம் அயான்கள் தூண்டலை ஏற்படுத்துகின்றன. இக்கால்சியம் அயான்கள், செல்லின் மின்திறனை மாற்றுகின்றன. சோடியம், பொட்டாசியம் அயான்கள், செல் படலத்தின் ஊடே ஊடுருவுதலை கால்சியம் அயான்கள் கட்டுப்படுத்துகின்றன.

4. ஆஸ்டர்ஹவுட்டின் கோட்பாடு -  $K^+$  அயான்களின் அடர்வில் ஏற்படும் மாற்றங்கள்தான் நரம்புத் தூண்டலைத் தோற்றுவிக்கின்றதென ஆஸ்டர்ஹவுட் கருத்துத் தெரிவிக்கின்றார்.

5. அசிட்டைல் கோலின் உருவாக்கம் கோட்பாடு - இதன் படி, நரம்புத் தூண்டல் தோன்றுவதற்கு அசிட்டைல் கோலின் உருவாக்கப்பட வேண்டும். இக்கோட்பாட்டைக் கீழ்வரும் விளக்கங்கள் ஆதரிக்கின்றன.

1. அசிட்டைல் கோலின் ஒரு தூண்டலினால் மட்டுமே வெளியிடப்படுகின்றது. வெளிப்பட்ட அசிட்டைல் கோலின் ஆக்ஸானின் படலத்தின் ஊடுருவ இடந்தரும் இயல்பை மாற்றுகின்றது.

2. அசிட்டைல் கோலின் வெளிப்பட்டவுடன் சோடியம் அயான்கள் படலத்தினுட் செல்கின்றன. பொட்டாசியம் அயான்கள் படலத்தினுடே வெளியேறுகின்றன.

**நரம்பிழைகளின் பண்புகள்**

1. அவசியமான ஓரளவு வலிமை (Threshold strength) - நரம்பிழைகள் அவசியமான ஓரளவு வலிமையுடன் கொடுக்கப்பட்டால் மட்டுமே தூண்டலை ஏற்றுக் கொள்கின்றன.

2. உண்டு அல்லது இல்லை விதி - தேவையான அளவு வலிமையுடன் கொடுக்கப்பட்டாலன்றி தூண்டலை நரம்பிழைகள் ஏற்றுக்கொள்வதில்லை. அவசியமான குறைந்த வலிமையுடன் கொடுக்கப்பட்டாலும் ஏற்றுக் கொள்கின்றது. தூண்டலை ஏற்றுக் கொண்டபின், அதனை உச்ச வேகத்தில், கொடுக்கப்பட்ட வலிமைக்குக் கட்டுப்படாமல், கடத்துகின்றது. இதனால் நரம்புத்



இதன் விளைவாக தூண்டல் இருக்கும் இடத்தை அடுத்தமைந்த பகுதியில் மின் முனைப்பியக்கம் நீக்கப்படுகின்றது. இம் மின் முனைப்பியக்கம் நீக்கப்படும் செயல், படலத்தின் ஊடுருவ இடந்தரும் இயல்பை அதிகரிக்கின்றது. உடனே  $Na^+$  அயான்கள் வெகுவேகமாக செல்லுப் புகுந்து தூண்டல் தொடர்ந்து விரைவாகக் கடத்தப்பட இடமளிக்கின்றது. இவ்வாறு நரம்புத் தூண்டல் செயல் மின் அழுத்த அளவு மூலம் அலை அலையாகக் கடத்தப்படுகின்றது.

**II மயலின் உறை கொண்ட நரம்பிழைகளில் தூண்டல் கடத்தப்படுதல்**

மயலின் உறை கொழுப்புப் பொருள் செறிந்த உறையாதலால் மின் அலைகளைக் கடத்துவதில்லை. ஆனால் ரான்வியர் முடிச்சுக்களில் மயலின் உறை இல்லை. எனவே மின் தூண்டல் செயல் மின் அழுத்த அளவு (action potential), ஒரு முடிச்சிலிருந்து மற்றொரு முடிச்சிற்குத் தாவி அல்லது குதித்துச் செல்கின்றது. இவ்வாறு தூண்டல் கடத்தப்படுதல் தாவுதல் வழிக் கடத்தப்படுதல் எனப்படுகின்றது. தூண்டல் இம்முறையில் கடத்தப்படும்போது 20 மடங்கு வேகமாகக் கடத்தப்படுகின்றது.

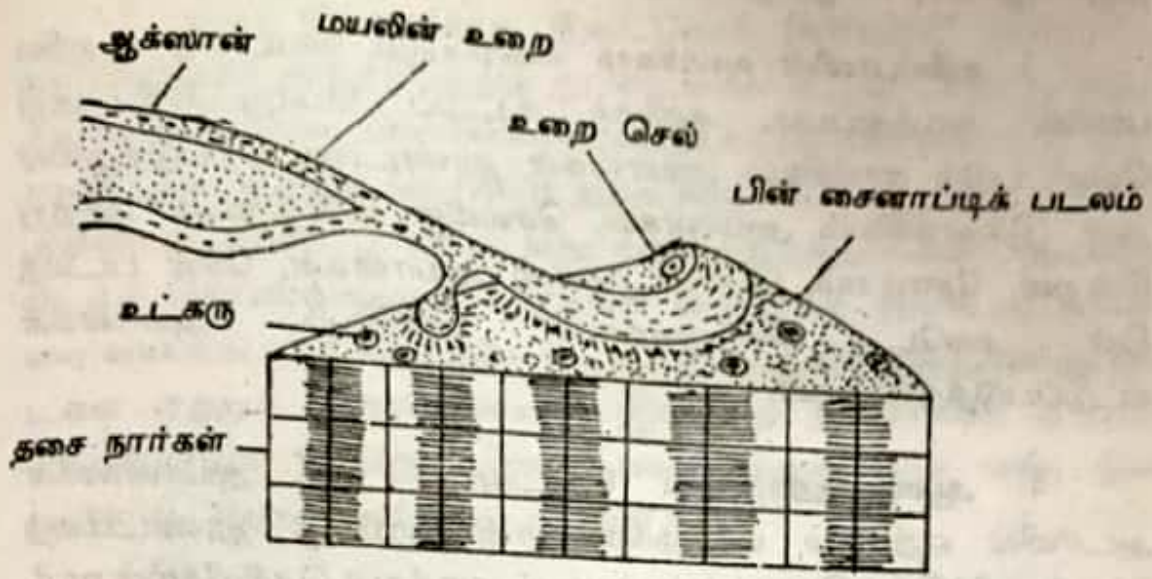
தூண்டல் கடத்தப்படும் வேகம் - மயலின் உறையற்ற நரம்பிழையில் தூண்டல், வினாடிக்கு சில மீட்டர்கள் தூரம் கடத்தப்படுகின்றது. பாலூட்டிகளின் பெரிய, தடித்த மயலின் உறை கொண்ட நரம்பிழைகள் தூண்டலை வினாடிக்கு 100 மீட்டர்கள் தூரம் கடத்துகின்றன. அனிச்சை செயல்கள் நடைபெறும்போது மயலின் உறை கொண்ட நரம்பிழைகள் மணிக்கு 200 மைல்கள் வேகத்தில் தூண்டலைக் கடத்துகின்றன. தூண்டலைக் கடத்தும் வேகம், நரம்பிழையின் விட்ட அளவுடன் நேர் முகத் தொடர்வு கொண்டிருக்கின்றது.

**சைனாப்ஸ் மற்றும் சைனாப்ஸில் தூண்டல் கடத்தல்**

ஆக்ஸானினின், முனைப் பகுதி, பிற நியூரான்கள், தசைச் செல்கள், உணர் செல்கள், மற்றும் பிற செல் உறுப்புக்களோடு தொடர்பு கொள்கின்றது. இப்பகுதியின் மூலம் நரம்புத் தூண்



கின்றன. இவ் வேதியப் பொருள் தசை நாரில் மின் செயலைத் தூண்டிவிடுகின்றது.



படம் 87 - எலும்புத் தசையின் இயக்க முனைத் தட்டின் அமைப்பு (நரம்பு-தசை சந்திப்பு)

நரம்புத் தசை சைனாப்டிசில் அசிட்டைல் கோலின் மட்டுமல்லாது வேறு சில வேதியப் பொருட்களும் தூண்டலைக் கடத்துகின்றன. அவை:

1. நார் அட்ரீனலின் - இது பாலூட்டிகளின் வரியற்ற தசைகளின் நரம்புத் தசை சைனாப்டிசுகளில் தூண்டல் கடத்தும் பொருளாகச் செயல்படுகின்றது.
2. 5 -ஹைட்ராக்ஸி டிரிப்டோபேன் (சிரோடோனின்).
3. காமா அமைனோ பியூடைரிக் அமிலம் (GABA).

நரம்புத் தூண்டல் (Nerve impulse)

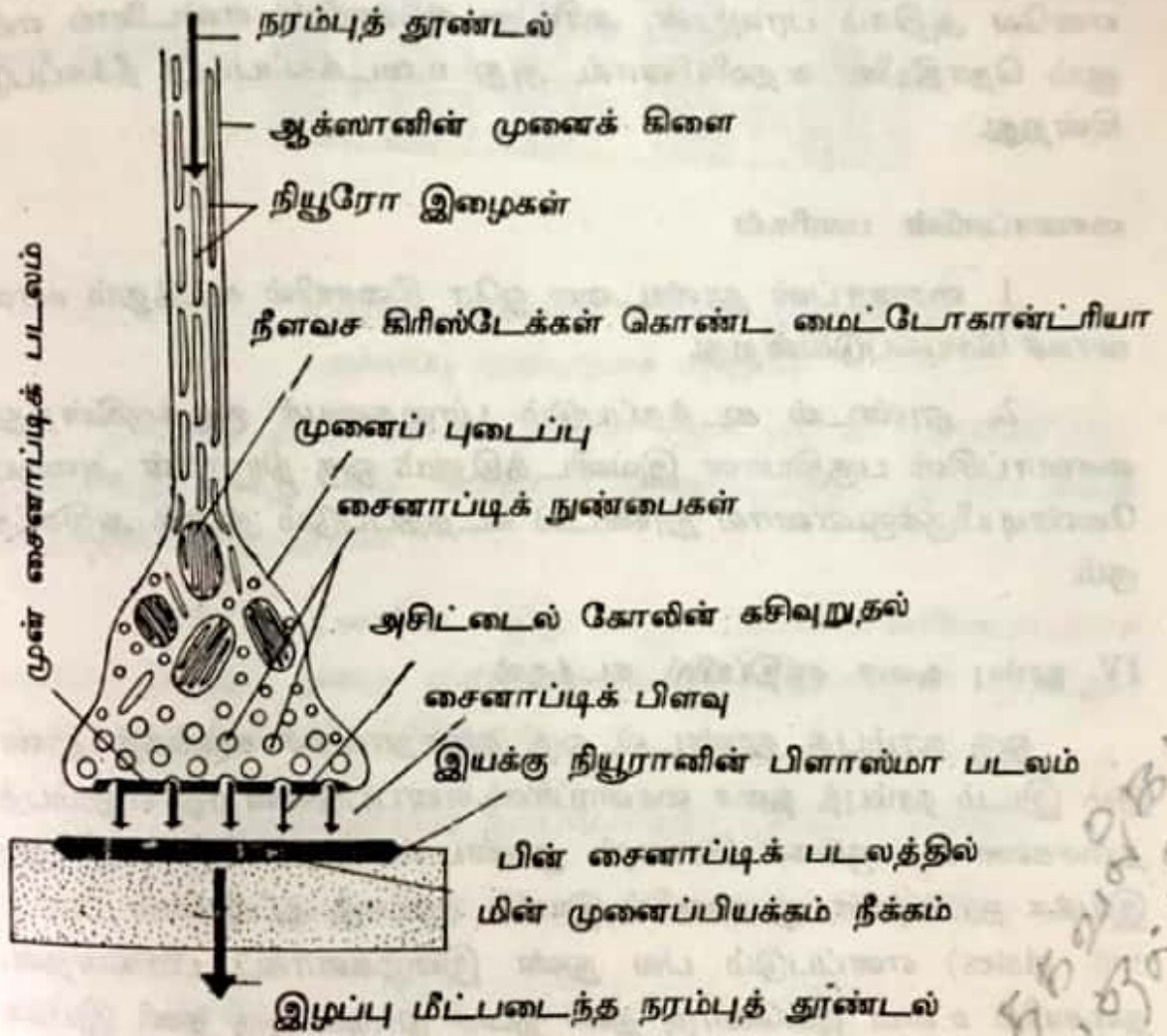
நரம்புத் தூண்டலின் இயல்பு பற்றி பலர் பல கருத்துக்களைக் கூறியுள்ளனர். அவற்றில் முக்கியமானவை-

1. நெர்ன்ஸ்ட்டின் கோட்பாடு - நெர்ன்ஸ்ட்டின் கருத்துப்படி நரம்புத் தூண்டல் அயான்களினால் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றது.
2. படலத்தின் ஊடுருவ இடந்தரும் இயல்பு சார்ந்த கோட்பாடு-இதனைக் கோல் மற்றும் கர்ட்ஸ் என்பவர்கள் விளக்கினர்.



பிக்கு பைகள் காணப்படுகின்றன. இவற்றினுள் அசி஁டல்கோலின் எனப்படும் வேதியப் பொருள் இருக்கின்றது. அசி஁டல் கோலின் தூண்டலைக் கடத்தும் செயலைச் செய்யும் வேதியப் பொருள். அசி஁டல் கோலின் உருவாக்கம், கோலின் அசி஁டலைஸ் நொதியின் தூண்டலினால் நடைபெறுகின்றது.

சைனாப்பிக்கு பைகளில் அதிக அளவு மைட்டோகாண்ட்ரியா அமைந்திருக்கின்றன.



செரு நரம்புத் தூண்டல்

படம் 86 - சைனாப்பிஸின் பொதுவான அமைப்பு

சைனாப்பிஸில் தூண்டல் கடத்தப்படுதல் - தூண்டல் சைனாப்பிஸின் புடைப்பை அடைந்தவுடன், அது சைனாப்பிக்கு பைகளைத் தூண்டுகின்றது. சைனாப்பிக்கு பைகள், சைனாப்பிக்கு பிளவை நோக்கி நகர்ந்து அங்கு, அசி஁டல் கோலினைக் கொட்டுகின்றன. பின் அவை புடைப்புக்குள் சென்று மீண்டும் மின் திறனைப்



டல்கள் ஒரு நியூரானிலிருந்து மற்றொரு நியூரானுக்கு அல்லது ஒரு நியூரானிலிருந்து ஒரு தசைச் செல்லுக்குக் கடத்தப்படுகின்றது. சைனாப்ஸ்கள், சந்திக்கும் பகுதியைப் பொறுத்து பலவகைப்படுகின்றன.

1. நியூரான்களுக்கிடையே ஏற்படும் சைனாப்ஸ்கள். இவை பல வகைப்படுகின்றன. அவை:

a. ஆக்ஸோ ஆக்ஸானிக் சைனாப்ஸ் - இது இரு நியூரான்களின் ஆக்ஸான்களும் சந்திக்கும் சைனாப்ஸ்.

b. ஆக்ஸோ-டென்ட்ரிக் சைனாப்ஸ் - இது ஆக்ஸானும் டென்ட்ரானும் சந்திக்கும் சைனாப்ஸ்.

c. ஆக்ஸோ - சோமாட்டிக் சைனாப்ஸ் - ஆக்ஸான் முனை மற்றொரு நியூரானின் செல் உடலைச் சந்திக்கும் சைனாப்ஸ்.

d. டென்ட்ரோ - டென்ட்ரிக் சைனாப்ஸ் - இது இரு நியூரான்களின் டென்ட்ரான்கள் சந்திக்கும் சைனாப்ஸ்.

2. மையோ - நியூரல் சைனாப்ஸ் அல்லது நரம்பு தசை சந்திப்பு - இது நரம்பிற்கும் தசைச் செல்லுக்கும் இடையே உள்ள சைனாப்ஸ்.

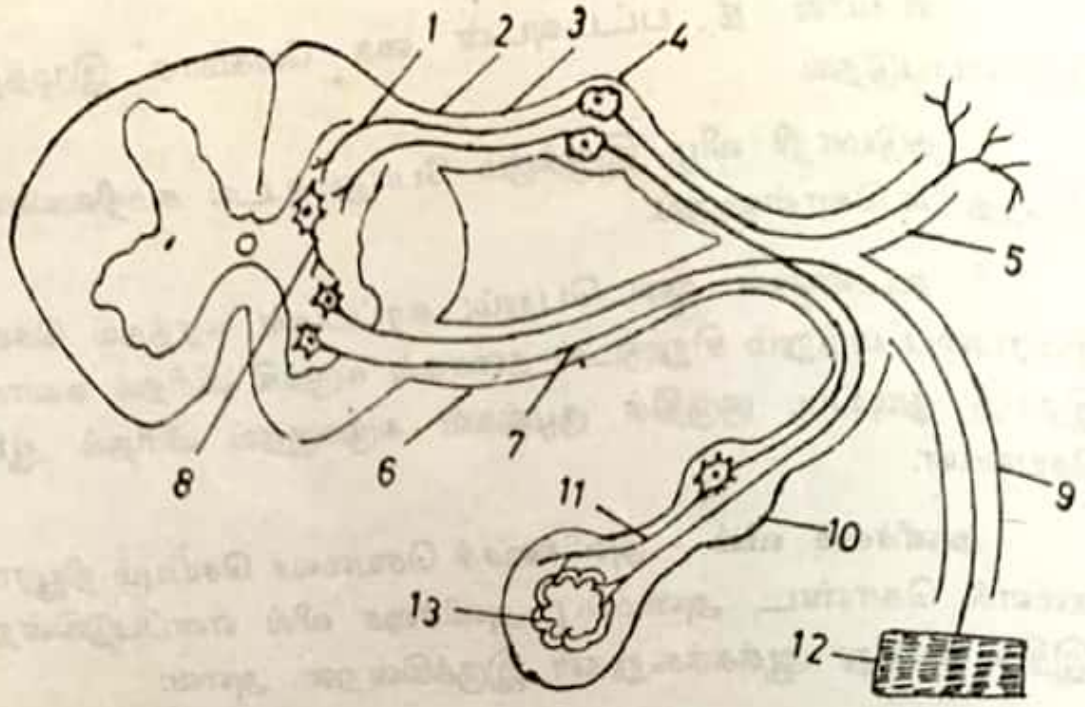
3. ஆக்ஸானின் முனைப் பகுதி உணர் செல்லைச் சந்திக்கும் சைனாப்ஸ்.

4. உணர் செல்களின் முனைகள் உணர்ச்சி நியூரான்களைச் சந்திக்கும் சைனாப்ஸ்.

5. ஆக்ஸான் முனைகள் பிற திசுக்களின் செல்களைச் சந்திக்கும் சைனாப்ஸ்.

சைனாப்ஸ் என்பது, ஒரு நியூரானின் கடை முனைக்கும் மற்றொரு நியூரானின் முன் முனைக்கும் இடையே உள்ள, சைனாட்டிக் விளவு எனப்படும் இடைவெளியாகும். எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில், ஆக்ஸான் முனைகளில் புடைப்புக்கள் இருப்பது தெரிகின்றது. இப்புடைப்புக்களின் அளவு 0.5 முதல் 2  $\mu$  வரை வேறுபடுகின்றது. இப்புடைப்புக்கள் சைனாட்டிக் புடைப்புக்கள் எனப்படுகின்றன. சைனாட்டிக் புடைப்புக்களில் பல சைனாப்





படம் - 88 - அனிச்சை - வில்

- |                           |  |
|---------------------------|--|
| 1. சோமாட்டிக் உணர் நரம்பு | 8. இணைக்கும் நியூரான்                        |
| 2. விசரல் உணர் நரம்பு     | 9. வயிற்றுப்புற ரேமஸ்                        |
| 3. முதுகுப்புற வேர்       | 10. தானியங்கு நரம்புத் திரள்                 |
| 4. நரம்புத் திரள்         | 11. நரம்புத் திரள் பின் விசரல் இயக்கு நரம்பு |
| 5. முதுகுப்புற ரேமஸ்      | 12. தசை                                      |
| 6. வயிற்றுப்புற வேர்      | 13. உணவுக் குழல்                             |
| 7. நரம்புத் திரள் முள்    |  |

அனிச்சை செயல் மையங்கள் - குறிப்பிட்ட உறுப்புக்களின் செயல்களைக் கட்டுப்படுத்தும் அனிச்சை செயல் மையங்கள் மூளை தண்டு வடத்தில் அமைந்துள்ளன. இம்மையங்கள் ஒரு தொகுப்பான நியூரான்களைக் கொண்டிருக்கின்றன. சுவாச அனிச்சை செயல் மையம் முகுளத்தில் அமைந்துள்ளது. இது சுவாச செயல் நடைபெறும்போது மார்புத் தசைகளின் இயக்கத்தைக் கட்டுப்படுத்துகின்றது. இதயத் துடிப்பின் வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் மையமும் முகுளத்தில் அமைந்திருக்கின்றது.

பழக்கு அனிச்சை செயல் (conditioned reflex) - இவ்வகை அனிச்சை செயல் பழக்கத்தினால் ஏற்படுகின்றது. இதனை முதலில் விளக்கியவர் ரஷ்ய அறிஞர் பாவ்லாஹ் (1849 - 1936). இவ்வனிச்சை செயலை பெரு மூளை கட்டுப்படுத்துகின்றது. எ.கா.



தூண்டல், உண்டு இல்லை விதிக்குப்பட்டது என்று விளக்கப்படுகின்றது.

3. ஏற்பு இயலாக்கால இடைவெளி (refractory period) - நரம்பிழையில் அடுத்தடுத்துத் தூண்டல்கள் கடத்தப்படுவது ஏற்பு இயலாக்கால இடைவெளியினால் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றது. ஒரு தூண்டலை ஏற்றுக் கொண்டு நரம்பிழை; செயல் மின் அழுத்த அளவைத் (Action potential) தோற்றுவித்து அதன் உச்ச அளவை எட்டிக் கொண்டிருக்கும் நேரத்தில் மற்றொரு தூண்டல் எவ்வளவு வலிமையாகக் கொடுக்கப்பட்டாலும், இவ்விரண்டாம் தூண்டலை ஏற்றுக் கொள்வதில்லை. இவ்வாறு தூண்டலை ஏற்றுக் கொள்ளாமல் இருக்கும் இடைவெளி. முழுமையான ஏற்பு இயலாக்கால இடைவெளி எனப்படுகின்றது.

முழுமையான ஏற்பு இயலாக்கால இடைவெளி 1 முதல் 6 வினாடிகள் வரை நீடிக்கின்றது.

4. கூர்முனை மின் அழுத்த அளவு (Spike potential) - ஒரு நியூரான் தேவையான உயர்ந்த அளவு வலிமையுடன் தூண்டப்படும் போது, மின் அழுத்த அளவில் ஒரு தெளிவான வேறுபாட்டை அடைகின்றது. வெகு வேகமாக மின் அழுத்த அளவு  $-70 \text{ mV}$ யிலிருந்து 0வை அடைகின்றது. பின்  $+20$  அல்லது  $-40 \text{ mV}$  யை அடைகின்றது. அதே அளவு வேகத்தில் மின் அழுத்த அளவு மீண்டும் ஒய்வுநிலை மின் அழுத்த அளவு நிலையை அடைந்து விடுகின்றது. இவ்வாறு மின் அழுத்த அளவு உச்சத்திற்கு கூராக ஏறி இறங்கும் செயல் கூர்மின் அழுத்த அளவு எனப்படுகின்றது.

5. எதிர்மறை பின் மின் அழுத்த அளவு (Negative after potential) - செயல் மின் அழுத்த அளவு முழுமையான ஒய்வு நிலையை அடையப்போகும் நேரத்திற்குச் சற்றுமுன், மின் அழுத்த அளவு இறங்குவது திடீரென மிக மெதுவாக நடைபெறுகின்றது. இது எதிர்மறை பின் மின் அழுத்த அளவு எனப்படுகின்றது.

6. நேர்மறை பின் மின் அழுத்த அளவு (Positive after potential) - மின்முனைப்பியக்கத் திருப்பம் நடைபெறும் போது, ஒய்வுநிலை மின் அழுத்த அளவு  $-75 \text{ mV}$ க்கும் குறைவாக கீழே



இறங்குகின்றது. இது நேர்மறை பின் மின் அழுத்த அளவு எனப் படுகின்றது.

7. ஆக்ஸிஜன் தொடர்ந்து கிடைக்கும்போது உணர்வலைகளை நீண்ட நேரம் கடத்துகின்றன. O<sub>2</sub> அற்ற நிலையில் உணர்வலைகள் ஒழுங்கற்ற நிலையில் கடத்தப்படுகின்றன.

### அனிச்சை செயல் மற்றும் அனிச்சை வில் (Reflex action and reflex arc)

உடலின் உப்புற மற்றும் வெளிப்புற சூழ்நிலைகளில் ஏற்படும் மாற்றங்களுக்கேற்ப உடலில் நடைபெறும் செயல்கள் தானாகவே நடைபெறுகின்றன. இச் செயல்கள் உயிரியின் கவனத்திற்கெட்டாமல் உடனே துரிதமாக நடைபெற்று முடிந்துவிடுகின்றன. இச் செயல்கள் அனிச்சை செயல்கள் எனப்படுகின்றன.

ஒரு உணர் தூண்டலுக்குத் தானாகவே நடைபெறுகின்ற எதிர்ச் செயல் அனிச்சை செயல் எனப்படுகின்றது. பொதுவாக இச் செயலில் மூளை பங்கேற்பதில்லை. அனிச்சை செயல் பொதுவாக இரு வகைப்படுகின்றன. அவை: 1. எளிய அனிச்சை செயல். 2. பழக்கு அல்லது நிபந்தனைக்குட்பட்ட அனிச்சை செயல். இவற்றில் தண்டுவடத்தால் கட்டுப்படுத்தப்படும் அனிச்சை செயல்கள் தண்டுவட அனிச்சை செயல்கள் என்றும் மூளைப் பகுதிகளினால் கட்டுப்படுத்தப்படும் அனிச்சை செயல்கள் மூளை அனிச்சை செயல்கள் (cranial reflexes) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

எளிய அல்லது பாதுகாக்கும் அனிச்சை செயல் - இது சூழ்நிலை மாற்றம் அல்லது ஒரு உணர் தூண்டலினால் தூண்டுவிக்கப்படுகின்ற உள்ளார்ந்த கற்றறிந்திராத எதிர்ச்செயல். இவை உடலைப் பாதுகாக்கும் பணியைச் செய்கின்றன. எ.கா.:

1. முழங்கால் பெட்டெல்லா தசை நாண், துட்டப்படும் போது கால் வெட்டியிழுத்தல். இது முழங்கால் வெட்டியிழுத்தல் எனப்படுகின்றது.

2. கண்ணை நோக்கி ஏதேனும் ஒரு பொருள் வரும்போது கண்ணிமைகள் முடுதல். இது கார்னியாவின் அனிச்சை செயல்.



3. கையில் தீ பட்டவுடன் கை வேகமாக இழுத்துக் கொள்ளப்படுதல்.

4. தடுமாறி விழ இருக்கும் போது உடல் சமநிலையைச் சரிபடுத்திக் கொள்ளுதல்.

5. உடலினுள் நடைபெறும்; சுரப்பிகள் சுரத்தல் செயல், இரைப்பை மற்றும் சிறுகுடல் தசைகள் சுருங்கி விரிதல், சுவாசம், இதயத் துடிப்பு, குருதிக் குழல்கள் சுருங்குதல் விரிதல் ஆகிய செயல்கள்.

அனிச்சை வில் - அனிச்சைச் செயலைச் செய்யும் நியூரான் களைக் கொண்ட அமைப்பு அனிச்சை வில் எனப்படுகின்றது. இதில் மூன்று ஆக்கக்கூறுகள் இருக்கின்றன. அவை:

1. ஒரு உணர்ச்சி நியூரான் - இது உணர்ச்சி உறுப்போடும், தண்டு வடத்தின் மேற்புறக் கொம்பின் முதுகுப்புற வேர் நரம்புத்திரளோடும் தொடர்பு கொண்டிருக்கின்றது. இது தூண்டலை உணர் உறுப்பிலிருந்து மைய நரம்பு மண்டலத்திற்குக் கடத்துகின்றது.

2. ஒரு இணைப்பு நியூரான் - இது தண்டு வடத்தினுள் அமைந்துள்ள நரம்பு செல். உணர் நரம்பு செல்லிலிருந்து கட்டளை நரம்பிற்குத் தூண்டலை அனுப்புகின்றது.

3. ஒரு கட்டளை நியூரான் - இது தண்டுவடத்தின் வயிற்றுப்புறக் கொம்பில் உள்ள நரம்புச் செல். இதன் ஆக்ஸான் செயல்புரியும் உறுப்பு அதாவது தசையோடு அல்லது சுரப்பியோடு இணைந்துள்ளது. தூண்டலை செயல் புரியும் உறுப்பிற்கு எடுத்துச் செல்கின்றது.

அனிச்சை செயல் நடைபெறும் விதம் - தூண்டல் உணர்ச்சி உறுப்பிலிருந்து உணர்ச்சி நரம்பிற்குக் கடத்தப்படுகின்றது. இத் தூண்டல் உணர்ச்சி நரம்பின் வழியே தண்டு வடத்தின் முதுகுப்புற வேர்ப்பகுதியை அடைகின்றது. அங்கு சைனாப்சிஸ் வழி இணைப்பு நியூரானுக்குக் கடத்தப்படுகின்றது. இணைப்பு நியூரானில் உள்ள தூண்டல் சைனாப்சிஸ் வழி கட்டளை நியூரானுக்குக் கடத்தப்படுகின்றது. கட்டளை நியூரான் செய்தியை தசைக்கு எடுத்துச் செல்கின்றது. தூண்டலைப் பெற்றதும் தசை செயலாற்றுகின்றது.



மத்திய நரம்பு மண்டலம்  
(மனிதன்)

தண்டுவடம் - இது முகுளத்திலிருந்து கீழ்நோக்கிச் செல்லும் நரம்பு நார்களினால் ஆன உருளையான உறுப்பு. இது முள்ளெலும்புத் தொடரின் நியூரல் கால்வாயினுள் அமைந்துள்ளது. இதில் கண்டப் பிரிவுகள் காணப்படவில்லையானாலும் 31 இணை தண்டுவட நரம்புகள் இருப்பதிலிருந்து 31 கண்டங்கள் கொண்டது எனத் தெரிகின்றது.

தண்டுவடத்தின் முன் பின் பகுதிகளின் மையத்தில் பள்ளங்கள் காணப்படுகின்றன. இவை இதனை இரு பகுதிகளாகப் பிரிக்கின்றன. தண்டுவடத்தின் உட்புற மையத்தில் மையக் கால்வாய் அமைந்திருக்கின்றது. தண்டுவடத்தின் முன் வேர் (விலங்குகளில் வயிற்றுப்புற வேர்) முன்புறத்தின் பக்கங்களிலிருந்து தோன்றும் நரம்பிழைகள் இணைந்து தோன்றுகின்றது. பின் வேர் (விலங்குகளில் முதுகுப்புற வேர்) பின்புறத்தின் பக்கங்களிலிருந்து தோன்றும் நரம்பிழைகள் இணைந்து தோன்றுகின்றது. இவ்விரு வேர்களும் இணைந்து தண்டுவட நரம்பைத் தோற்றுவிக்கின்றன.

தண்டுவடத்தின் மையக் கால்வாயைச் சூழ்ந்து உட்புறத்தில் சாம்பல் நிறப் பொருள் அமைந்துள்ளது. இதில் நரம்பு செல்கள் இருக்கின்றன. சாம்பல் நிறப் பொருளைச் சூழ்ந்து வெள்ளைப் பொருள் அமைந்துள்ளது. வெள்ளைப் பொருளில் நரம்பிழைகள் அமைந்துள்ளன. உட்புற சாம்பல் நிறப் பொருள், H வடிவில் அமைந்திருக்கின்றது. இதனால் வெள்ளைப் பொருள் முன், பின், மற்றும் இரு பக்கப் பகுதிகளான நான்கு பகுதிகளைக் கொண்டிருக்கின்றது. சாம்பல் நிறப் பொருளின் கூறான முனை, பின் கொம்புகள் என்றும் உருண்டையான முனைகள், முன் கொம்புகள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. பின் கொம்புகளின் உட்புறத்தின் அடிப்பகுதியில் முதுகுப்புற உட்கரு என்னும் ஒரு கொத்தான செல்கள் காணப்படுகின்றன.

மூளை - மூளை முளைப் பெட்டகத்தினுள் பாதுகாப்பாக அமைந்திருக்கின்றது.



அப்போது தான் பிறந்த நாய்க்குட்டிக்குப் பால் புகட்டும்போது நாவில் உள்ள சுவை உணர் உறுப்புக்களின் தூண்டலினால் உமிழ்நீர் சுரக்கின்றது. பின்னர் நாய்க்குட்டி சற்று வளர்ந்தவுடன் பாலைப் பார்க்கும்போதெல்லாம் உமிழ்நீரைச் சுரக்கின்றது. இது பழக்கு அனிச்சை செயலாகும்.

## முதுகெலும்பற்ற உயிரிகளின் நரம்பு மண்டலம்

புரோட்டோனோவா - இவற்றில் புரோட்டோபிளாசமே தூண்டலை உணரும் திறனையும் கடத்தும் திறனையும் கொண்டிருக்கின்றது. சிலியேட்டா உயிரிகளில் குறு இழைகளின் இயக்கத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் நியூரோ மோட்டார் அமைப்பு நரம்பு மண்டலம் போல் செயல்படுகின்றது.

துளையுடலிகள் - இவற்றில் நரம்பு செல்கள் இல்லை. ஆனால் தசைச் செல்கள் உணர்ச்சி மற்றும் இயக்கப் பணிகளைச் செய்கின்றன.

நரம்பு வலை அமைப்பு - குழியுடலிகளில் இவ்வகை நரம்பு மண்டலம் காணப்படுகின்றது. இவ்வலையில் ஏதேனும் ஒரு புள்ளியில் தூண்டல் ஏற்பட்டாலும், அத் தூண்டல் முழு உயிரிக்கும் எல்லா திசைகளிலும் பரவுகின்றது. நரம்பு வலை அமைப்புடைய நரம்பு மண்டலத்தில் சீழ்வரும் பண்புகள் காணப்படுகின்றன.

1. உணர்ச்சி நரம்புகள், இயக்கு நரம்புகள் என்ற பிரிவுகள் இல்லை.

2. தூண்டல் கடத்தப்படும் வேகம் மிகக் குறைவாக உள்ளது. வினாடிக்கு 0.1 முதல் 0.2 மீட்டர் தூரம் மட்டுமே கடத்தப்படுகின்றது.

3. தூண்டல் கடத்தப்படுவதில் துருவத்தும் இல்லை. தூண்டல் எல்லாத் திசைகளிலும் பரவுகின்றது.



அமைந்துள்ளன. இத் தண்டுகள் சிறு மூளையினுட் செல்கின்றன. பாஸ்ஸ் பகுதிக்கு முன் நடு மூளை அமைந்திருக்கின்றது.

மூளைத் தண்டின் மையப் பகுதியில் சாம்பல் நிறப் பொருள் இருக்கின்றது. இதில் திரள் திரளாக நரம்பு செல்கள், குறுக்கே ஓடும் இழைகளுடன் அமைந்திருக்கின்றன. இவ்வமைப்பு வலை உருவாக்கம் (reticular formation) எனப்படுகின்றது. இது எல்லா பகுதிகளிலிருந்தும் தூண்டலைப் பெறுகின்றது.

மூளைத்தில் இதயம், சுவாசம், வாசோமோட்டார் இவற்றின் மையங்கள் அமைந்துள்ளன. இருமல், தும்மல் மற்றும் வாந்தி இவற்றின் மையங்களும் அமைந்துள்ளன.

சிறு மூளை - செரிபெல்லம் - இது கடை மூளையின் பெரிய பகுதியாகும். இது பெருமூளை அரைக் கோளங்களுக்கடியில் அமைந்துள்ளது. இது மூளைத் தண்டுடன் மூன்றிணை தண்டுகளின் மூலம் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இத்தண்டுகள் மேல், நடு, கீழ் தண்டுகள் எனப்படுகின்றன. உட்செல், மற்றும் வெளிச் செல் நரம்புகள் இத்தண்டுகள் வழியே செல்கின்றன.

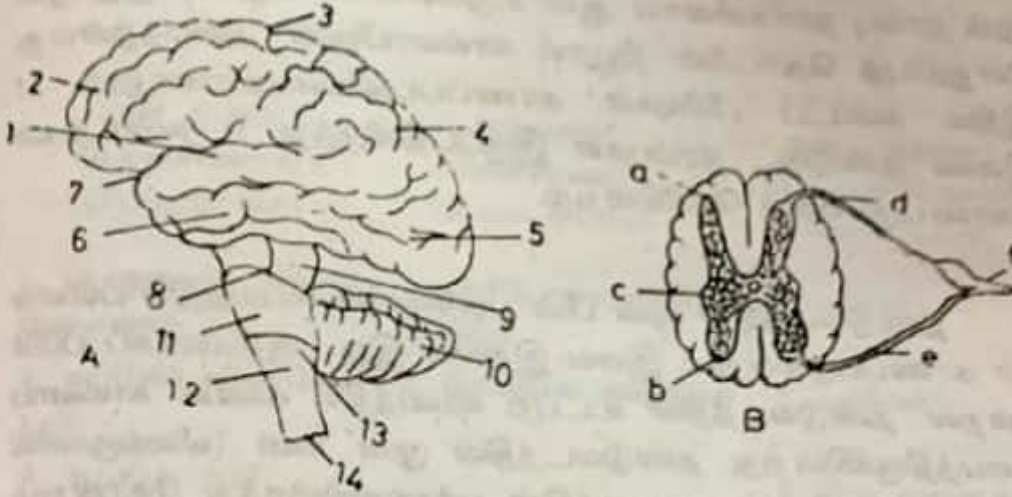
சிறு மூளை, ஆர்க்செரிபெல்லம் (Archicerebellum) மற்றும் அதன் கீழே உள்ள கார்பஸ் செரிபெல்லம் (Corpus cerebellum) ஆகிய இரு பகுதிகளைக் கொண்டிருக்கின்றது. இவ்விரு பகுதிகளும் வெர்மிஸால் (vermis) இணைக்கப்பட்டுள்ளன. சிறுமூளை தசை மண்டலத்தைக் கட்டுப்படுத்துகின்றது.

சிறுமூளையில் பாதிப்புக்கள் ஏற்பட்டால் கீழ்வரும் நோய்க்குறிகள் (symptoms) தோன்றுகின்றன.

1. தசைகள் தங்கள் விறைப்பை இழக்கின்றது. இது ஏடோனியா (atonia) எனப்படுகின்றது.
2. தசைகளின் இயக்கங்களில் ஒத்திசைவு இழக்கப்படுகின்றது இது ஏடாக்சியா (atoxia) எனப்படுகின்றது.
3. தசையின் சக்தி இழக்கப்பட்டு அஸ்டினியா (astenia) ஏற்படுகின்றது.
4. தலை மற்றும் இணை உறுப்புக்களில் நடுக்கம் தோன்றுகின்றது.



பக்க நரம்பு மண்டலத்தின் ஒரு சிறப்பு வாய்ந்த பகுதி தானியங்கு நரம்பு மண்டலம் எனப்படுகின்றது.



படம் - 89 - மூளை மற்றும் தண்டு வடத்தின் அமைப்பு.

A - மூளை

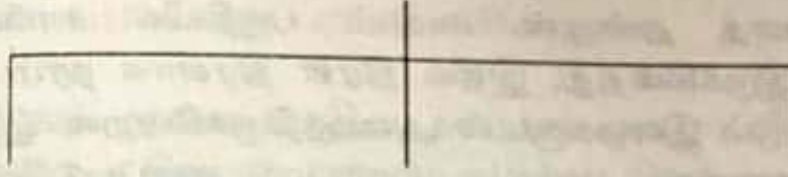
- |                                    |                      |
|------------------------------------|----------------------|
| 1. பெருமூளை அரைக்கோளம்             | 2. பிரான்டல் கதுப்பு |
| 3. மத்திய பள்ளம்                   | 4. பெரைட்டல் கதுப்பு |
| 5. ஆக்ஸிப்பிட்டல் கதுப்பு          | 6. டெம்பரல் கதுப்பு  |
| 7. சல்வியன் பள்ளம்                 | 8. நடுமூளை           |
| 9. கார்போராகுவாட்ரிஜெம் மினா பகுதி | 10. சிறு மூளை        |
| 11. பான்ஸ்                         | 12. மெடுல்லா         |
| 13. மூளைத் தண்டு                   | 14. தண்டு வடம்       |

B - தண்டு வடத்தின் அமைப்பு

- |                  |                   |
|------------------|-------------------|
| a. பின் கொம்பு   | b. முன் கொம்பு    |
| c. பக்கக் கொம்பு | ஈ. பின்வோர்       |
| e. முன்வோர்      | f. தண்டுவட நரம்பு |



## மூளையின் பிரிவுகள்



முன் மூளை  
(டெலன்சிபலான்)  
(Telencephalon)

நடுமூளை  
(மீசன்சிபலான்)  
(Mesencephalon)

கடை மூளை  
(மெட்டன்சிபலான்)  
(Metencephalon)

1. பெருமூளை அரைக் கோளங்கள்

2. கார்பஸ் ஸ்ரையேட்டம்

3. உப்புற கூடு

4. கார்பஸ் கலோசம்

5. டையன் சிபலான்

6. தலாமஸ்

7. ஹைப்போதலாமஸ்

8. பினியல் உறுப்பு

9. ஜெனிக் குலேட் உறுப்புகள்

1. கார்போரா குவாட்ரி ஜிமினா

2. செரிப்ரல் தண்டுகள்

1. முகுளம்

2. பான்ஸ்

3. சிறு மூளைத் தண்டுகள்

4. சிறு மூளை

மூளையின் தண்டு - தண்டுவடத்தோடு தொடர்பு கொண்ட மூளைத் தண்டு முகுளம், பான்ஸ் மற்றும் நடு மூளை ஆகியவற்றைக் கொண்டிருக்கின்றது.

முகுளம் - இது தண்டுவடத்தின் மேற்புறத் தொடர்ச்சி இது முன், பின் மைய பிளவுகளினால் இரு பாதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. முகுளத்தின் வயிற்றுப் புறத்தில் ஒரு கூம்பு வடிவ உறுப்பும் நரம்பிழைகளும் காணப்படுகின்றன. இப் பகுதிக்குச் சற்று மேல் பான்ஸ் அமைந்துள்ளது. இது ஒரு பாலத்தைப் போன்ற அமைப்பைக் கொண்டிருக்கின்றது. இதில் உள்ள நீள்வச நரம்பிழைகள் இரு சிறுமூளைத் தண்டுகளாக மையத்தில்