

நரம்புகள் எப்படிச் செயல்படுகின்றன, குணமடைகின்றன

இந்தப் பக்கம் இயந்திரத்தால் மொழிபெயர்க்கப்பட்டது; இன்னும் மருத்துவரால் சரிபார்க்கப்படவில்லை.
ஆங்கிலப் பதிப்பே அதிகாரப்பூர்வமானது.

நரம்புகள் உடலின் மின் கம்பி அமைப்பு. உங்கள் மூளைக்கும் உடலின் மற்ற பகுதிகளுக்கும் இடையே அவை சிறு மின் சமிக்கைகளைச் சுமந்து செல்கின்றன — தசைகளுக்கு அசையும்படி சொல்கின்றன, நீங்கள் உணர்வதைத் திரும்பக் கொண்டு வருகின்றன: தொடுதல், வெப்பநிலை, உடல் நிலை, வலி. ஒரு நரம்பு எரிச்சலடையும்போதோ, நசுக்கப்படும்போதோ, வெட்டப்படும்போதோ, அந்தச் சமிக்கைகள் தடைபடுகின்றன; அதை நீங்கள் ஊசி குத்துவது போன்ற உணர்வாகவோ, மரத்துப்போதலாகவோ, பலவீனமாகவோ, வலியாகவோ கவனிக்கிறீர்கள். நல்ல செய்தி என்னவென்றால், நரம்புகள் மீள முடியும். அவை மெதுவாகவும், ஓரளவு கணிக்கக்கூடிய முறையிலும் குணமாகின்றன; அந்த வடிவத்தைப் புரிந்துகொள்வது, காத்திருப்பை மிகவும் குறைவாகவே கவலைக்குரியதாக ஆக்குகிறது. நரம்புகள் என்ன செய்கின்றன, அவை எப்படிச் சரியாகின்றன என்பதை இந்தப் பக்கம் எளிய மொழியில் விளக்குகிறது; ஆர்வமுள்ளவர்களுக்காக, இறுதிப் பகுதி உயிரியலுக்குள் ஒரு படி ஆழமாகச் செல்கிறது.

நரம்பு என்றால் என்ன, அது என்ன செய்கிறது

ஒரு நரம்பை, மின்காப்பிடப்பட்ட கம்பிகளின் ஒரு கற்றையாக எண்ணிக்கொள்ளுங்கள். ஒவ்வொரு “கம்பியும்” ஒரு தனி நரம்பு இழை; ஒரு முழு நரம்பில் (உங்கள் மணிக்கட்டில் உள்ள மீடியன் நரம்பு போல) ஆயிரக்கணக்கான இழைகள் ஒன்றாக அடைக்கப்பட்டு, ஒரு கம்பிக் கற்றையின் அடுக்குகளைப் போல பாதுகாப்பு உறைகளால் சுற்றப்பட்டுள்ளன.

சமிக்கைகள் இரு திசைகளிலும் பயணிக்கின்றன; எனவே நரம்புகள் மூன்று முக்கிய வேலைகளைச் செய்கின்றன:

- **இயக்கம் (motor):** உங்கள் மூளையிலிருந்தும் தண்டுவடத்திலிருந்தும் வெளியே உங்கள் தசைகளுக்குச் சமிக்கைகள் செல்கின்றன; எப்போது, எவ்வளவு வலுவாகச் சுருங்க வேண்டும் என்று அவற்றுக்குச் சொல்கின்றன. நீங்கள் பிடிப்பதும், கிள்ளுவதும், அசைப்பதும் இப்படித்தான்.

- **உணர்வு (sensory):** உங்கள் தோல், மூட்டுகள், தசைநாண்களிலிருந்து சமிக்கைகள் உள்ளே திரும்பி வருகின்றன; தொடுதல், அதிர்வு, வெப்பநிலை, வலி, மேலும் உங்கள் அவயவம் இடத்தில் எங்கே இருக்கிறது என்ற உணர்வு ஆகியவற்றைச் சுமந்து வருகின்றன.
- **தன்னியக்கம் (autonomic):** நீங்கள் ஒருபோதும் யோசிக்காத தானியங்கிப் பின்னணிச் சமிக்கைகள்; வியர்த்தல், சிறிய இரத்தக் குழாய்களின் அகலம் போன்றவற்றைக் கட்டுப்படுத்துபவை (அதனால்தான் காயமடைந்த ஒரு தோல் பகுதி உலர்ந்ததாக உணரலாம் அல்லது வெப்பநிலையை மாற்றிக்கொள்ளலாம்).

ஒவ்வொரு இழைக்கும் சமிக்கையைச் சுமந்து செல்லும் ஓர் உயிருள்ள மையம் (**அச்சிழை** — axon) உள்ளது; பல இழைகள் மயலின் (myelin) எனப்படும் ஒரு கொழுப்புமிக்க **மின்காப்பு** அடுக்கால் சுற்றப்பட்டுள்ளன. ஒரு மின் கம்பியின் மீதுள்ள பிளாஸ்டிக் உறையைப் போலவே, இந்த மின்காப்பு சமிக்கை கசிந்து போவதைத் தடுத்து, அது மிக வேகமாகப் பயணிக்க அனுமதிக்கிறது.

ஒரு நரம்பு காயமடையும்போது என்ன நடக்கிறது

நரம்புகள் இரண்டு பரந்த வழிகளில் சிக்கலுக்குள்ளாகின்றன; எந்த வழி என்பதை அறிகுறிகளே உங்களுக்குச் சொல்கின்றன.

நசுக்கப்பட்ட அல்லது அழுத்தப்பட்ட நரம்பு. ஒரு நரம்பின் மீது அழுத்தம் விழும்போது (எடுத்துக்காட்டாக, கார்பல் டனல் சிண்ட்ரோமில் மீடியன் நரம்பு, அல்லது முழங்கையில் உள்ள “ஃபன்னி போன்” நரம்பு — funny bone nerve), அந்தப் பகுதியின் மின்காப்பும் இரத்த விநியோகமும் முதலில் பாதிக்கப்படுகின்றன. அழுத்தப்பட்ட இடத்தைக் கடந்து செல்லும்போது சமிக்கைகள் மெதுவாகின்றன அல்லது தடுக்கப்படுகின்றன. இதை நீங்கள் ஊசி குத்துவது போன்ற உணர்வாகவும், மரத்துப்போதலாகவும், கைத்திறன் குறைவாகவும் உணர்கிறீர்கள் — பெரும்பாலும் இரவிலோ சில நிலைகளிலோ இது மோசமாக இருக்கும்; அந்த நரம்பு வழங்கும் தசைகள் காலப்போக்கில் பலவீனமடையவும் கூடும். கம்பியே பொதுவாக அப்படியே இருப்பதால், அழுத்தத்தை நீக்குவது பெரும்பாலும் நல்ல மீட்சியை அனுமதிக்கிறது.

வெட்டப்பட்ட அல்லது கிழிந்த நரம்பு. ஒரு கீறல், ஆழமான ஒரு வெட்டு, அல்லது கடுமையான ஒரு இழுவிசை, இழைகளையே பிரித்துவிடலாம். இப்போது இணைப்பு உடல்நீதியாக அறுந்துவிட்டது: காயத்துக்கு அப்பால் உள்ள நரம்புப் பகுதி மூளையிலிருந்தும் தண்டுவடத்திலிருந்தும் துண்டிக்கப்பட்டுவிடுகிறது; எனவே அந்த நரம்பு வழங்கிய அனைத்திலும் உணர்வையும் அசைவையும் நீங்கள் இழக்கிறீர்கள். சுத்தமாகப் பிரிக்கப்பட்ட ஒரு நரம்பை, இழைகள் மீண்டும் வளர்ந்து செல்ல ஒரு பாதை கிடைக்கும் வகையில், பொதுவாக அறுவை சிகிச்சை மூலம் தைத்து இணைக்க வேண்டியிருக்கும்.

அறிகுறிகள் ஏன் தோன்றுகின்றன என்பதற்கான காரணம் எளிமையானது: கடந்து செல்ல முடியாத ஒரு சமிக்கை என்பது, சேராத ஒரு சமிக்கை. இயக்க இழைகளைத் தடுத்தால் தசை பலவீனமாகிறது; உணர்வு இழைகளைத் தடுத்தால் தோல் மரத்துப்போகிறது அல்லது கூசுகிறது; இழைகளை எரிச்சலூட்டினால் வலி கிடைக்கிறது.

நரம்புகள் எப்படிக் குணமாகின்றன

நரம்பு குணமாவது உண்மையிலேயே மெதுவானது; இதை முன்கூட்டியே அறிந்திருப்பது உதவுகிறது — அப்போது அந்த வேகம் ஒரு தோல்வியாகத் தோன்றாது.

இழைகள் சேதமடைந்திருக்கும்போது, காயம் ஏற்பட்ட இடத்திலிருந்து **தோலையும் தசையையும் நோக்கி வெளிப்புறமாக, நாளொன்றுக்கு ஏறத்தாழ ஒரு மில்லிமீட்டர் என்ற வேகத்தில், மாதத்திற்குச் சுமார் ஒரு அங்குலம்** என்ற அளவில் அவை மீண்டும் வளர்கின்றன. இந்தத் தோராயமான விதி பலவற்றை விளக்குகிறது:

- **இலக்கு எவ்வளவு தொலைவில் இருக்கிறதோ, அவ்வளவு நீண்ட காத்திருப்பு.** மேற்பகுதியில் (எடுத்துக்காட்டாக முழங்கைக்கு அருகில்) காயமடைந்த ஒரு நரம்பு, விரல் நுனிகளை அடைய நீண்ட தூரம் கீழ்நோக்கி வளர வேண்டும்; அதற்குப் பல மாதங்கள் ஆகலாம். விரல் நுனிக்கு அருகில் ஏற்பட்ட ஒரு சிறிய வெட்டு மிக விரைவாக மீள்கிறது.
- **நுட்பமான வலிமைக்கு முன்பே உணர்வு பொதுவாகத் திரும்புகிறது.** இழைகள் தோலை அடையும்போது, முதலில் ஒரு தெளிவற்ற விழிப்புணர்வை நீங்கள் கவனிக்கலாம்; பிறகு கூச்சம் (அந்தப் பகுதியைத் தட்டும்போது பெரும்பாலும் ஒரு ரீங்காரம் அல்லது மின்சாரம் போன்ற உணர்வு — இழைகள் முன்னேறிக்கொண்டிருக்கின்றன என்பதற்கான ஒரு நல்ல அறிகுறி); பிறகு கரடுமுரடான தொடு உணர்வு; இறுதியாக நுட்பமான வேறுபாடுகளை உணரும் திறன். வலிமையும் நுட்பமான ஒருங்கிணைப்பும் கடைசியாகவே வரும் போக்கு உண்டு.
- **ஆரம்பத்திலேயே செய்யப்படும் சுத்தமான பழுதுபார்ப்பு முக்கியம்.** பிரிக்கப்பட்ட ஒரு நரம்பு, உடனடியாகவும் துல்லியமாகவும் பழுதுபார்க்கப்படும்போதே சிறப்பாக இருக்கிறது; ஏனெனில் மீள்வளர்ச்சிக்கு வழிகாட்டும் உடலின் துணைச் செல்கள், காயத்துக்குப் பிந்தைய மாதங்களிலேயே சிறப்பாக வேலை செய்து, காலப்போக்கில் தங்கள் ஆற்றலில் சிறிதை இழக்கின்றன.

மீட்சிக்கு எது உதவுகிறது: உங்களுக்குத் தரப்பட்ட கை சிகிச்சைப் பயிற்சிகளால் மூட்டுகளை நெகிழ்வாகவும் தசைகளை ஆரோக்கியமாகவும் வைத்திருப்பது, மரத்துப்போன தோலைத் தீக்காயங்களிலிருந்தும் வெட்டுக்களிலிருந்தும் பாதுகாப்பது (தீங்கு வருவதை அது உங்களுக்கு எச்சரிக்காது), புகைபிடிக்காமல் இருப்பது, பொறுமையாக இருப்பது. திரும்பி வரும் சமிக்கைகளை எப்படிப் புரிந்துகொள்வது என்று உங்கள் மூளைக்கு மீண்டும் பயிற்சி அளிப்பதும் — வழிகாட்டப்பட்ட உணர்வுப் பயிற்சிகள் மூலம் — நல்ல முடிவைப் பெறுவதன் ஒரு பகுதியே. ஒரு காலஅட்டவணைப்படி மேம்பட வேண்டிய ஒரு நரம்பு மேம்படவில்லை என்றால், அதை மறுபரிசோதனை செய்வது நல்லது; ஏனெனில் சில காயங்களுக்கு, மீட்சிக்கு மிகச் சிறந்த வாய்ப்பைத் தர அறுவை சிகிச்சை தேவைப்படுகிறது.

ஆழமான விளக்கம்

மேலே உள்ள அனைத்துக்கும் பின்னால் இருக்கும் உயிரியலை, இந்தப் பகுதி இன்னும் விரிவான, மாணவர் நிலை விளக்கமாக எடுத்துச் செல்கிறது. உங்கள் நிலையைப்

புரிந்துகொள்ள இது தேவையில்லை; ஆனால் இந்தக் கம்பி அமைப்பு உண்மையில் எப்படி வேலை செய்கிறது என்று அறிய ஆர்வம் இருந்தால், தொடர்ந்து படியுங்கள்.

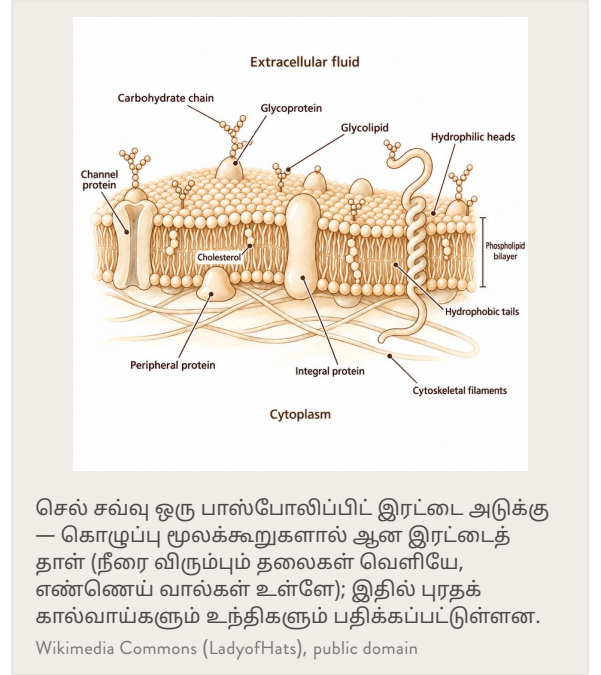
நரம்புச் செல்லும் அதன் சவ்வும்

உங்கள் உடலின் மற்ற பகுதிகளைப் போலவே, ஒரு நரம்பும் செல்களால் — குறிப்பாக நியூரான்களால் (neurons) — கட்டப்பட்டுள்ளது. ஒரு நியூரானுக்கு ஒரு **செல் உடல்** (இதில் செல்லின் கட்டுப்பாட்டு மையமான உட்கரு உள்ளது), **கிளையிழைகள்** (dendrites) எனப்படும் குறுகிய, தகவலைப் பெறும் கிளைகள், மேலும் சமிக்ஞையை எடுத்துச் செல்லும் ஒரு நீண்ட **அச்சிழை** (axon) — சில சமயங்களில் ஒரு மீட்டரில் பெரும்பகுதி நீளம் — ஆகியவை உள்ளன.

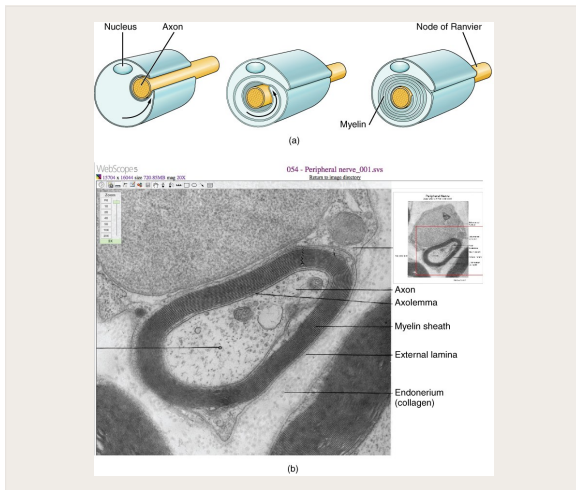
ஒவ்வொரு செல்லும், நியூரான் உட்பட, ஒரு **செல் சவ்வால்** (cell membrane) சுற்றப்பட்டுள்ளது; அதன் அமைப்பு, அடுத்து வருவதற்கு முக்கியமானது. இந்தச் சவ்வு ஒரு

பாஸ்போலிப்பிட் இரட்டை அடுக்கு (phospholipid

bilayer) — கொழுப்பு மூலக்கூறுகளால் ஆன இரட்டைத் தாள். ஒவ்வொரு பாஸ்போலிப்பிட்டுக்கும் நீரை விரும்பும் ஒரு 'தலையும்', நீரை விலக்கும் இரண்டு கொழுப்பு 'வால்களும்' உள்ளன; அவை வால்-முதல்-வால் என்று இரண்டு அடுக்குகளாக அணிவகுக்கின்றன — தலைகள் செல்லுக்கு உள்ளேயும் வெளியேயும் உள்ள நீர்மத்தை நோக்கி, எண்ணெய் வால்கள் நடுவில் உள்ளடங்கி. இந்த மெல்லிய, கொழுப்புப் படலமே உள்ளேயும் வெளியேயும் பிரிக்கும் தடை; அதன் குறுக்கே ஒரு மின் மின்னூட்டத்தையும் அது தாங்கிப் பிடிக்க முடியும். அடுத்த பகுதியில் விவரிக்கப்படும் 'கால்வாய்களும்' 'உந்திகளும்' (pumps), இந்தக் கொழுப்புச் சவ்வில் அமர்ந்திருக்கும் புரத வாய்களே.



கம்பி அமைப்பு: அச்சிழைகள், மயலின், ரான்வியர் முடிச்சுகள்



ஒரு தனி நரம்பு இழை ஓர் **அச்சிழையை** (axon) மையமாகக் கொண்டு கட்டப்பட்டுள்ளது; இது மின் சமிக்ஞையைச் சுமந்து செல்லும், ஒரு நரம்புச் செல்லின் நீண்ட நூல் போன்ற நீட்சி. பல அச்சிழைகள் **மயலின்** (myelin) எனப்படும் கொழுப்புமிக்க மின்காப்பு உறையால் சுற்றப்பட்டுள்ளன; மயலின் உண்மையில் என்ன என்பதை அறிவது பயனுள்ளது. ஒரு துணைச் செல் (உங்கள் கையின் புற நரம்புகளில் ஒரு **ஷ்வான் செல்** — Schwann cell) தன் சொந்தச் செல் சவ்வை அச்சிழையைச் சுற்றி, சுற்றிச்

மயலின் கொண்ட ஒரு நரம்பு இழை: ஷ்வான் செல்கள் அச்சிழையை மயலினால் சுற்றுகின்றன; இடையே வெற்று இடைவெளிகள் (ரான்வியர் முடிச்சுகள்) உள்ளன, அங்கே சமிக்கை ஒரு முடிச்சிலிருந்து அடுத்த முடிச்சுக்குத் தாவுகிறது.
OpenStax, Anatomy & Physiology, CC BY 4.0

சுற்றி, மீண்டும் மீண்டும் சுருட்டுகிறது — ஒரு பென்சிலைச் சுற்றி ஒரு ஒட்டும் படலத் தாளைப் பல பத்து முறை சுருட்டுவது போல. அந்தச் சவ்வு ஒரு பாஸ்போலிப்பிட் இரட்டை அடுக்கு (அதாவது அடிப்படையில் கொழுப்பு) என்பதால்,

ஒவ்வொரு சுற்றும் இன்னொரு கொழுப்பு அடுக்கை இடுகிறது; அடுக்கடுக்கான அந்தப் பல அடுக்குகள் சேர்ந்து ஒரு தடிமனான, கொழுப்புமிக்க உறையாக உருவாகின்றன. சுருட்டப்பட்ட சவ்வால் ஆன அந்த உறையே மின்காப்பு ஆகும்: மயலின் பெரும்பாலும் கொழுப்பாக இருப்பதற்குக் காரணம், அது அடுக்கின் மேல் அடுக்காக இருக்கும் செல் சவ்வே. ஷ்வான் செல் எத்தனை சுற்றுகள் சுற்றுகிறதோ, அந்த இழை அவ்வளவு சிறப்பாக மின்காப்பிடப்பட்டு, அவ்வளவு வேகமாகவும் இருக்கும்.

இருப்பினும், மயலின் உறை தொடர்ச்சியானது அல்ல. அது துண்டுகளாக இடப்பட்டுள்ளது; அவற்றுக்கு இடையே **ரான்வியர் முடிச்சுகள்** (nodes of Ranvier) எனப்படும் சிறிய வெற்று இடைவெளிகள் உள்ளன. மின்காப்பிடப்பட்ட பகுதிகள் வழியாக மின் சமிக்கை வெளியே கசிய முடியாது; எனவே அது ஒரு முடிச்சிலிருந்து அடுத்த முடிச்சுக்கு தாவுகிறது. இது **தாவும் கடத்தல்** (saltatory conduction — லத்தீன் saltare, தாவுதல் என்பதிலிருந்து) எனப்படுகிறது; மயலின் கொண்ட இழைகள் இவ்வளவு வேகமாக இருப்பதற்குக் காரணமும் இதுவே: முடிச்சிலிருந்து முடிச்சுக்குத் தாவுவது, வெற்று, மயலின் இல்லாத ஒரு இழையில் வினாடிக்கு 10 மீட்டருக்கும் குறைவான வேகத்துடன் ஒப்பிடும்போது, வினாடிக்கு 100 மீட்டருக்கும் மேலான வேகத்தில் ஒரு சமிக்கையைக் கொண்டு செல்ல முடியும். மயலினை உரித்தெடுக்கும் நோய்களோ காயங்களோ கடத்தலை ஏன் இவ்வளவு கடுமையாக மெதுவாக்குகின்றன என்பதற்கும் இதுவே காரணம்.

சமிக்கை எப்படிப் பயணிக்கிறது

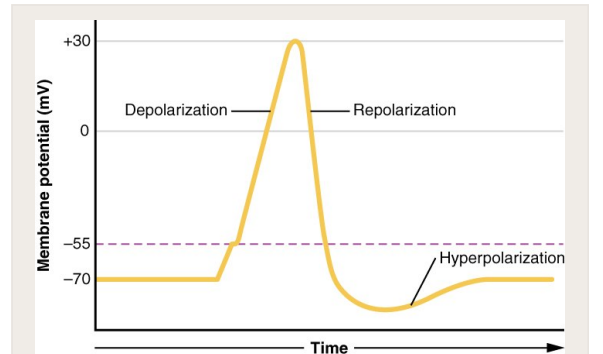
ஓய்வில் இருக்கும்போது, ஒரு அச்சிழையின் உட்புறம் வெளிப்புறத்துடன் ஒப்பிடும்போது சற்று எதிர்மின்னூட்டம் கொண்டது:

ஓய்வுநிலைச் சவ்வு மின்னழுத்தம் (resting membrane potential), ஏறத்தாழ -70 மில்லிவோல்ட். சோடியம் அயனிகளைப் பெரும்பாலும் செல்லுக்கு வெளியேயும், பொட்டாசியம் அயனிகளைப் பெரும்பாலும் உள்ளேயும் வைத்திருப்பதன் மூலம் இந்த மின்னூட்டம் பராமரிக்கப்படுகிறது.

நரம்பு செயல்படும்போது, அந்த வரிசை துல்லியமானது:

1. மின்முனைவு நீக்கம் (depolarisation).

மின்னழுத்தக் கட்டுப்பாட்டு **சோடியம்** கால்வாய்கள் படக்கெனத் திறக்கின்றன; சோடியம் அயனிகள் உள்ளே பாய்கின்றன. உட்புறம் வேகமாக நேர்மின்னூட்டம் நோக்கி



செயல் மின்னழுத்தம்: சோடியம் உள்ளே பாய்வது மின்னழுத்தத்தை மேலே உயர்த்துகிறது (மின்முனைவு நீக்கம்); பிறகு பொட்டாசியம் வெளியேறுவது அதை மீண்டும் கீழே கொண்டு வருகிறது (மறு மின்முனைவு).

OpenStax, Anatomy & Physiology, CC BY 4.0

மாறி, ஏறத்தாழ +30 மில்லிவோல்ட்டில் உச்சத்தை அடைகிறது. இதுவே செயல் மின்னழுத்தம் (action potential).

2. **மறு மின்முனைவு (repolarisation).** சோடியம் கால்வாய்கள் மூடி, மின்னழுத்தக் கட்டுப்பாட்டு பொட்டாசியம் கால்வாய்கள் திறக்கின்றன; பொட்டாசியம் வெளியே பாய அனுமதிக்கின்றன. உட்புறம் தன் எதிர்மின்னூட்ட ஓய்வுநிலை மதிப்பை நோக்கித் திரும்புகிறது.
3. **பதிலிறா (மறைநிலை) காலம்.** அதற்குப் பிறகு ஒரு கணநேரம், கால்வாய்கள் மீண்டும் தயாராகும் வரை, தூண்டுதல் எவ்வளவு வலுவாக இருந்தாலும் அந்தச் சவ்வுப் பகுதி மீண்டும் செயல்பட முடியாது.

அந்தப் பதிலிறா காலம் நேர்த்தியான ஒன்றைச் செய்கிறது: முன்னேறும் சமிக்ஞைக்குச் சற்றுப் பின்னால் உள்ள சவ்வுப் பகுதி தற்காலிகமாக மீண்டும் செயல்பட முடியாததால், செயல் மின்னழுத்தம் முன்னோக்கி மட்டுமே பயணிக்க முடியும். அதனால்தான் நரம்புச் சமிக்ஞைகள் ஒரு இழையில் முன்னும் பின்னும் துள்ளாமல், ஒரே திசையில் ஓடுகின்றன.

இடைவெளியைக் கடத்தல்: நரம்பிணைவுகளும் இயக்க முனைத் தகடும்

ஒரு நரம்பு இழை, தான் கட்டுப்படுத்தும் தசையை உடல்ரீதியாகத் தொடுவதில்லை. ஒரு இயக்க நரம்பு ஒரு தசையைச் சந்திக்கும் இடத்தில், **நரம்பு-தசைச் சந்திப்பு** (neuromuscular junction) எனப்படும் ஒரு சிறப்பு இணைப்பிடம் உள்ளது; நரம்பின் முனைக்கும், **இயக்க முனைத் தகடு** (motor end plate) எனப்படும் தசைச் சவ்வின் தடித்த, மடிப்புகள் கொண்ட பகுதிக்கும் இடையே ஒரு சிறு இடைவெளி (நரம்பிணைவு இடைவெளி — synaptic cleft) உள்ளது.

மின் சமிக்ஞையால் அந்த இடைவெளியை நேரடியாகக் கடக்க முடியாது; எனவே அது ஒரு வேதிச் சமிக்ஞையாக மாற்றப்படுகிறது. செயல் மின்னழுத்தம் நரம்பின் முனையை அடையும்போது, **அசிட்டைல்கோலின்** (acetylcholine) எனப்படும் ஒரு நரம்புக் கடத்தி வேதிப்பொருளை அந்த இடைவெளிக்குள் வெளியிடத் தூண்டுகிறது. அசிட்டைல்கோலின் அப்பால் மிதந்து சென்று, இயக்க முனைத் தகட்டில் உள்ள ஏற்பிகளுடன் பிணைந்து, தசைச் சவ்வு மின்முனைவு நீக்கம் அடைய உதவும் கால்வாய்களைத் திறக்கிறது. அந்த மின்முனைவு நீக்கம் வரம்பை எட்டினால், அது தசைக்குள் ஒரு செயல் மின்னழுத்தத்தைத் தொடங்கிவைக்கிறது; அந்த இழை சுருங்குகிறது. பிறகு ஒரு நொதி (அசிட்டைல்கோலினெஸ்டரேஸ் — acetylcholinesterase) அசிட்டைல்கோலினை விரைவாகச் சிதைக்கிறது; எனவே ஒவ்வொரு நரம்புத் துடிப்பும் நீண்டு நிற்கும் ஒன்றாக அல்லாமல், ஒரு தெளிவான தனித் துடிப்பாகவே அமைகிறது. இந்த வேதி மறுஒளிபரப்புதான் சில மயக்க மருந்துகளின் இலக்கு; மயஸ்தீனியா கிராவிஸ் (myasthenia gravis) போன்ற நிலைகளின் இலக்கும் இதுவே.

உலகை உணர்தல்: உணர்வு ஏற்பிகள்

உணர்வுப் பக்கம் தலைகீழாக வேலை செய்கிறது: சிறப்பு நரம்பு முனைகள் ஒரு உடல்ரீதியான தூண்டுதலை நரம்புச் சமிக்கைகளாக மாற்றுகின்றன. வெவ்வேறு ஏற்பிகள் வெவ்வேறு விஷயங்களுக்கு ஒத்திசைக்கப்பட்டுள்ளன:

- **பச்சினியன் நுண்ணுடல்கள்** (Pacini corpuscles) தோலில் ஆழமாக அமர்ந்து, ஆழமான அழுத்தத்துக்கும் உயர் அதிர்வெண் அதிர்வுக்கும் பதிலளிக்கின்றன. அவை விரைவாகப் பழகிக்கொள்கின்றன; தொடர்ந்து செயல்படாமல், ஏதோ ஒன்று மாறும் தருணத்தில் மட்டுமே செயல்படுகின்றன.
- **மைஸ்னர் நுண்ணுடல்கள்** (Meissner's corpuscles) விரல் நுனி மற்றும் உள்ளங்கைத் தோலின் மேற்பரப்புக்குச் சற்றுக் கீழே அமைந்து, லேசான தொடுதலையும் குறைந்த அதிர்வெண் படபடப்பையும் கண்டறிகின்றன; மேற்பரப்புகளை உணரவும் சிறிய பொருட்களைக் கையாளவும் நீங்கள் பயன்படுத்தும் நுட்பமான, வேறுபடுத்தி அறியும் தொடு உணர்வுக்கு இவையே மையமானவை.
- **தனித்த நரம்பு முனைகள்** (free nerve endings) என்பவை உறையிடப்படாத வெற்று முனைகள்; வலி, வெப்பநிலை, லேசான தொடுதல் ஆகியவற்றை உணர்பவை. தோலில் மிக அதிக எண்ணிக்கையில் உள்ள முனைகள் இவையே.
- **தசைக் கதிர்கள்** (muscle spindles) தசைகளுக்குள்ளேயே அமர்ந்து, நீட்சியையும் நீளத்தையும் கண்டறிந்து, உடல் நிலை மற்றும் அசைவு பற்றிய தகவலைத் (உடல் நிலை உணர்வு — proprioception) திரும்ப அனுப்புகின்றன; பார்க்காமலேயே உங்கள் கை எங்கே இருக்கிறது என்று உங்கள் மூளை அறிவது இப்படித்தான்.

நீங்கள் உணரக்கூடிய வெவ்வேறு தன்மைகள் (ஒரு ஊசிக் குத்து, ஒரு சூடு, அதிரும் ஒரு தொலைபேசி, உங்கள் மணிக்கட்டின் நிலை) பெரும்பாலும், இந்த ஏற்பிகளில் எவை, எவ்வளவு வேகமாகச் செயல்படுகின்றன என்பதைப் பொறுத்ததே.

நரம்புக் காயத்தின் நிலைகள்

சேதம் எவ்வளவு ஆழமாகச் செல்கிறது என்பதைக் கொண்டே அறுவை சிகிச்சை நிபுணர்கள் நரம்புக் காயத்தை நிலைப்படுத்துகிறார்கள்; ஏனெனில் அதுவே, அது எப்படி மீளும், அல்லது மீளாது என்பதைத் தீர்மானிக்கிறது. இரண்டு வகைப்பாடுகள் சேர்த்துப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

பழைய, எளிமையான **செடன்** (Seddon) முறையில் மூன்று பிரிவுகள் உள்ளன:

- **நியூராப்ராக்ஸியா (neurapraxia):** மிக லேசானது. இழைகள் காயப்பட்டுள்ளன அல்லது மின்காப்பு அந்த இடத்தில் சிதைந்துள்ளது; ஆனால் அச்சிழைகள் அப்படியே உள்ளன. மடங்கிய குழாயைப் போல, அந்த இடத்தில் கடத்தல் தடைபடுகிறது; ஆனால் அமைப்பு உறுதியாகவே உள்ளது. காரணம் நீக்கப்பட்டதும் மீட்சி பொதுவாக முழுமையானதாகவும் ஒப்பீட்டளவில் விரைவானதாகவும் இருக்கும்.
- **அச்சோனோட்மெசிஸ் (axonotmesis):** அச்சிழைகளே கிழிந்துள்ளன; ஆனால் அவற்றைச் சுற்றியுள்ள இணைப்புத் திசுக் குழாய்கள் தப்பிப் பிழைக்கின்றன. காயத்துக்கு அப்பால் உள்ள இழைகள் பின்னோக்கி இறந்துவிடுகின்றன; அவை மீண்டும் வளர வேண்டும்.

எனவே மீட்சி மெதுவானது; ஆனால் பாதுகாக்கப்பட்ட அந்தக் குழாய்கள் புதிய இழைகளுக்குப் பின்தொடர ஒரு பாதையைத் தருகின்றன; எதிர்பார்ப்பும் பெரும்பாலும் நல்லதே.

- **நியூரோட்மெசிஸ் (neurotmesis):** மிகக் கடுமையானது. நரம்பு, அதன் துணைக் கட்டமைப்புடன் சேர்த்து, முற்றிலும் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. இது தானாக மீளாது; அறுவை சிகிச்சைப் பழுதுபார்ப்பு தேவை, அப்போதும் கூட மீட்சி முழுமையற்றதாகவே இருக்கும்.

இன்னும் விரிவான **சண்டர்லேண்ட் (Sunderland)** முறை இதை ஐந்து நிலைகளாகப் பிரிக்கிறது; அவை செடன் முறையுடன் பின்வருமாறு பொருந்துகின்றன:

- **நிலை 1** = நியூராப்ராக்ஸியா (கடத்தல் தடை மட்டும்).
- **நிலை 2** = உள்ளார்ந்த குழாய் (எண்டோநியூரியம் — endoneurium) அப்படியே உள்ள அச்சோனோட்மெசிஸ்; மீள்வளர்ச்சிக்கான சிறந்த வாய்ப்புகளைத் தருவது.
- **நிலை 3** = உள் குழாயும் சிதைந்துள்ளது; எனவே மீண்டும் வளரும் இழைகள் தவறான திசையில் செல்லலாம்; மீட்சி பகுதியளவே.
- **நிலை 4** = வெளியுறை (எபிநியூரியம் — epineurium) மட்டுமே அப்படியே உள்ளது; ஒரு வடுத் தடை, அறுவை சிகிச்சை இல்லாமல் பயனுள்ள மீட்சியைப் பொதுவாகத் தடுக்கிறது.
- **நிலை 5** = முழு நரம்பும் முற்றிலும் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது; இது செடன் முறையின் நியூரோட்மெசிஸுக்கு நிகரானது, பழுதுபார்ப்பு தேவைப்படுவது.

சுருக்கமாக: எத்தனை அடுக்குகள் கிழிந்துள்ளனவோ, இயற்கையான மீட்சி அவ்வளவு மெதுவாகவும் குறைவாகவும் இருக்கும்; அறுவை சிகிச்சை தேவைப்படும் வாய்ப்பும் அவ்வளவு அதிகம்.

வாலேரியன் சிதைவும் மீள்வளர்ச்சியும்

ஒரு அச்சிழை வெட்டப்படும்போதோ கிழியும்போதோ, காயத்துக்கு அப்பால் உள்ள பகுதி, அதை உயிரோடு வைத்திருக்கும் செல்லிலிருந்து இப்போது துண்டிக்கப்பட்டுவிட்டது. அடுத்த நாட்களில், **வாலேரியன் சிதைவு** (Wallerian degeneration) எனப்படும் ஒரு நேர்த்தியான, திட்டமிடப்பட்ட செயல்முறையில் அது உடைக்கப்படுகிறது: தனிமைப்பட்ட அந்த அச்சிழையும் அதன் மயலினும் பிரித்தெடுக்கப்பட்டு, ஷ்வான் செல்களாலும், வரவழைக்கப்பட்ட நோயெதிர்ப்புச் செல்களாலும் (பெருவிழுங்கிகள் — macrophages) அகற்றப்படுகின்றன.

இது வெறும் இடிப்பு வேலை அல்ல; இது ஒரு தயாரிப்பு. பழைய இழையின் உள்புறத்தில் இருந்த ஷ்வான் செல்கள் உயிர் பிழைத்து, பெருகி, நரம்பின் அசல் பாதையைப் பின்தொடர்ந்து, **பங்னர் பட்டைகள்** (bands of Büngner) எனப்படும் வெற்றுத் தூண்களாக அணிவகுக்கின்றன. இந்தத் தூண்கள் உயிருள்ள சாரக்கட்டுக் குழாய்களாகச் செயல்படுகின்றன: அவை வளர்ச்சிக் காரணிகளை வெளியிட்டு, மீண்டும் உருவாகும் இழைகளை அவற்றின் இலக்குகளை நோக்கி உடல்நீதியாக வழிநடத்துகின்றன.

காயம் ஏற்பட்ட இடத்திலிருந்து, ஒவ்வொரு அச்சிழையின் எஞ்சிய முனையும் ஒரு வளர்ச்சிக் கூம்பை வெளியனுப்புகிறது; அது தன் ஷ்வான்-செல் குழாய் வழியாக **நாளொன்றுக்கு ஏறத்தாழ ஒரு மில்லிமீட்டர்** என்ற வேகத்தில் ஊர்ந்து சென்று, இறுதியில் தோலையோ

தசையையோ அடைந்து மீண்டும் இணைகிறது (மீள் நரம்பேற்றம் — reinnervation). ஆரம்பத்திலேயே துல்லியமாகச் செய்யப்படும் ஒரு சுத்தமான பழுதுபார்ப்பு ஏன் இவ்வளவு முக்கியம் என்பதற்கான காரணம் இதுவே: இழைகள் சரியான கால்வாய்களுக்குள் மீண்டும் நுழைவதற்காக, வெட்டப்பட்ட குழாய்கள் நேர்கோட்டில் பொருத்தப்பட வேண்டும்; மேலும் ஷ்வான் செல்கள், காயத்துக்குப் பின் வரும் ஆரம்ப மாதங்களிலேயே மிக அதிகமாக ஆதரவளிக்கின்றன — அவற்றுக்கு, ஒரு வகையில், ஒரு “காலாவதி” தேதி உள்ளது. முனைகளை நன்றாக அணிவகுத்து, சரியான நேரத்தில் அவற்றை அடைந்தால், மிக அதிகமான இழைகள் தங்கள் இடத்தைக் கண்டடைகின்றன.

இவற்றையும் பாருங்கள்

- [நரம்புப் பரிசோதனைகளும் நரம்பு கடத்துதல் ஆய்வுகளும்](#) — ஒரு நரம்பு இயல்பாகக் கடத்துகிறதா என்பதை நாங்கள் எப்படி அளவிடுகிறோம்
- [கார்பல் டனல் மற்றும் நரம்பு அழுத்தம்](#) — மணிக்கட்டில் ஏற்படும், அழுத்தப்பட்ட நரம்பின் ஒரு பொதுவான பிரச்சினை
- [தசைநாண் மற்றும் நரம்புப் பழுதுபார்ப்பு](#) — பிரிக்கப்பட்ட ஒரு நரம்பையோ தசைநாணையோ அறுவை சிகிச்சை மூலம் பழுதுபார்ப்பதில் என்ன அடங்கியுள்ளது