

படலம் 20

இடமசைவும்

அசைவும்

(நாள்: பிப்ரவரி 15, 2026

நேரம்: காலை 10:00 மணி -

தமிழ்நாடு

ப. இரத்தனசாமி

அலகு 5

மனித உடற்செயலியல்

HUMAN PHYSIOLOGY

பாடம் 16 செரித்தலும் உட்கவர்தலும்

- Digestion and Absorption

பாடம் 17 மூச்சும் வளிமப்பரிமாற்றமும்

- Breathing and Exchange of Gases

பாடம் 18 உடலின் நீர்மங்களும் சுற்றோட்டமும்

- Body Fluids and Circulation

பாடம் 19 கழிவுப்பொருள்களும் கழிவுநீக்கமும்

- Excretory Products and their Elimination

பாடம் 20 இடமசைவும் அசைவும்

- Locomotion and Movement

பாடம் 21 நரம்புக்கட்டுப்பாடும் ஒருங்கிணைப்பும்

- Neural Control and Coordination

பாடம் 22 வேதியொருங்கிணைப்பும் தொகுமையும்

- Chemical Coordination and Integration

இப்படல முன்னோட்டம்

- **அசைவு** (movement) வாழியிரிகளின் குறிப்பிடத்தக்க பண்புக்கூறுகளுள் ஒன்று
- விலங்குகளும் தாவரங்களும் ஒரு பரந்த வகையான அசைவுகளை மேற்கொள்கின்றன
 - அமீபா போன்ற ஒற்றையணுவியிரியில், **அணுநீர்மம்** (protoplasm) **ஒடுவது** அசைவின் ஒரு எளிய வடிவம்
 - பல உயிரிகளில், **கசைக்குச்சிகள்** (cilia), **கசையிழைகள்** (flagella), **உணரிழைகள்** (tentacles) ஆகியவை அசைகின்றன
 - மனிதர்களில், **கைகால்கள்**, **தாடைகள்**, **கண்ணிமைகள்**, **நாக்கு** - அசையும் உறுப்புகள்
- இவற்றுள், இருப்பிடம் மாறும் - தன்விருப்ப அசைவுகள் - **இடமசைவுகள்** (locomotion) எனப்படும்
 - **நடத்தல்**, **ஒடுதல்**, **ஏறுதல்**, **பறத்தல்**, **நீந்துதல்** ஆகியவை

இப்படல முன்னோட்டம்...

- இடமசைவுக்கான கட்டமைப்புகள், அசைவுகளை உண்டாக்கும் கட்டமைப்புகளிலிருந்து வேறுபடவேண்டியதில்லை
- பரமீசியத்தில் **கசைக்குச்சிகள்** - அணுத்தொண்டையின்வழி **உணவு அசையவும், இடமசைவுக்கும்** உதவுகின்றன
- நீர்ப்பேருரு (Hydra) தன் **உணரிழைகளை** - **இரையை பிடிக்கவும், இடமசைவுக்கும்** பயன்படுத்துகிறது
- நாம் **கைகால்களை** உடலின் **நிலைகோடலை (body postures)** மாற்றவும், இடமசைவுக்கும் பயன்படுத்துகிறோம்
- எனவே, எல்லா **இடமசைவுகளும் அசைவுகள்** - ஆனால் எல்லா **அசைவுகளும் இடமசைவுகள் அல்ல** என்றுணரலாம்
- **விலங்குகளில்** நடைபெறும் **இடமசைவு முறைகள்** அவற்றின் **வாழிட நிலைமையின் தேவைக்கேற்ப** மாறுபடும்
- ஆனால் பொதுவாக, **இடமசைவு**
 - உணவு, மறைவிடம், கலவலிணை, இனப்பெருக்கத்துக்குப் பொருத்தமான இடம், சாதகமான சூழ்பருவ நிலைமை ஆகியவற்றுள் ஒன்றை தேடவோ -
 - எதிரிகளிடமிருந்தும் கொன்றுண்ணிகளிடமிருந்தும் தப்பவோ - நிகழும்

படலம் 20ல் கற்கவிருப்பது

20.1 அசைவின் வகைகள்

- Types of Movement

20.2 தசை

- Muscle

20.3 சட்டகத்தசையமைப்பு

- Skeletal System

20.4 மூட்டுகள்

- Joints

20.5 தசையமைப்பிலும் எலும்புக்கூடமைப்பிலும்

- Disorders of Muscular

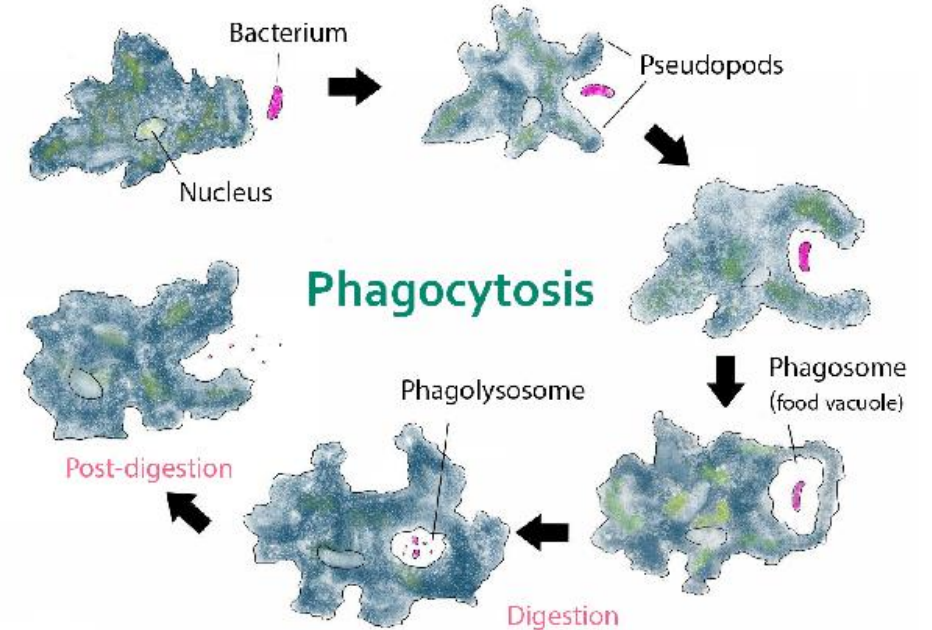
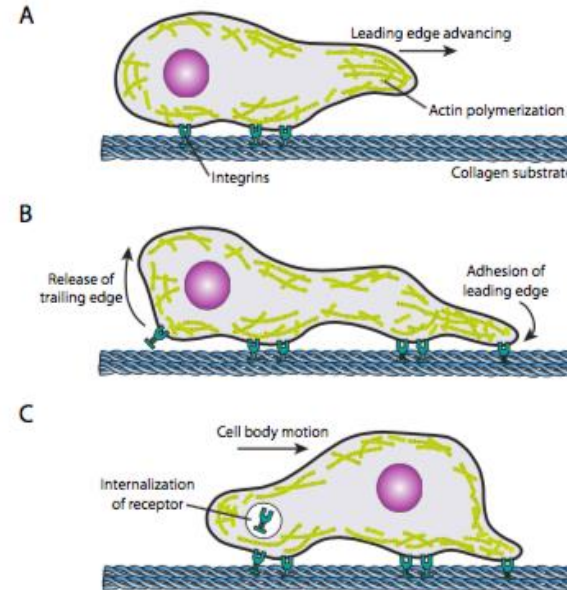
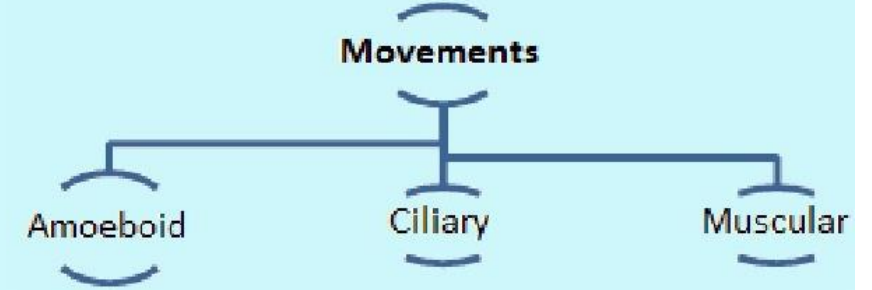
ஏற்படும் முறைமையின்மைகள்

and Skeletal System

20.1 அசைவின் வகைகள் (TYPES OF MOVEMENT)

- மூன்று முகன வகையான அசைவுகள்: **அமீபவன்ன (amoeboid)**, **கசைக்குச்சிய (ciliary)**, **தசைய (muscular)** ஆகிய மூவகை மனிதவுடலின் அணுக்களில் உள்ளன
- **அமீபவன்ன அசைவுகள்:** நம் உடலிலுள்ள **பேருண்ணிகள் (macrophages)**, **குருதியின் வெள்ளையணுக்கள் (leucocytes)** போன்ற தனித்துவமான அணுக்களில் உள்ளன
- இது அணுநீர்மத்தின் ஓட்டத்தால் (அமீபாவில் நிகழ்வதுபோல்) **பொய்க்கால்கள் (pseudopodia)** ஏற்படுவதால் நடைபெறுகிறது
- **நுண்சிறிறிழை (microfilaments)** போன்ற **அணுச்சட்டகத்தனிகங்களும் (cytoskeletal)** அமீபவன்ன அசைவுகளில் பங்கேற்கின்றன

Types of Movement:



20.1 அசைவின் வகைகள் (TYPES OF MOVEMENT)...

- கசைக்குச்சிய அசைவு: இது கசைக்குச்சிய மேற்சவ்வள்ள (ciliated epithelium) - நம் குழலவள்ளுறுப்புகள்ள (tubular organs) நடைபெறுகிறது
 - மூச்சுக்குழலிலுள்ள கசைக்குச்சிகள் ஒன்று சேர்ந்து அசைவது, வளிக்கோளவளியுடன் நாம் மூச்செடுக்கும் தூசுத்துகள்களையும் சில வேற்றுப்பொருள்களையும் வெளியேற்ற உதவுகிறது
 - பெண்ணின் இனப்பெருக்கத்தத்தில், முட்டை அசைவதும் - கசைக்குச்சிய அசைவால் வசதியாகிறது

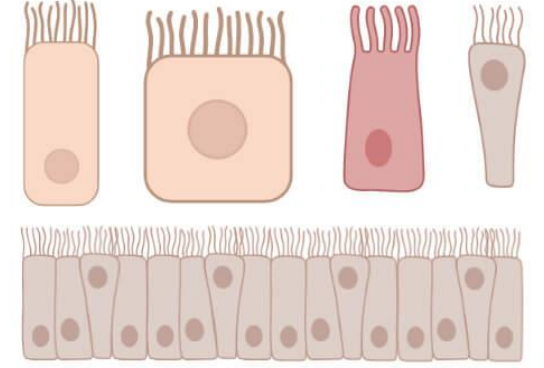
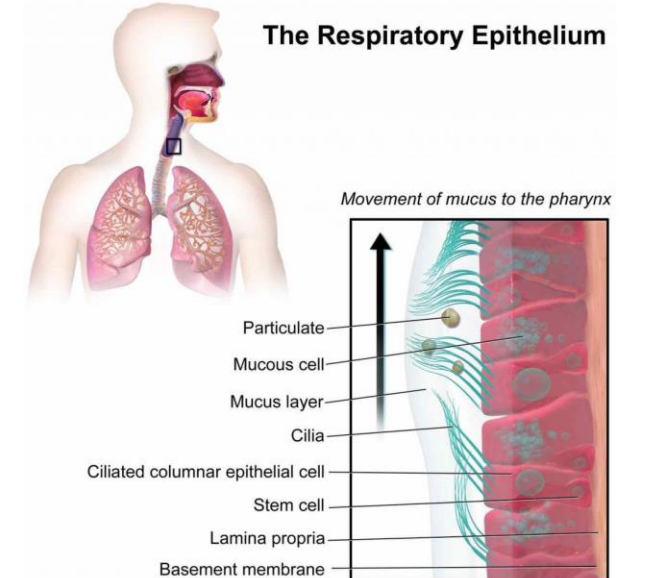
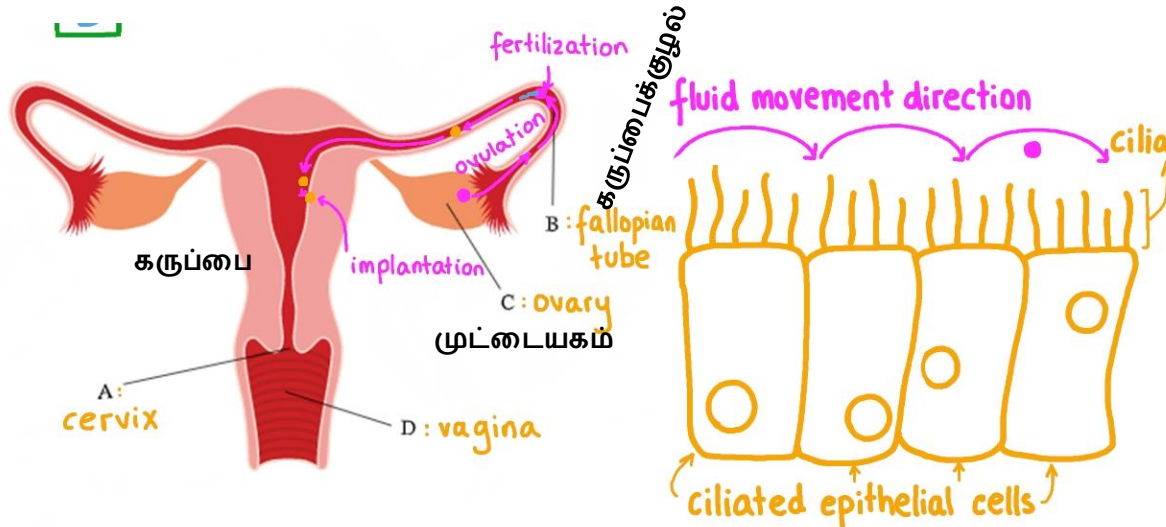


Figure: Cilia in ciliated epithelium

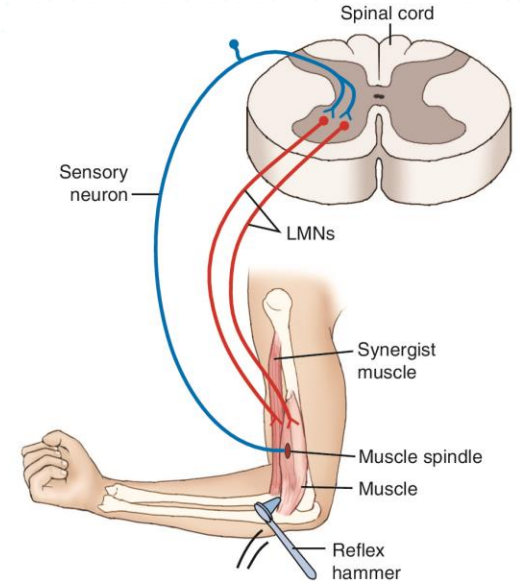
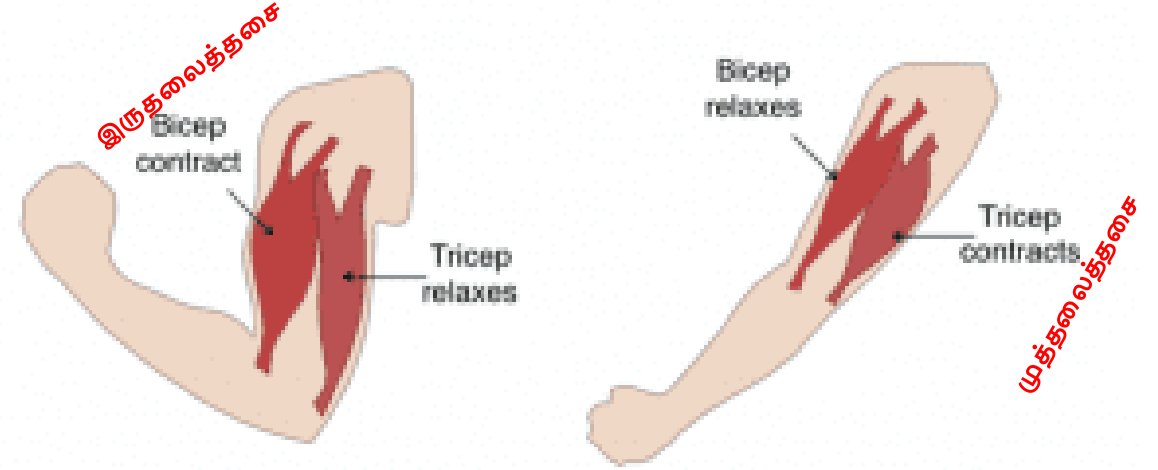


20.1 அசைவின் வகைகள் (TYPES OF MOVEMENT)...

- **தசையசைவுகள்:** நம் கைகால்கள், தாடைகள், நாக்கு, இன்ன பிறவற்றின் - அசைவுக்குத் தேவை

- **தசைகளின் குறுங்கும் பண்பு** - மனிதர்களிலும் பெரும்பான்மையான பலவணுவயிரிகளிலும் - இடமசைவுக்கும் மற்ற அசைவுகளுக்கும் நன்கு பயன்படுகிறது
- **இடமசைவுக்கு** - தசை, சட்டகம், நரம்பு ஆகிய அமைப்புகள் ஒருங்கிணைந்து செயலாற்றுவது - தேவையாகிறது
எகா: இருதலைத்தசை (குறுக்கம்), முத்தலைத்தசை (தளர்வு)

**இந்தப் படலத்தில் தசைகளின் வகைகளையும், அவற்றின் கட்டமைப்புகளையும், குறுக்கத்துக்கான இயங்குமுறைகளையும், சட்டகவமைப்பின் முக்கியமான பண்புகளையும் படிக்கலாம்



20.2 தசை (MUSCLE)

8ஆம் படலத்தில் கசையிழைகளும் (flagella) கசைக்குச்சிகளும் (cilia) அணுச்சவ்வின் புறவளரிகள் என்று படித்துள்ளோம்

கசையிழைய அசைவுகள் (flagellar movement):

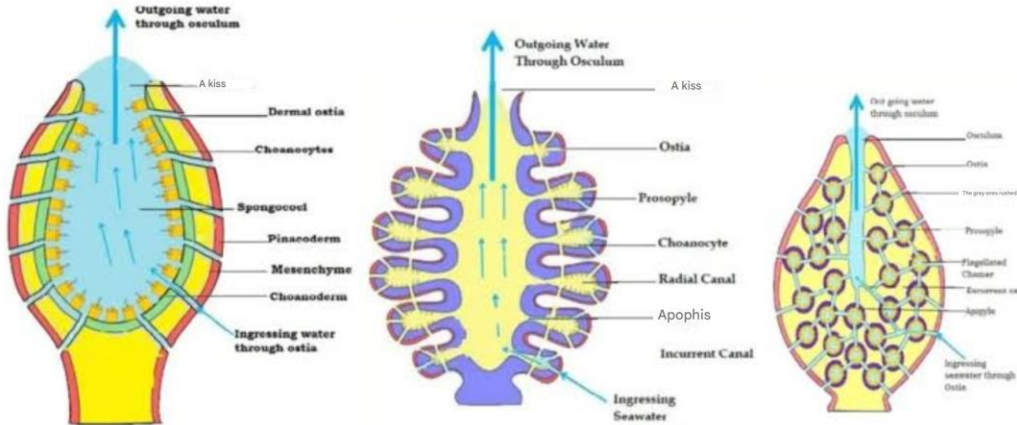
விந்தணுவிகள் நீந்துவதிலும்

பஞ்சுயிரிகளின் வாய்க்காலமைப்புகளில் நீரோட்டத்தை தகவைப்பதிலும்

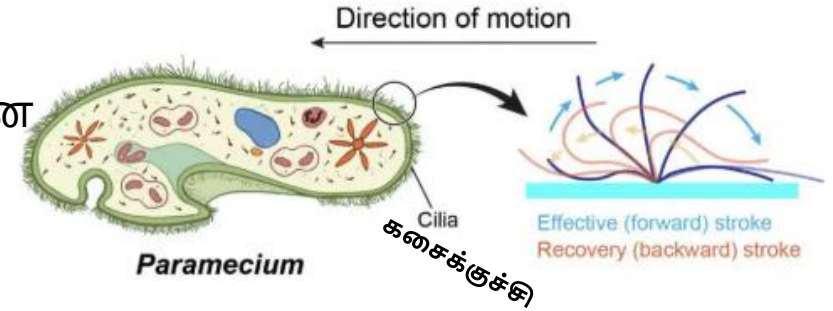
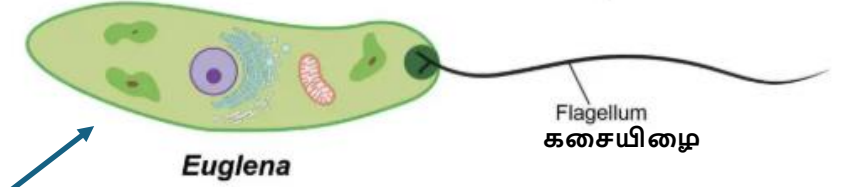
பழக்கண்ணி போன்ற முந்துயிரிகளின் இடமசைவிலும் உதவுகின்றன

Canal system in sponge

பஞ்சுயிரி



பழக்கண்ணி



விந்தணுவி

Flagellum

Sperm



20.2 தசை (MUSCLE)...

தசை இடைத்தோலிலிருந்து (mesodermal) எழும் தனித்துவமான திசு

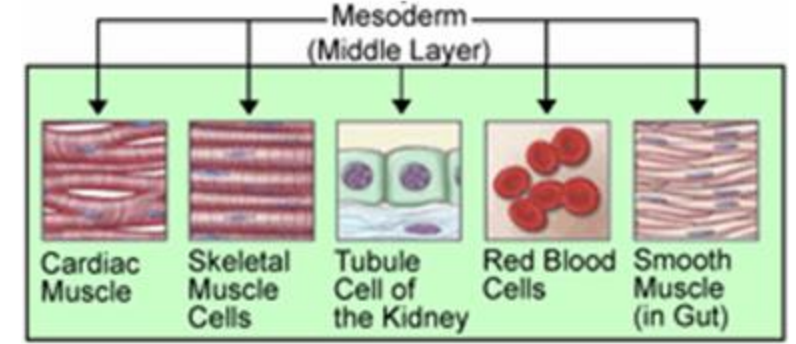
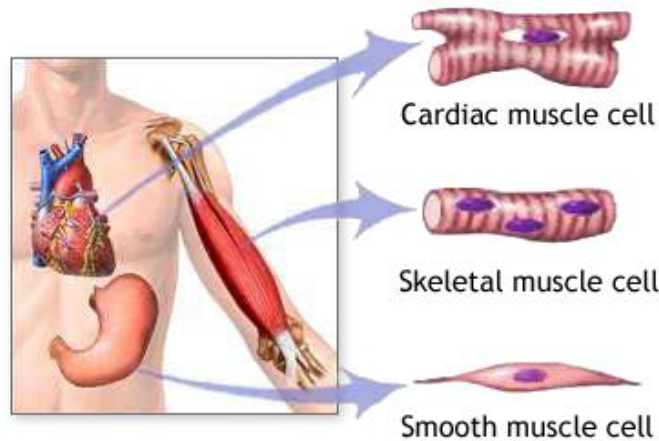
- மனித முதியரின் உடலின் எடையில் தசைகளின் பங்கு சுமார் 40-50%
- இவற்றுக்கு குறுக்கம் (contractility), கிளர்ச்சியுறல் (excitability), நீட்சியுறல் (extensibility), மீண்மம் (elasticity) போன்ற தனித்துவப்பண்புகள் உள்ளன
- தசைகளை இருப்பிடம், தோற்றம், செயல்களை ஒழுங்குறுத்தும் இயல்பு ஆகிய வெவ்வேறு முடிவளவைகளால் பாகுபடுத்தலாம்
- இருப்பிடத்தின் அடிப்படையில் அவற்றை

(அ) இதயத்தசை (Cardiac)

(ஆ) சட்டகத்தசை (Skeletal)

(இ) வயிற்றகத்தசை (Visceral)

என மூவகைப்படுத்தலாம்



Contractility	
Excitability	
Extensibility	
Elasticity	

20.2 தசை (MUSCLE)...

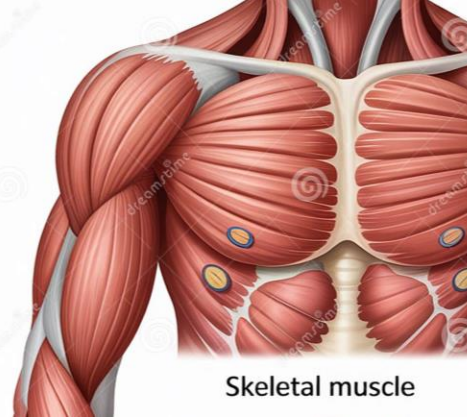
சட்டகத்தசைகள் (Skeletal muscles): உடலின் சட்டகவகைகளுடன் நெருங்கிய தொடர்புடையவை

- நுண்ணோக்கியில் பார்க்கும்போது ஒரு வரியிட்ட தோற்றத்தை இவை தரும்

- எனவே இவற்றை **படுவரித்தசை** (striated muscles) என்றும் சொல்லலாம்

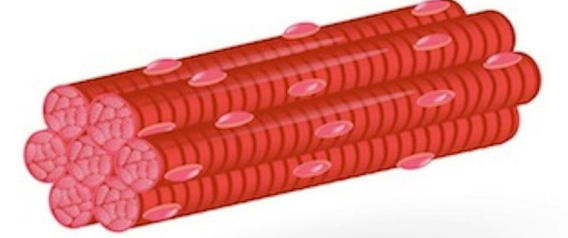
- இவற்றின் செயல்கள், **நரம்பமைப்பின் தன்விருப்பக் கட்டுப்பாட்டில் இருப்பதால்**, இவற்றை **தன்விருப்பத்தசைகள்** (voluntary muscles) என்றும் அழைக்கிறோம்

- இவை பெரும்பாலும் **இடமசைவிலும் உடலின் நிலைகோடலை மாற்றுவதிலும்** செயலாற்றுகின்றன

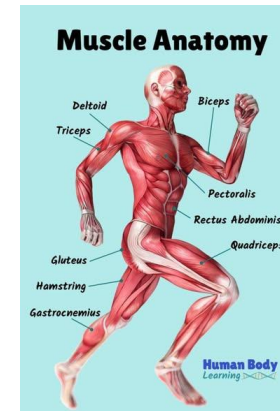


Skeletal muscle

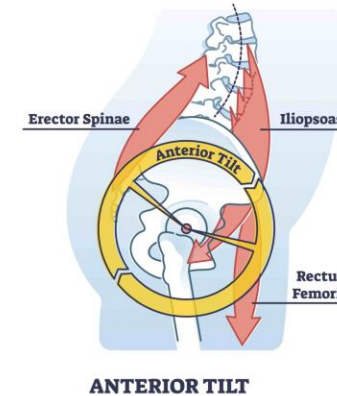
Skeletal muscle



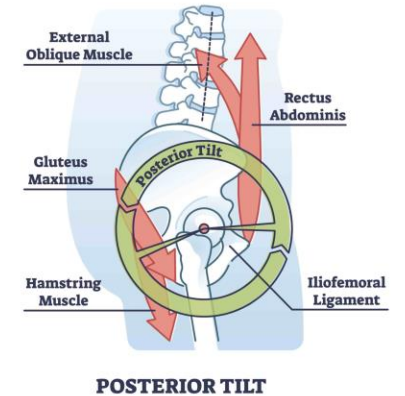
இடமசைவு



நிலைகோடல் மாற்றம்



ANTERIOR TILT

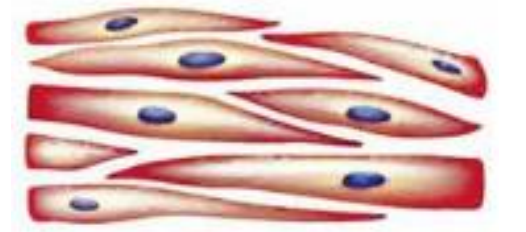
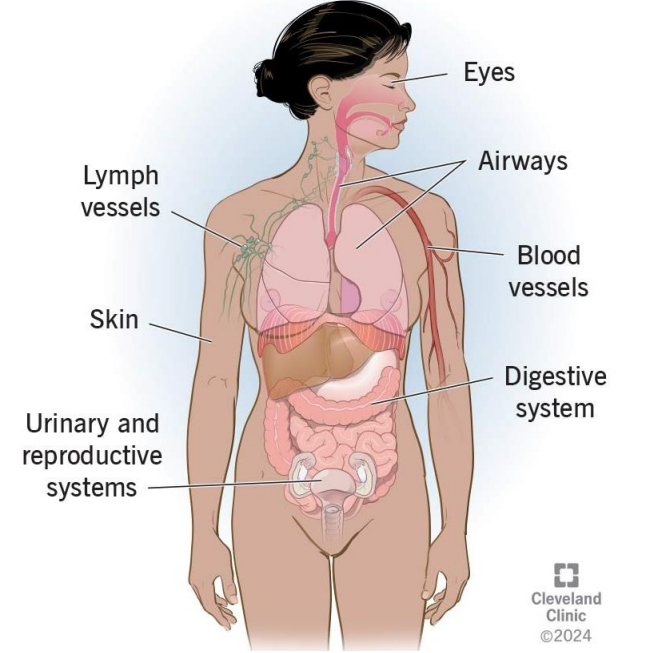


POSTERIOR TILT

20.2 தசை (MUSCLE)...

வயிற்றகத்தசைகள் (Visceral muscles): உணவுப்பாதை, இனப் பெருக்கத்தடம், இன்ன பிற உடலின் உள்வமற்ற வயிற்றுறுப்புக்களின் சுவர்களில் இடம்பெறுகின்றன

- இவற்றில் வரிகள் இல்லை - வழவழப்பான தோற்றமுடையவை
 - எனவே இவை வழத்தசைகள் (smooth muscles) என்றும் படுவரியற்ற தசைகள் (nonstriated muscle) என்றும் சொல்லப்படும்
- இவற்றின் செயல்கள், நரம்பமைப்பின் தன்விருப்பக்கட்டுப்பாட்டில் இல்லாததால் இவற்றை தன்விருப்பமற்ற தசைகள் (involuntary muscles) என்கிறோம்
- உணவை செரித்தற்பாதையிலும், குறியுறுப்பப்பகுதியில் சேரணுக்களையும் (gametes) கடத்த உதவுவது இவற்றின் செயல்களுள் ஒன்று

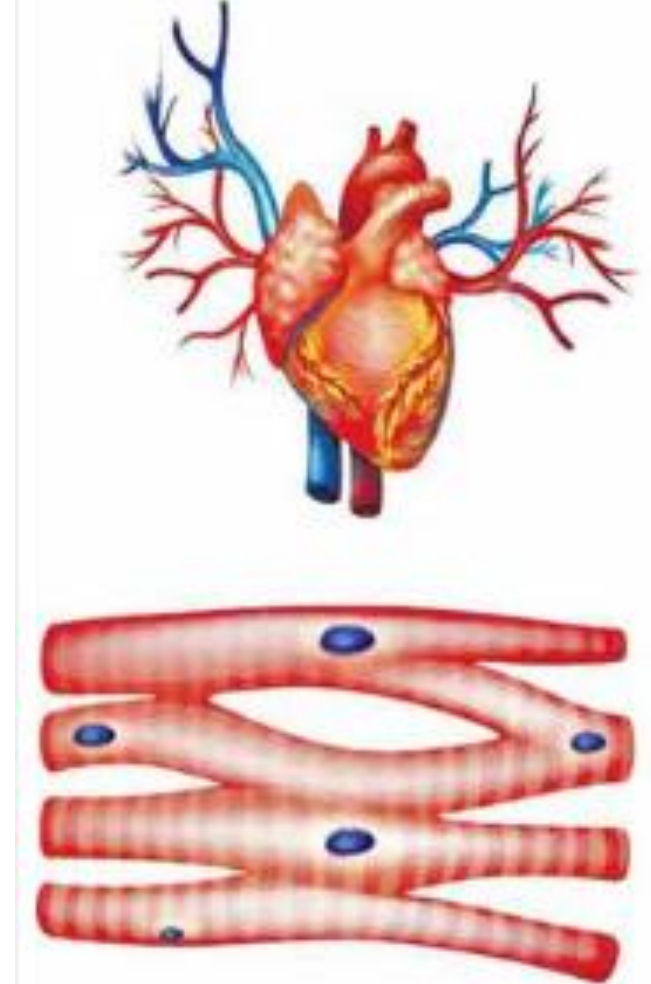


Smooth muscle

20.2 தசை (MUSCLE)...

இதயத்தசைகள் (Cardiac muscles): பெயராலேயே இவை இதயத்திலுள்ள தசைகள் என்பது விளங்கும்

- பல இதயத்தசையணுக்கள் ஒரு **கிளையப்பாங்கத்தில் ஒன்றுசேர்ந்து** ஒரு இதயத்தசையை உருவாக்குகின்றன
- தோற்றத்தின் அடிப்படையில், இதயத்தசைகள் **படுவரியுள்ளவை** (striated)
- இவை இயல்பில் **தன்விருப்பமற்றவை** (involuntary) - நரம்பமைப்பு இவற்றின் செயல்களை நேரடியாக கட்டுப்படுத்தாது

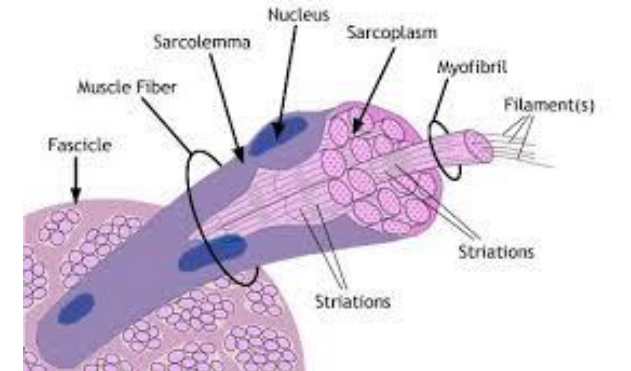
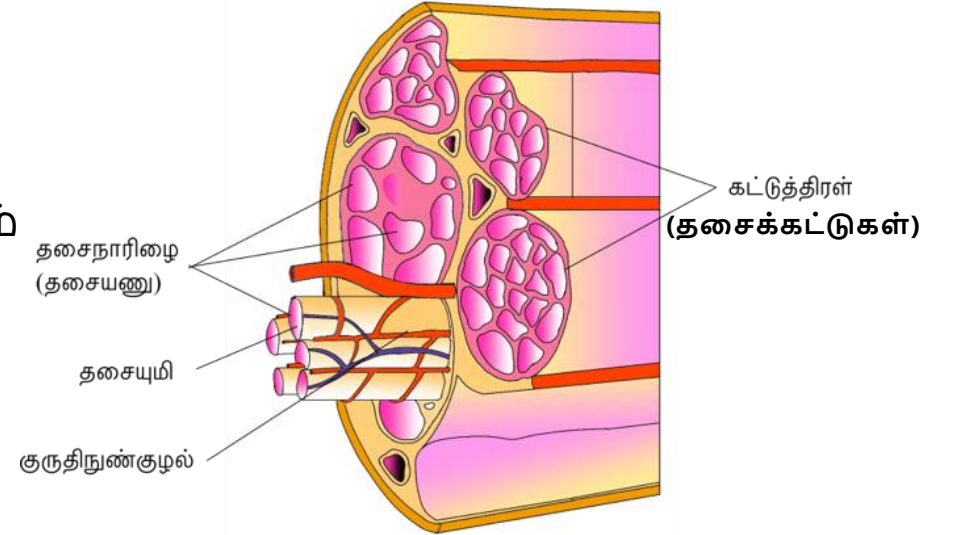


Cardiac muscle

20.2 தசை (MUSCLE)...

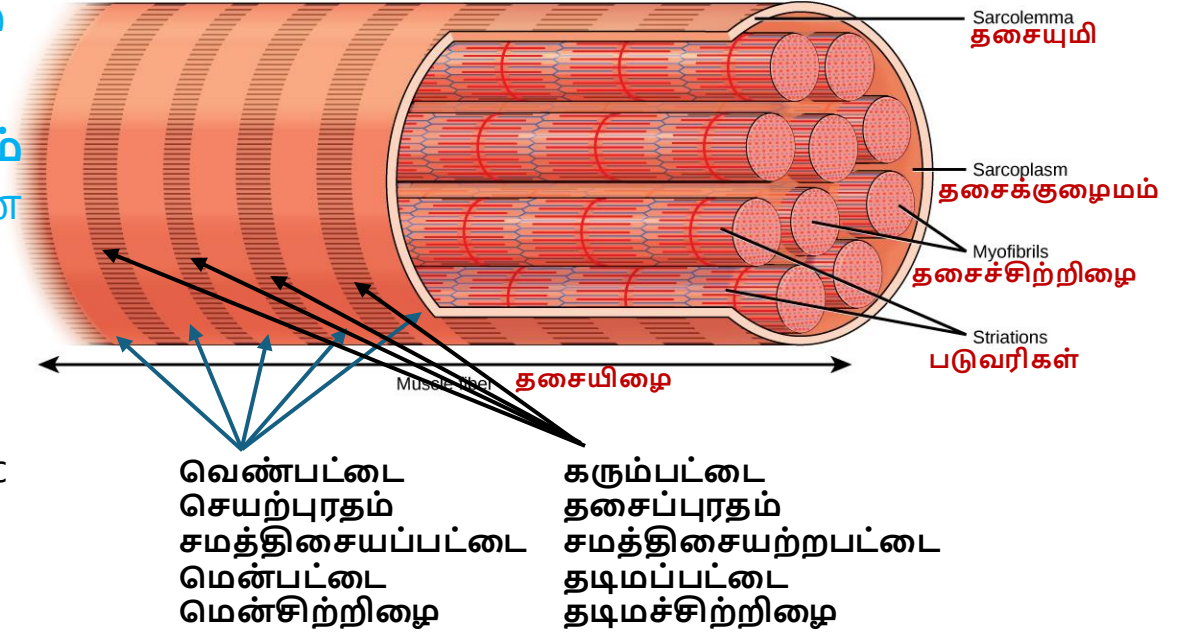
சட்டகத்தசையின் கட்டமைப்பும் தசைக்குறுக்கத்தின் இயங்கு முறையும்

- உடலிலுள்ள ஒவ்வொரு ஒருங்கமைந்த சட்டகத்தசையும், காலசனுள்ள தசைப்பட்டை (fascia) எனப்படும் இணைப்புத்திசுவால் கட்டுண்ட, கட்டுத்திரர்கள் (fascicles) என்ற தசைக்கட்டுகளால் (muscle bundles) ஆனது
- ஒவ்வொரு தசைக்கட்டிலும் பல தசையிழைகள் (muscle fibres) உள்ளன
- ஒவ்வொரு தசையிழையைச்சுற்றியும் தசையுமி (sarcolemma) எனும் ஒரு அணுச்சவ்வு உள்ளது
- தசையிழையின் அணுக்குழைம வலை (endoplasmic reticulum), அதாவது தசைக்குழைம வலை (sarcoplasmic reticulum), கால்சியவயனியின் சேமிப்பிடம்
- தசைக்குழைமத்தில் (sarcoplasm) பல உட்கருக்கள் (nuclei) இருப்பதால் தசையிழை ஒரு கூட்டணு (syncytium)
- தசையிழையின் தசைக்குழைமத்தில் தசைத்தும்பிழைகள் (myofibrils) அல்லது தசைச்சிற்றிழை (myofilaments) எனப்படும் பெரும் எண்ணிக்கையிலான சிற்றிழைகள் (filaments) இணையாக அடுக்கியிருப்பது அதன் ஒரு சிறப்பியல்பு

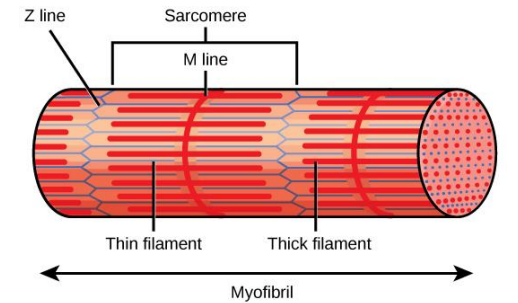


20.2 தசை (MUSCLE)...

- ஒவ்வொரு தசைச்சிற்றிழையிலும் (myofibril), கருமையும் வெண்மையுமான பட்டைகள் மாறிமாறி இருக்கும்
- இந்த படுவரித்தோற்றம் (striated appearance) செயற்புரதம் (Actin), தசைப்புரதம் (Myosin) ஆகிய இரண்டு முக்கியமான புரதங்களின் பரவற்பாங்கத்தால் உண்டாவது
- வெண்பட்டையில் செயற்புரதமும், கரும்பட்டையில் தசைப்புரதமும் இருக்கின்றன
- இவை முறையே சமத்திசையப்பட்டை (I-band) (Isotropic band), சமத்திசையற்றபட்டை (A-band) (Anisotropic band) எனப்படும்

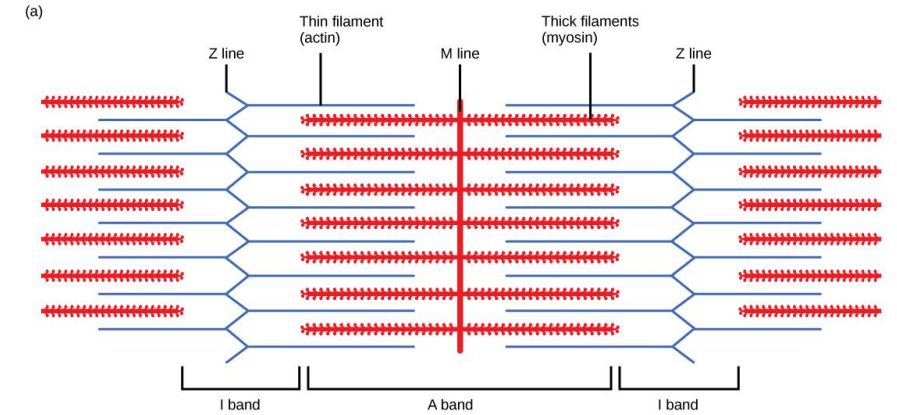
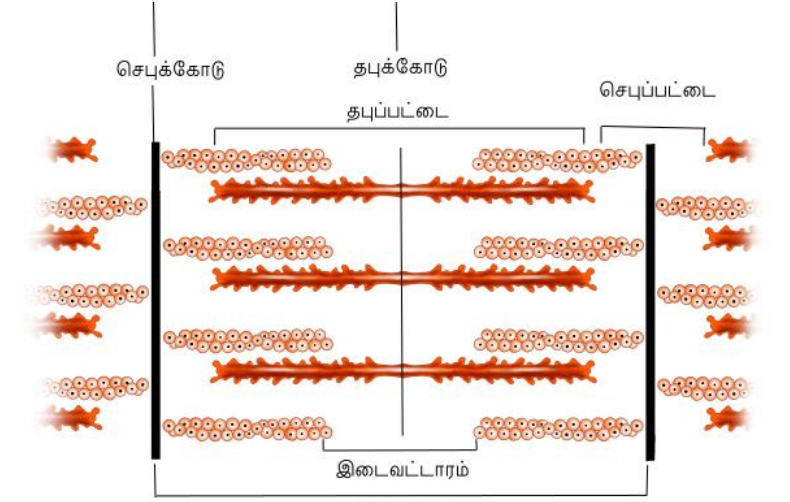


- இவை தடிமனில் வேறுபடுவதால், செயற்புரதப்பட்டையை (வெண்பட்டை, சமத்திசையப்பட்டை) மென்பட்டை அல்லது மென்சிற்றிழை (thin filaments) என்றும் - தசைப்புரதப்பட்டையை (கரும்பட்டை, சமத்திசையற்றபட்டை) தடிமப்பட்டை அல்லது தடிமச்சிற்றிழை (thick filaments) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன
- இரண்டு புரதங்களும் குச்சிபோன்ற கட்டமைப்புகளில் ஒன்றுக்கொன்று இணையாகவும் தசைச்சிற்றிழையின் நெடுக்கச்சுக்கு இணையாகவும் அடுக்கப்பட்டுள்ளன



20.2 தசை (MUSCLE)...

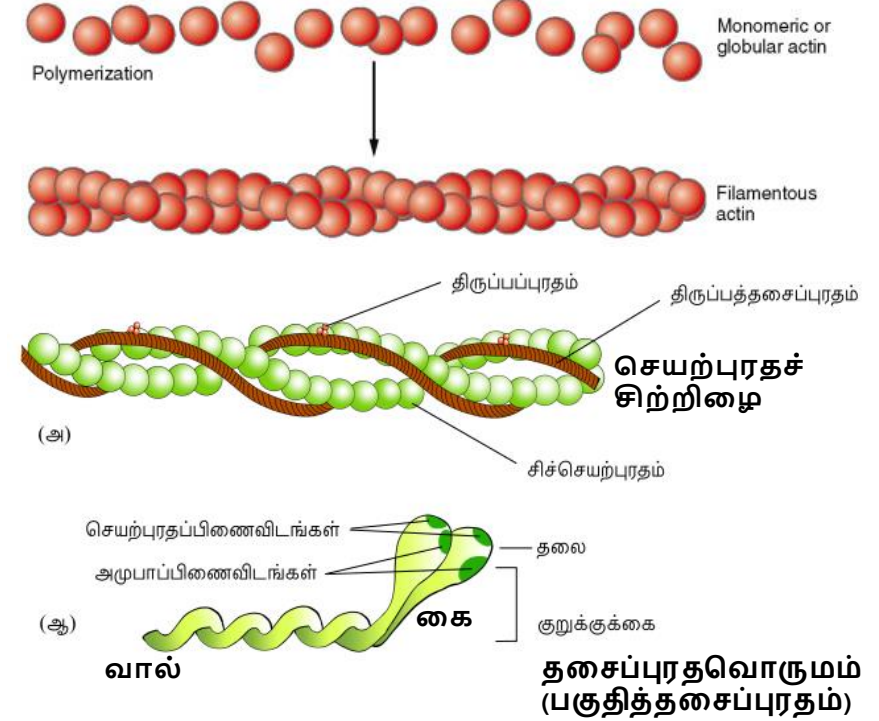
- ஒவ்வொரு செபுப்பட்டையின் (செயற்புரதப்பட்டையின்) (I-band) மையத்திலும் அதை இருசமவெட்டும் செபுக்கோடு ('Z' line) எனப்படும் மீண்ம நாரிழை இருக்கிறது
 - செபுப்பட்டையானது செபுக்கோட்டுடன் உறுதியாக இணைக்கப்பட்டுள்ளது
- தபுப்பட்டையும் (தசைப்புரதப்பட்டை) ('A' band) அதன் நடுவிலுள்ள தபுக்கோடு ('M' line) எனப்படும் மெல்லிய நாரிழைச்சவ்வடன் பிணைந்திருக்கிறது
- தசைச்சிற்றிழையின் நீளமுழுவதிலும், செபுப்பட்டையும் தபுப்பட்டையும் மாறிமாறி அடுக்கப்பட்டிருக்கும்
- அடுத்தடுத்த இரண்டு செபுக்கோடுகளுக்கிடையிலுள்ள தசைச்சிற்றிழைப்பகுதியே குறுக்கத்தின் அடிப்படையலகாகும் - இது தசையலகு (sarcomere) எனப்படும்
- ஓய்வநிலையில், தபுப்பட்டையின் இருபக்கங்களிலுமுள்ள செபுச்சிற்றிழைகளின் விளிம்புகள் தபுச்சிற்றிழைகளின் மையப்பகுதியை, கட்டின்றி விட்டுவிட்டு நுனிகளுடன் பகுதியாக மேற்கவிகின்றன
 - செபுச்சிற்றிழைகள் மேற்கவியாத இந்த தபுச்சிற்றிழையின் நடுப்பகுதி இடைவட்டாரம் ('H' zone) எனப்படும்



20.2.1

குறுக்கப்புரதங்களின் கட்டமைப்பு (Structure of Contractile Proteins)

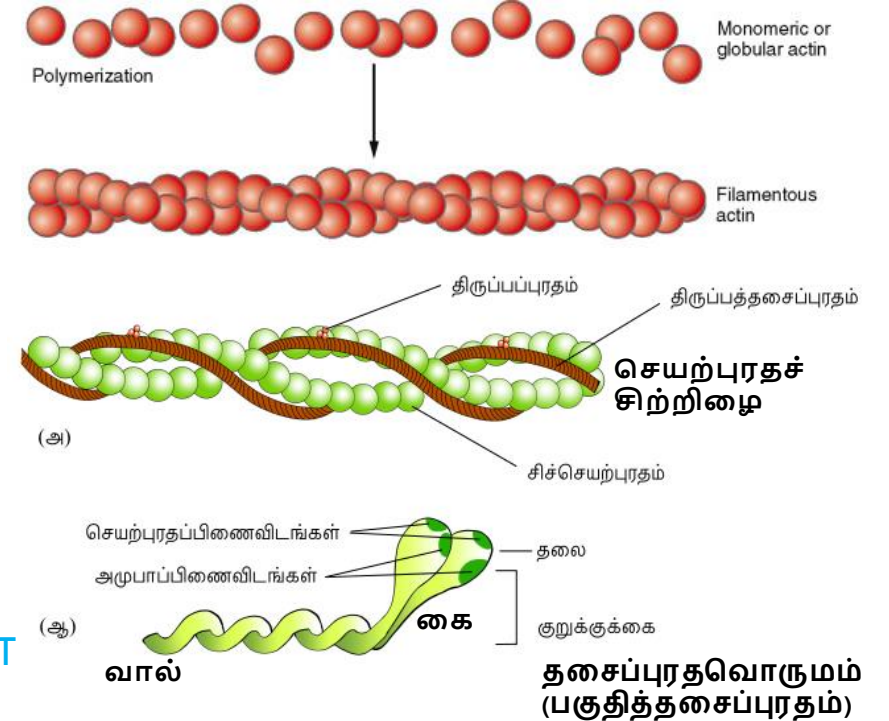
- ஒவ்வொரு செயற்புரதத்தின் சிற்றிழையிலும் [actin (thin) filament], இரண்டு **சிச்செயற்புரதங்கள்** ['F' (filamentous)] (சிற்றிழையச் செயற்புரதங்கள்) - ஒன்றுடனொன்று சுரியமாக சுற்றியிருக்கும்
 - சிச்செயற்புரதம், கோச்செயற்புரதங்களின் ['G' (Globular)] (கோளனைய செயற்புரதம்) பாலிமம்
- **திருப்பத்தசைப்புரதம்** (tropomyosin) என்ற மற்றொரு புரதத்தின் இரு சிற்றிழைகள், சிச்செயற்புரதத்தின் முழு நீளத்துக்கும், அதன் அருகில் **ஒடுகின்றன**
- **திருப்பப்புரதம்** (Troponin) எனும் உட்சிக்கலான புரதம், **திருப்பத்தசைப்புரதத்தின்மீது ஒழுங்கான இடைவெளியில் விரவியுள்ளது**
 - **ஓய்வுநிலையில் திருப்பப்புரதத்தின் ஒரு சிற்றலகு, செயற்புரதச் சிற்றிழைகளிலுள்ள தசைப்புரதப்பிணைவிடங்களை மறைக்கிறது (படம் - அ)**
 - அதாவது, தசைப்புரதத்துடன் பிணைவதற்காக - செயற்புரதத்தில் இருக்கும் - பிணைவிடங்களை மறைக்கிறது
- ஒவ்வொரு **தசைப்புரதச்சிற்றிழையும்** (myosin filament) (தடிமச்சிற்றிழை) {(thick) filament} ஒரு **பாலிமமான புரதம்**
- **பகுதித்தசைப்புரதம்** (Meromyosin) எனப்படும் **பல ஒருமப்புரதங்கள் ஒரு தடிமச்சிற்றிழையாக** (thick filament) **சேர்கின்றன** (படம் - ஆ)



20.2.1

குறுக்கப்புரதங்களின் கட்டமைப்பு (Structure of Contractile Proteins)...

- ஒவ்வொரு பகுதித்தசைப்புரதத்திலும் ஒரு தலையும் வாலுமாகிய இரண்டு முக்கியப்பகுதிகள் உள்ளன
- தலை - ஒரு சிறு கையுள்ள - கோளனையம் (globular) – இது கனத்த பகுதித்தசைப்புரதம் (கபத) [heavy meromyosin (HMM)] எனப்படும்
- வால் மெலிந்த பகுதித்தசைப்புரதம் (மெபத) [light meromyosin (LMM)] எனப்படும்
- தலையும் கையுமான கபதக்கள், ஒன்றுக்கொன்று ஒழுங்கான தொலைவிலும் கோணத்திலும், தசைப்புரதச்சிற்றிழையிலிருந்து வெளிநோக்கி நீள்கின்றன
- இவற்றுக்கு குறுக்குக் கைகள் என்று பெயர்
- கோளனையத்தலை ஒரு அமுபலுக்கி - அமுபலுக்கான பிணைவிடமும் செயற்புரதத்துக்கான செயலிடமும் இதில் இருக்கின்றன

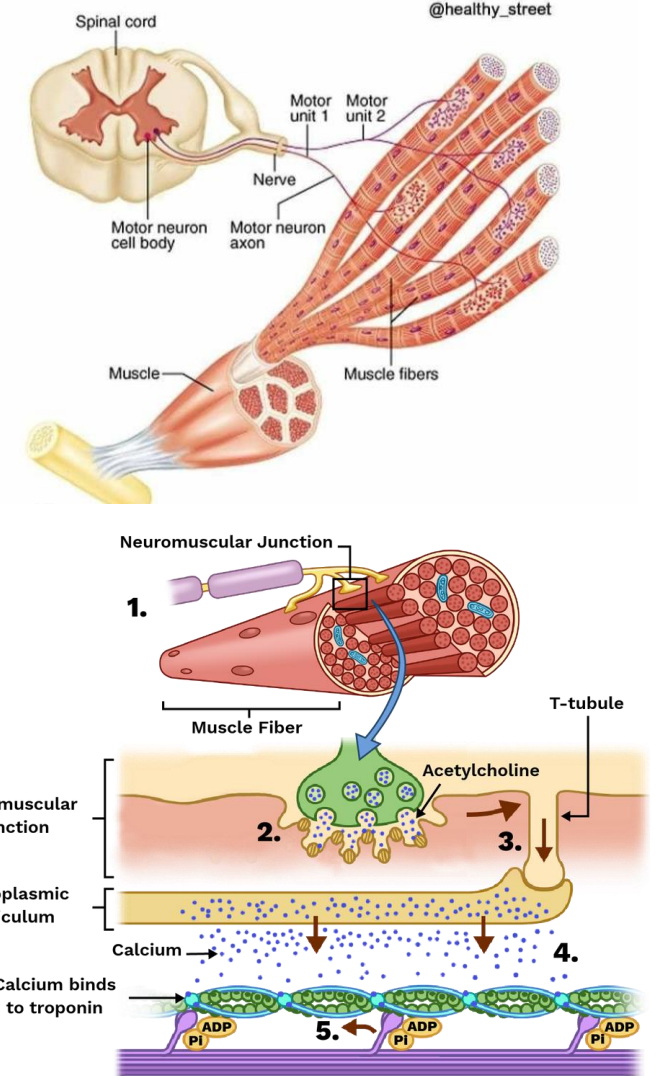


20.2.2

தசைக்குறுக்கத்தின் இயங்குமுறை (Mechanism of Muscle Contraction)

தசைக்குறுக்கத்தின் இயங்குமுறையை, சறுக்குச்சிற்றிழைக்கோட்பாட்டால் (sliding filament theory) விளக்கலாம்

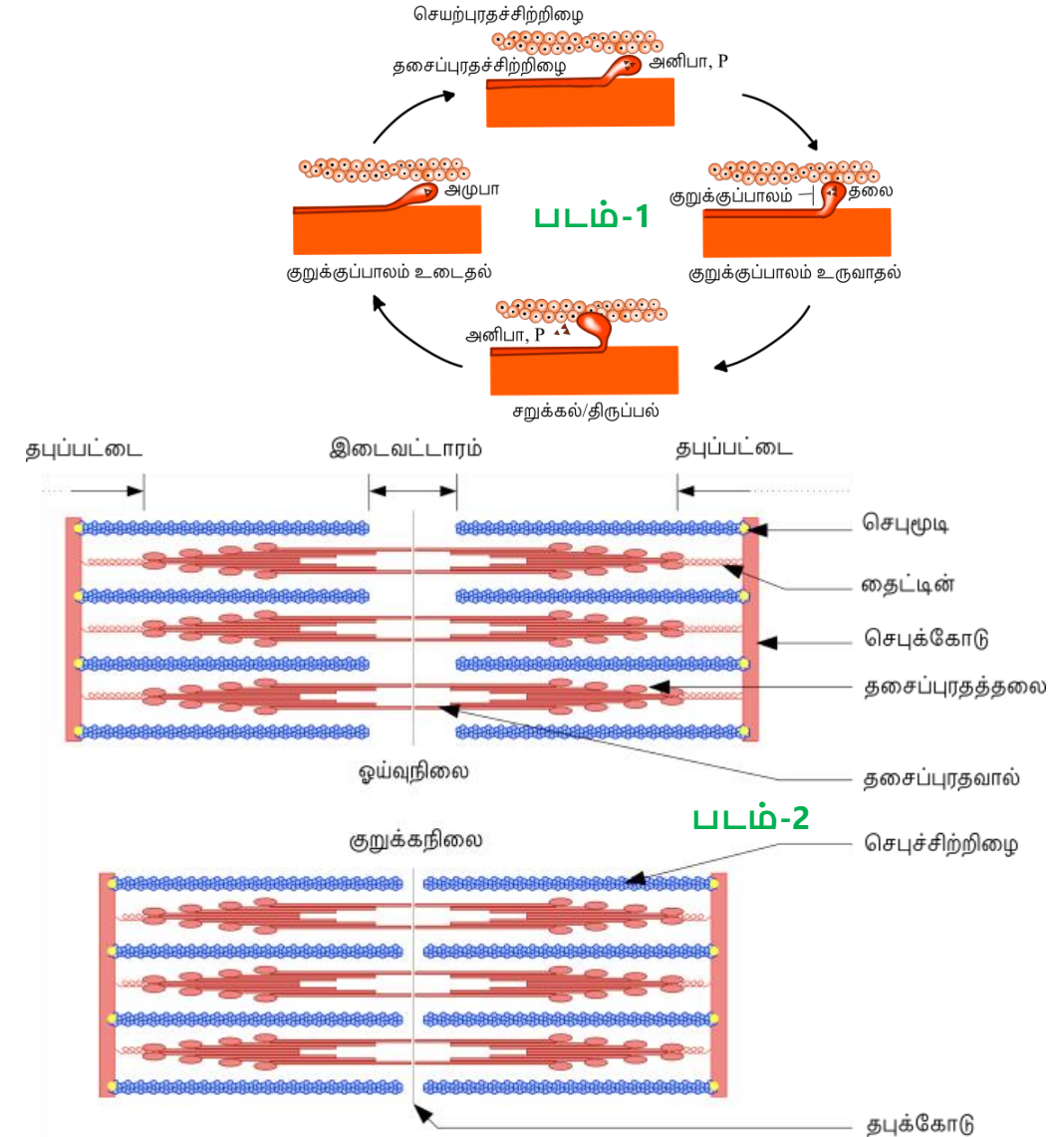
- தபுச்சிற்றிழையின்மீது (thin filaments), செபுச்சிற்றிழைகள் (thick filaments) சறுக்குவதால், தசைநாரிழைகளின் குறுக்கம் நிகழ்கிறது என்பதே இக்கோட்பாடு
- தசைக்குறுக்கம் - மையநரம்பமைப்பு [central nervous system (CNS)], உந்துவநரம்பணுவின் (motor neuron) மூலம், ஒரு சமிக் கையை அனுப்புவதில் - தொடங்குகிறது
 - உந்துவநரம்பணுவும் அதனுடன் இணைந்துள்ள தசைநாரிழைகளும் சேர்ந்து ஒரு உந்துவியலகாகின்றன (motor unit)
- உந்துவநரம்பணுவுக்கும் தசையுமி (sarcolemma) க்குமிடையிலான சந்தி, நரம்புத்தசைச்சந்தி (neuromuscular junction) அல்லது உந்துவநுனித்தட்டு (motor-end plate) எனப்படும்
- இந்த சந்தியை அடையும் ஒரு நரம்பச்சமிக் கை, ஒரு நரம்பாலனுப்பியை (neurotransmitter) (அசிற்றைல்கோலினை) (Acetyl choline) விடுவிக்கிறது
- இந்த நரம்பாலனுப்பி தசையுமியில் (sarcolemma) ஒரு செயலமின்னழுத்தத்தை (action potential) உண்டாக்கும்
- இது தசைநாரிழைமுழுவதும் பரவி, கால்சியவயனிகள், தசைக்குழைமத்தில் (sarcoplasm) விடுபட காரணமாகிறது



20.2.2

தசைக்குறுக்கத்தின் இயங்குமுறை (Mechanism of Muscle Contraction)...

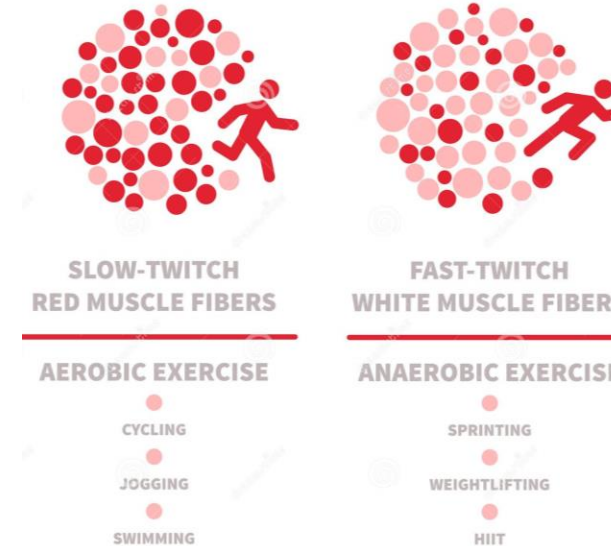
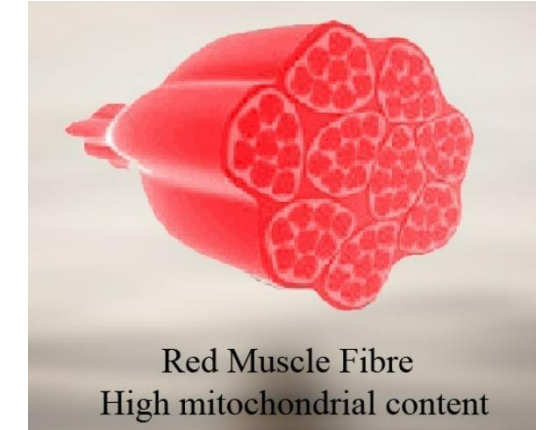
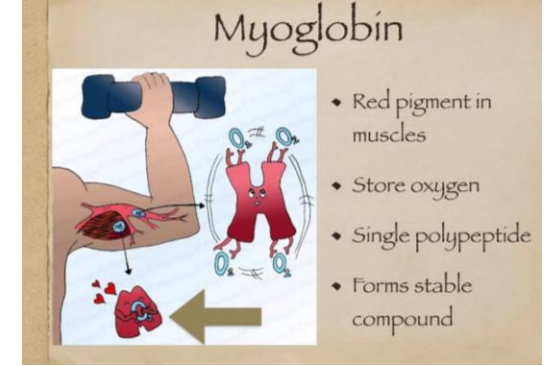
- தசைப்புரதம் அனிபாவையும் ஒரு பாசுபேட்டையும் (P1) விடுவித்து தன் தளர்ந்த நிலைக்கு திரும்ப, ஒரு புதிய அமுபா பிணைந்து குறுக்குப்பாலம் முறியும் (படம்-1)
- இந்த அமுபாவை மீண்டும் தசைப்புரதத்தின் தலை, நீராற்பகுத்து - குறுக்குப்பாலம் உருவாதலும், முறிவதுமான சுழற்சியும், மேலும் சறுக்கலும் நிகழும்
- இந்த நிகழ்முறை, Ca^{++} அயனிகள் எக்கப்பட்டு தசைக்குழைமத்தொட்டியங்களுக்கு (sarcoplasmic cisternae) திரும்பி, செயற்புரதச்சிற்றிழைகளை மீண்டும் மறைக்கும்வரை தொடரும்
- இதனால் செபுக்கோடுகள் ('Z' lines) தங்கள் இயல்பான தளர்ச்சி நிலைக்கு திரும்பும்
- நாரிழைகளின் மறுவினைநேரம் வெவ்வேறு தசைகளில் வேறுபடலாம்
- தசைகளை மீண்டும் மீண்டும் செயலூட்டும்போது அதிலுள்ள குளுக்கோசாக்கியின் (glycogen) வளியற்ற சிதைவினால் பாலமிலம் (lactic acid) திரண்டு களைப்பை உண்டாக்கலாம்



20.2.2

தசைக்குறுக்கத்தின் இயங்குமுறை (Mechanism of Muscle Contraction)...

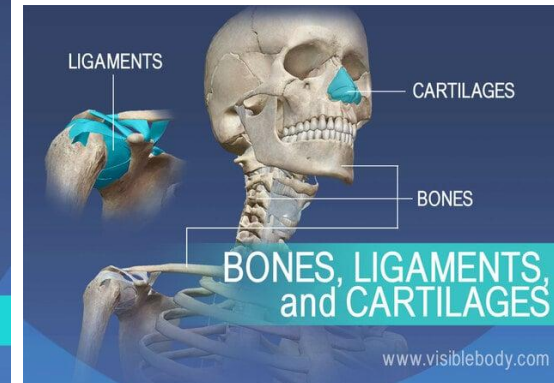
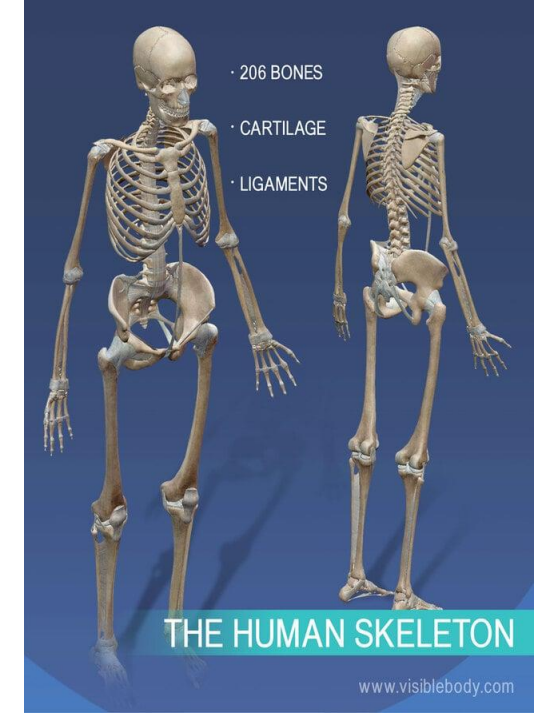
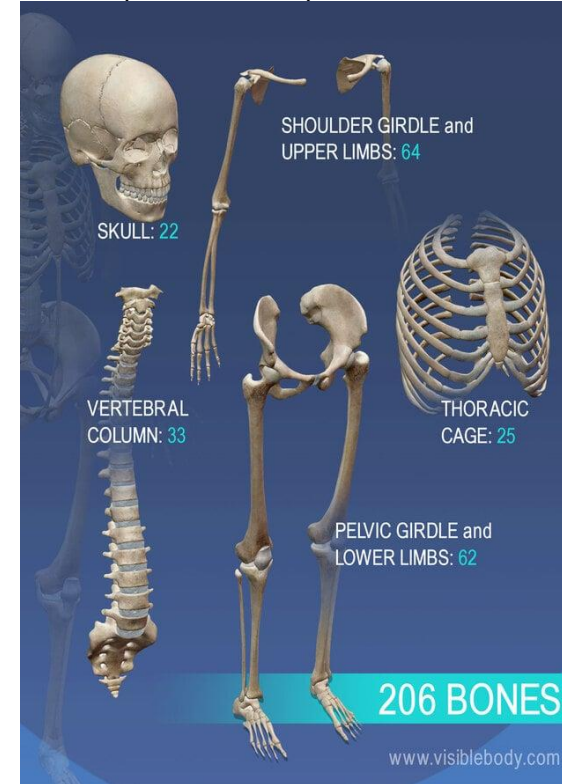
- தசையில் ஆக்குசிசனடங்கிய மயோகுளோபின் என்ற சிவப்புநிறமி உள்ளது
- சில தசைகளில் மயோகுளோபின் அதிகமிருப்பதால் அது சிவப்பாக தோன்றுகிறது
- இவ்வாறான தசைகளை செந்நாரிழைகள் (Red fibres) என்கிறோம்
- இந்த தசைகளில் ஏராளமான ஆற்றலாக்கிகள் (mitochondria) இருக்கும் - இவை பெருமளவில் சேமகமாயுள்ள ஆக்குசிசனை அமுபாவுற்பத்திக்கு பயன்படுத்த உதவும்
- எனவே இந்த தசைகளை வளியத்தசைகள் (aerobic muscles) என்றும் சொல்லலாம்
- இதன் மறுபக்கமாக, வேறு சில தசைகளில் மயோகுளோபின் சிறிதளவே உள்ளதால் இவை வெளிர்மையுடன் தோன்றுகின்றன - இவை வெண்ணாரிழைகள் (White fibres)
- இவற்றிலுள்ள ஆற்றலாக்கிகளின் எண்ணிக்கையும் குறைவு
 - ஆனால் தசைக்குழைமவலையின் (sarcoplasmic reticulum) அளவு அதிகம்
- இவை, ஆற்றலுக்கு வளியற்ற நிகழ்முறையை (anaerobic process) சார்ந்திருக்கின்றன



20.3 சட்டகவமைப்பு (SKELETAL SYSTEM)

- சட்டகவமைப்பில் (Skeletal system) ஒரு எலும்புச்சட்டகமும் (bones) சில குறுத்தெலும்புகளும் (cartilages) அடங்கும்
 - இந்த அமைப்பு உடலின் அசைவுகளில் பெரும் பங்கு வகிக்கிறது
 - தாடையெலும்பின்றி மெல்லுதலும் காலெலும்பின்றி நடப்பதும் சாத்தியமில்லை
- எலும்பும் குறுத்தெலும்பும் தனித்துவமான இணைப்புத்திசுக்கள்
 - எலும்பு: கால்சியவயனிகளால் ஆன ஒரு மிகக்கடினமான அடையணி (hard matrix)
 - குறுத்தெலும்பு: குருத்தெலும்பினின் (chondroitin) உப்புகளால் ஆன சற்று வளைதகு அடையணி (pliable matrix)

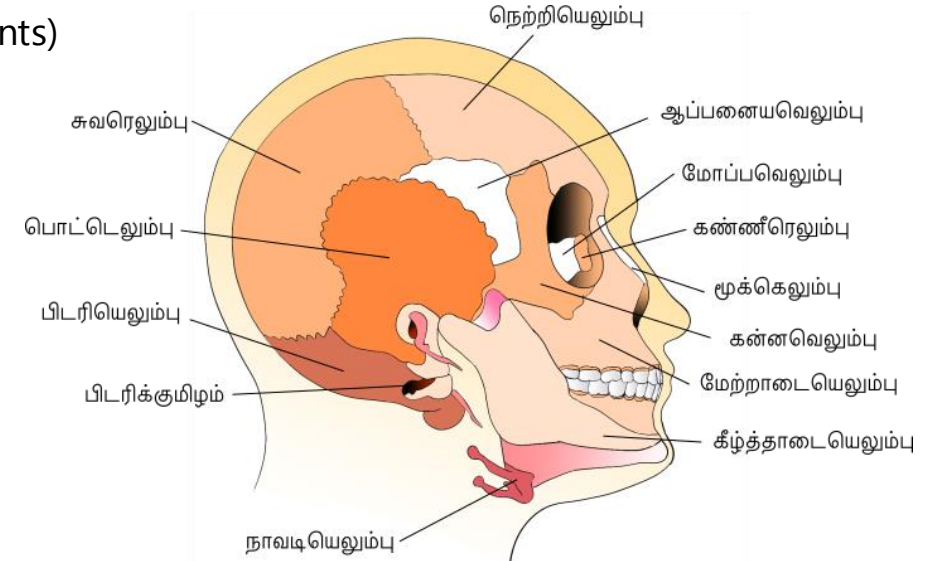
- மனிதரின் எலும்பமைப்பில் 206 எலும்புகளும் சில குறுத்தெலும்புகளும் உள்ளன
- இவற்றை **அச்சச்சட்டகம்** (Axial skeleton), **துணையிணைப்புச் சட்டகம்** (appendicular skeleton) ஆகிய இரண்டு முகனப்பிரிவுகளாக பிரிக்கிறோம்



20.3 சட்டகவமைப்பு (SKELETAL SYSTEM)

அச்சச்சட்டகம் (Axial skeleton): இதில் 80 எலும்புகள் உடலின் முகனவச்சுக்குநேராக பரவியுள்ளன

- மண்டையோடு (skull), தண்டுவடம் (vertebral column), மார்பெலும்பு (sternum), விலாவெலும்புகள் (ribs) ஆகியவை அச்சச்சட்டகத்தில் அடங்கும்
- **மண்டையோடு:** இதில் **மண்டையெலும்புகள்**(cranial), **முகவெலும்புகள்** (facial) என்ற இரண்டு தொகுதிகளாக **மொத்தம் 22 எலும்புகள்** உள்ளன
- **மண்டையெலும்புகள்:** **எண்ணிக்கை எட்டு**
 - இவை மூளையை பாதுகாக்கும் ஒரு கடினமான வெளிக்கவசமாக விளங்கும் மண்டையை உருவாக்குகின்றன
- **முகவெலும்புகள்:** முகப்பகுதியிலுள்ள **14 சட்டகத்தனிகங்கள்** (skeletal elements) மண்டையோட்டின் முன்பகுதியாகும்
 - வாய்க்குழியின் (buccal cavity) அடிப்பாகத்திலுள்ள **நாவடியெலும்பு** (hyoidbone) எனப்படும் ஒரு **வளைபகரவடிவ** (U-shaped) எலும்பும் மண்டையோட்டுடன் சேரும்
 - ஒவ்வொரு **நடுச்செவியிலும் சுத்தியெலும்பு** (Malleus), **பட்டையெலும்பு** (Incus), **அங்கவடியெலும்பு** (Stapes) ஆகிய மூன்று மிகச்சிறு எலும்புகள் உள்ளன
 - இவை **செவிச்சிற்றெலும்புகள்** (Ear Ossicles) எனப்படும்
- மண்டையோட்டுப்பகுதி தண்டுவடத்தின் மேற்பகுதியுடன் இரண்டு **பிடரிக்குமிழ்களால்** (occipital condyles) (இருகுமிழ் மண்டையோடு) (dicondylic skull).இணைகிறது

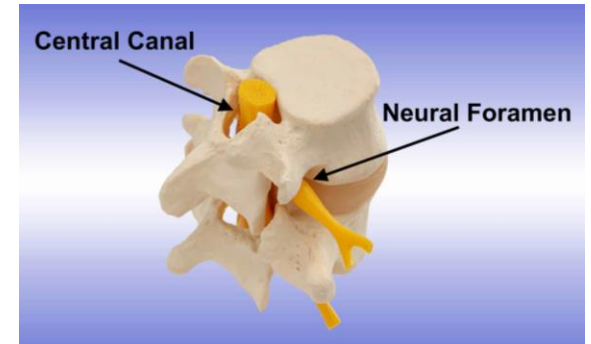
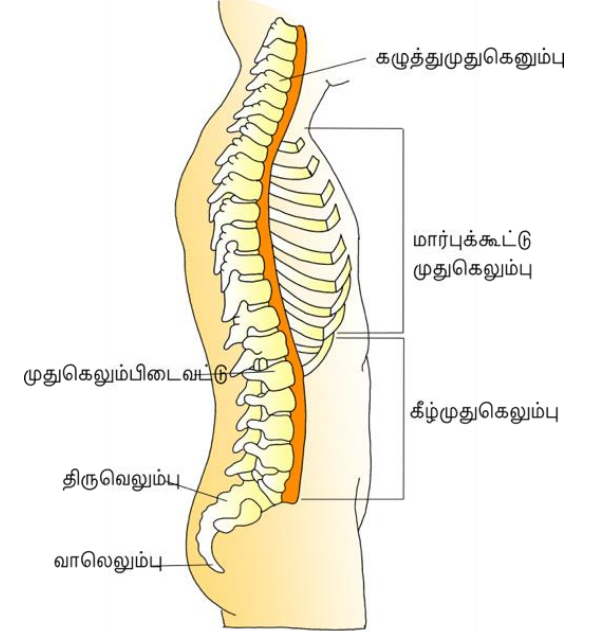


20.3 சட்டகவமைப்பு (SKELETAL SYSTEM)...

தண்டுவடம் (vertebral column): முதுகுப்பக்கத்தில் வரிசையாக அடுக்கப்பட்ட 26 முதுகெலும்பு (vertebrae) எனப்படும் அலகுகளாலானது

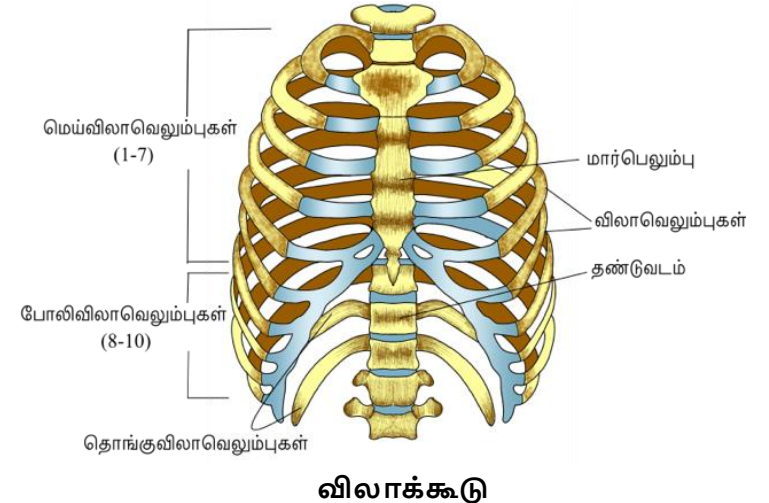
- இது மண்டையோட்டின் அடியில் தொடங்கி பெருங்கிளையின் (trunk) முகனச்சட்டகமாகிறது
- ஒவ்வொரு முதுகெலும்பின் மையத்திலும் உள்ள ஒரு உள்வமற்ற பகுதி (நரம்புக்கான்) (neural canal) வழியே தண்டுவடநாண் (spinal cord) செல்கிறது
- முதல் முதுகெலும்பான தாங்கெலும்பு (atlas) பிடரிக்குமிழ்த்துடன் (occipital condyles) இணைகிறது
- மண்டையோட்டில் தொடங்கி, தண்டுவடத்தை - கழுத்துமுதுகெலும்புகள் (cervical) (7), மார்புக்கூட்டுமுதுகெலும்புகள் (thoracic) (12), இடுப்புமுதுகெலும்பு (lumbar) (5), திருவெலும்பு (sacral) (1, ஒன்றிழைந்தது), வாலெலும்பு (coccygeal) (1, ஒன்றிழைந்தது) ஆகிய வட்டாரங்களாக வேறுபடுத்தலாம்
- மனிதன் உட்பட, கிட்டத்தட்ட எல்லா பாலூட்டிகளிலும், கழுத்து முதுகெலும்புகளின் எண்ணிக்கை ஏழு
- தண்டுவடம்: தண்டுவடநாணை பாதுகாக்கிறது - தலையை தாங்குகிறது - விலாவெலும்புகளுக்கும், முதுகின் தசையமைப்புக்கும் இணைவிடமாக செயலாற்றுகிறது

தண்டுவடம்
(வலது பக்கவாட்டுத்தோற்றம்)



20.3 சட்டகவமைப்பு (SKELETAL SYSTEM)...

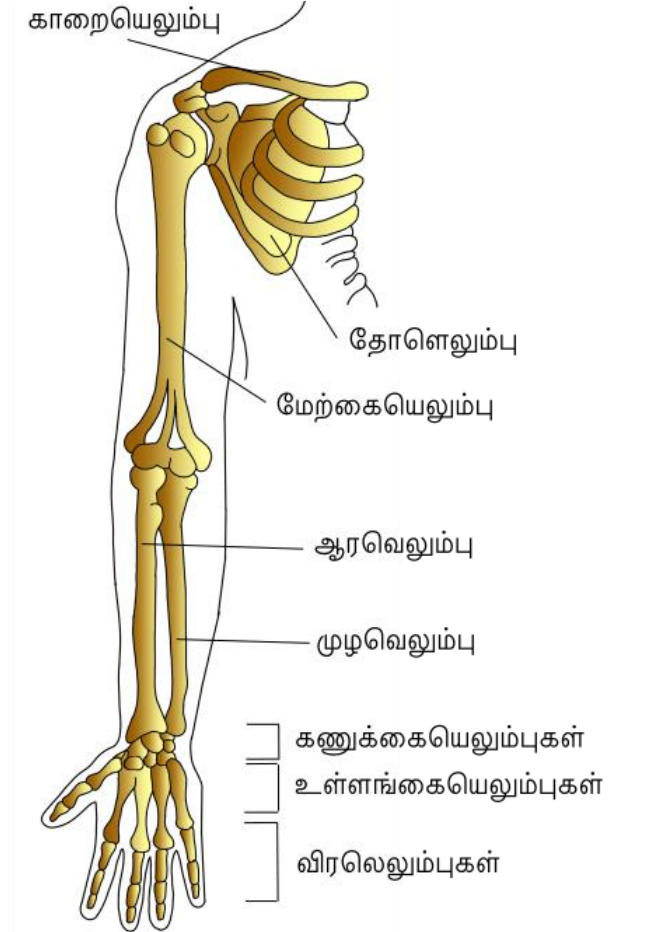
- மார்பெலும்பு (Sternum): மார்பகத்தின் வயிற்றுப்பக்க மையத்திலுள்ள ஒரு தட்டையான எலும்பு
- விலாவெலும்புகள்: முதுகுப்பக்கமாக தண்டுவடத்துடனும் வயிற்றுப்பக்கமாக மார்பெலும்புடனும் இணைந்துள்ள பன்னிரண்டு மெல்லிய தட்டையான விலாவெலும்புகள்
 - ஒவ்வொன்றிலும் முதுகுப்பக்கத்தில் இரண்டு இணைப்புமேற்பரப்புகள் இருப்பதால் இது இருதலையது (bicephalic) என்கிறோம்
 - முதல் ஏழு விலாவெலும்புகள், மெய்விலா வெலும்புகள் - இவை முதுகுப்பக்கத்தில் மார்புக்கூட்டுமுதுகெலும்புடனும், வயிற்றுப்பக்கத்தில் பளிங்கக்குருத்தெலும்பின்வழி (hyaline cartilage) மார்பெலும்புடனும் இணைகின்றன
 - எட்டாவது, ஒன்பதாவது, பத்தாவது விலாவெலும்புகள் மார்பெலும்புடன் நேரடியாக இணையாமல் ஏழாம் விலாவெலும்புடன் பளிங்கக்குருத்தெலும்பின்வழி இணைகின்றன - இவற்றை முதுகுக்குருத்துவிலாவெலும்புகள் (vertebrochondral) என்றோ போலி (false) விலாவெலும்புகள் என்றோ அழைக்கிறோம்
 - இரண்டு இறுதிச்சோடிகள் (11, 12) வயிற்றுப்பக்கம் இணையவில்லை - இவற்றை தொங்கு (floating) விலாவெலும்புகள் என்கிறோம்
- மார்புக்கூட்டுமுதுகெலும்புகள், விலாவெலும்புகள், மார்பெலும்பு ஆகியவை சேர்ந்தது விலாக்கூடு (rib cage)



20.3 சட்டகவமைப்பு (SKELETAL SYSTEM)...

பக்கவறுப்புச்சட்டகம்(appendicular skeleton): கைகாலெலும்புகளும், அவற்றின் பட்டைகளும் (girdles) சேர்ந்தது

- ஒவ்வொரு பக்கவறுப்பிலும், (கையிலோ காலிலோ), 30 எலும்புகள் உள்ளன
- கையின் (முன்பக்கவறுப்பு) (fore limb) எலும்புகள்:
 - மேற்கையெலும்பு - humerus
 - ஆரவெலும்பு - radius
 - முழுவெலும்பு - ulna
 - மணிக்கட்டெலும்புகள் (8) - carpals (wrist bones)
 - உள்ளங்கையெலும்புகள் (5) - metacarpals (palm bones)
 - கைவிரலெலும்புகள் (14) - phalanges (digits)



வலது மார்புப்பட்டையும் மேற்கையும் (முன்பக்கத்தோற்றம்)

20.3 சட்டகவமைப்பு (SKELETAL SYSTEM)...

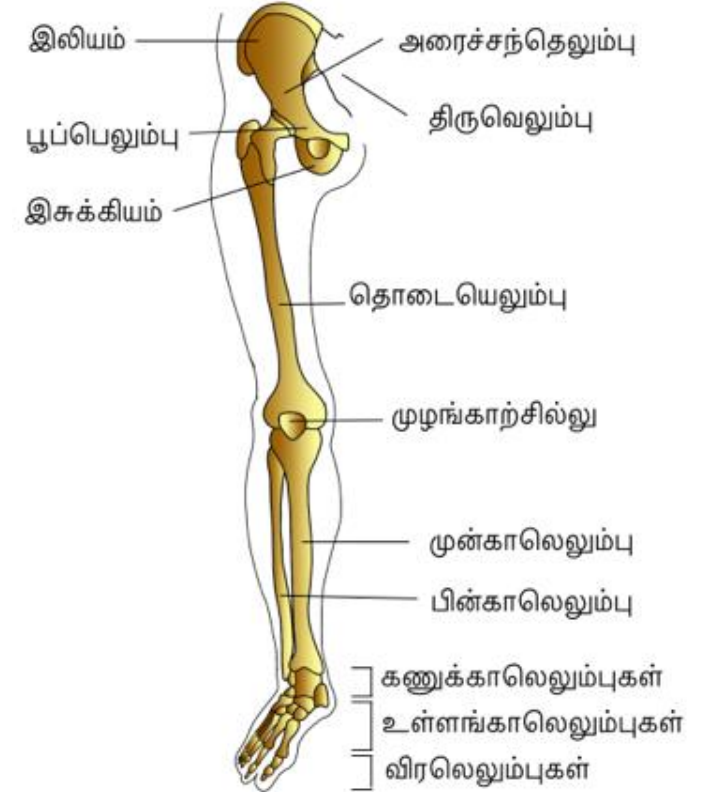
ஒவ்வொரு பக்கவறுப்பிலும், (கையிலோ காலிலோ), 30 எலும்புகள்

• காலின் (பின்பக்கவறுப்பு) (hind limb) எலும்புகள்:

- தொடையெலும்பு (மீளமான எலும்பு) - femur (thigh bone – the longest bone)
- முன்காலெலும்பு - tibia
- பின்காலெலும்பு - fibula
- குதிகாலெலும்புகள் (7) - tarsals (ankle bones)
- உள்ளங்காலெலும்பு (5) - metatarsals
- கால்விரலெலும்புகள் (14) - phalanges (digits)

• முழங்காற்சில்லு (patella) எனப்படும் **கும்பாவடிவ எலும்பு** (cup shaped bone) முழங்காலை வயிற்றுப்பக்கமாக மூடுகிறது

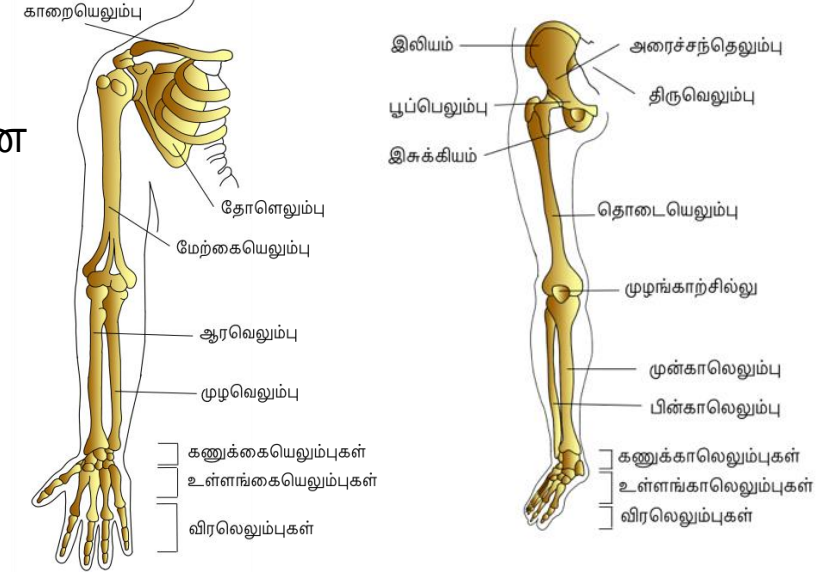
வலது இடுப்பகப்பட்டையும் காலெலும்புகளும் (முன்பக்கத்தோற்றம்)



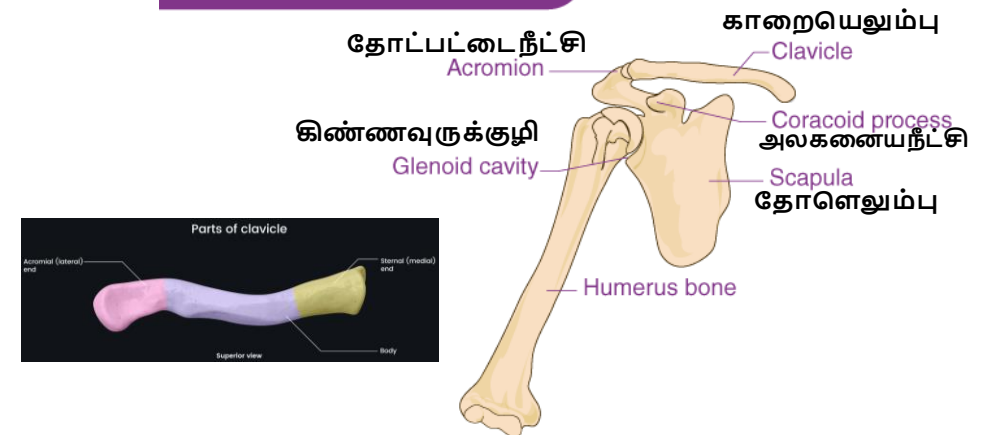
20.3 சட்டகவமைப்பு (SKELETAL SYSTEM)...

பட்டையெலும்புகள் (girdles): மார்புப்பட்டையின் (Pectoral girdle) எலும்புகள் – கைகளையும், இடுப்பகப்பட்டையின் (Pelvic girdle) எலும்புகள் – கால்களையும், அச்சியச்சட்டகத்துடன் (axial skeleton) இணைக்க உதவுகின்றன - **ஒவ்வொரு பட்டையும் இருபாதிகளாலானது**

- **மார்புப்பட்டையின் ஒவ்வொரு பாதியிலும் காறையெலும்பும் (clavicle or collar bone) தோளெலும்பும் (scapula) உள்ளன**
- **தோளெலும்பு ஒரு பெரிய முக்கோணவடிவ தட்டையான எலும்பு**
 - இது மார்பகத்தின் முதுகுப்பக்கத்தில் இரண்டாம் விலாவெலும்புக்கும் ஏழாம் விலாவெலும்புக்குமிடையில் உள்ளது
 - இதிலுள்ள முதுகுத்தண்டு (spine) எனப்படும் **சற்றே உயர்ந்த ஒரு முகடு தட்டையாக விரிந்து நீள்கிறது**
 - இது **தோட்பட்டைநீட்சி** (acromion or acromion process) - இதனுடன் **காறையெலும்பு பொருந்திணைகிறது**
 - தோட்பட்டைநீட்சியின்கீழுள்ள **கிண்ணவுருக்குழி** (glenoid cavity) எனப்படும் ஒரு குழி மேற்கையெலும்பின் (humerus) தலையுடன் பொருந்திணைந்து **தோண்மூட்டை** உண்டாக்குகிறது
- **மெலிந்துநீண்ட எலும்பான ஒவ்வொரு காறையெலும்பிலும் இரண்டு வளைவங்கள் உள்ளன**



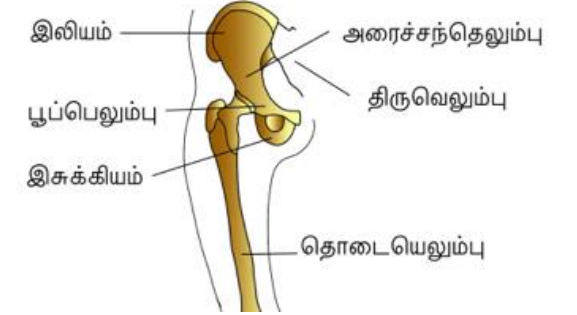
PECTORAL GIRDLE மார்புப்பட்டை



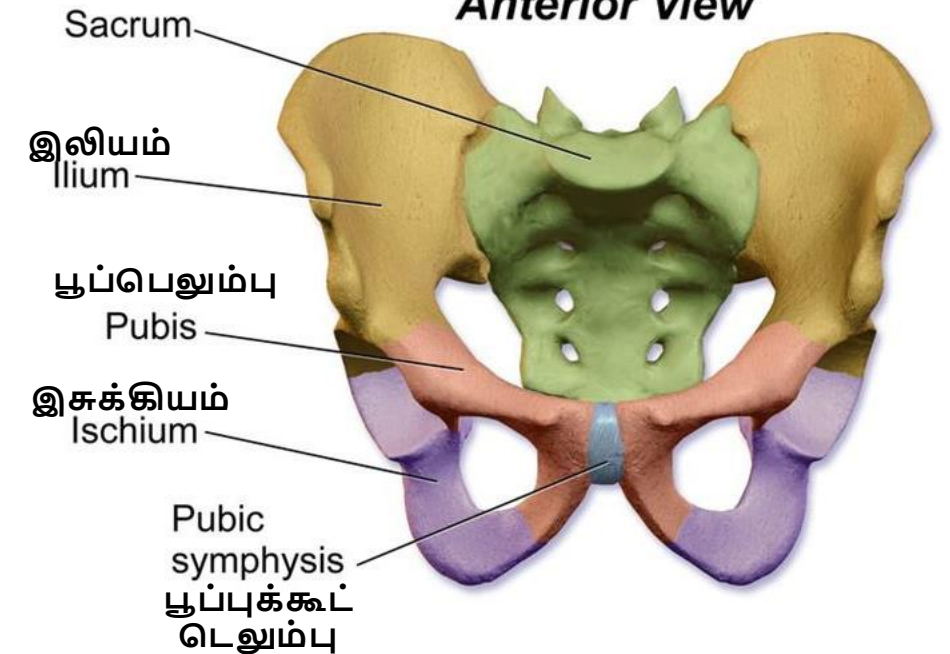
20.3 சட்டகவமைப்பு (SKELETAL SYSTEM)...

- இடுப்பகப்பட்டையில் (Pelvic girdle) இரண்டு அரைச்சந்தெலும்புகள் (coxal bones) உள்ளன
- ஒவ்வொன்றும் மூன்று எலும்புகள் ஒன்றிழைந்து உருவானது
 - இலியம் (ilium) (மேலிடுப்பெலும்பு), இசுக்கியம் (ischium) (கீழிடுப்பெலும்பு), பூப்பெலும்பு (pubis)
 - இந்த எலும்புகள் ஒன்றிழையுமிடத்தில் பந்துக்கும்பா (acetabulum) எனும் ஒரு குழி இருக்கிறது
 - இதில் தொடையெலும்பு பொருந்திணைகிறது
- இடுப்பகப்பட்டையின் இரண்டு பாதிகளும் வயிற்றுப் பக்கத்தில் இணைந்து நாரிழையக்குருத்தெலும்புள்ள பூப்புக்கூட்டெலும்பை (pubic symphysis) உருவாக்குகின்றன

இடுப்பகப்பட்டை



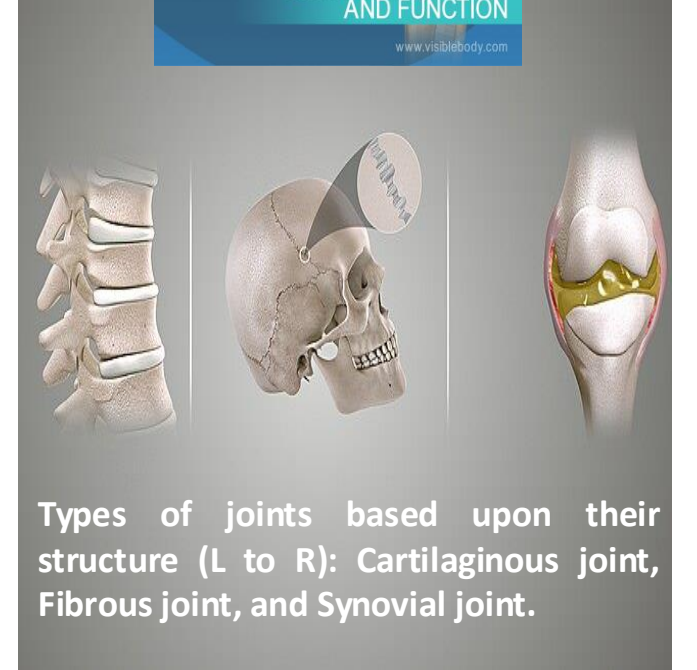
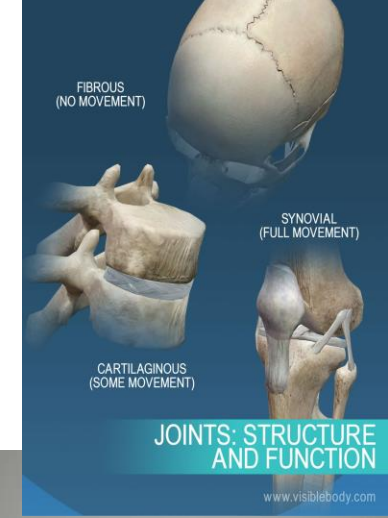
Anterior View



20.4 மூட்டுகள் (JOINTS)

மூட்டுகள்: உடலின் எலும்புப்பகுதிகள் உண்டாக்கும் எல்லாவிதமான அசைவுகளுக்கும் இவை அவசியம் - இதில் இடமசைவுக்கான அசைவுகளும் அடங்கும்

- இவை, எலும்புகளோ - எலும்பும் குருத்தெலும்புமோ - தொடும் இடங்கள்
- தசைகள் உண்டாக்கும் விசை, மூட்டுகளின்வழி, அசைவுகளை உண்டாக்கும் - இங்கு மூட்டு - நெம்புமையமாக (fulcrum) செயலாற்றுகிறது
 - மூட்டுகளின் அசைவுமை வெவ்வேறு காரணிகளால் மாறுபடுகிறது
- மூட்டுகள் கட்டமைப்பின் அடிப்படையில் மூன்று வகைப்படும்
 - நாரிழையமூட்டு (fibrous)
 - குருத்தெலும்பு மூட்டு (cartilaginous)
 - மசகுமூட்டு (synovial)



20.4 மூட்டுகள் (JOINTS)...

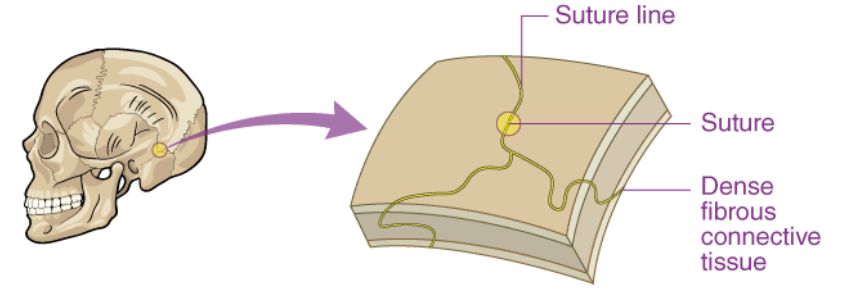
நாரிழையமூட்டு (Fibrous joints): இவைகளில் [அசைவு இல்லை](#)

- தட்டையான மண்டையோட்டெலும்புகள் நுனிக்குநுனி ஒன்றிழைவதால் உண்டாகும் மண்டைமூட்டுகள் ஒரு சான்று
- இந்த எலும்புகள் அடர்த்தியான நாரிழைய இணைப்புத்திசுக்களால் (fibrous connective tissues) ஒன்றிழைவது தையல்கள் (sutures) எனப்படும்

குருத்தெலும்பமூட்டு (cartilaginous joints): இவற்றில் ஈடுபடும் எலும்புகள் குருத்தெலும்புகளின் (cartilages) உதவியால் இணைகின்றன

- தண்டுவடத்தின் (vertebral column) அடுத்தடுத்த முதுகெலும்புகளிடையான (vertebrae) மூட்டுகள் இவ்வகை யானவை
- இவை [ஓரளவுக்கு அசையக்கூடியவை](#)

SUTURE IN THE SKULL



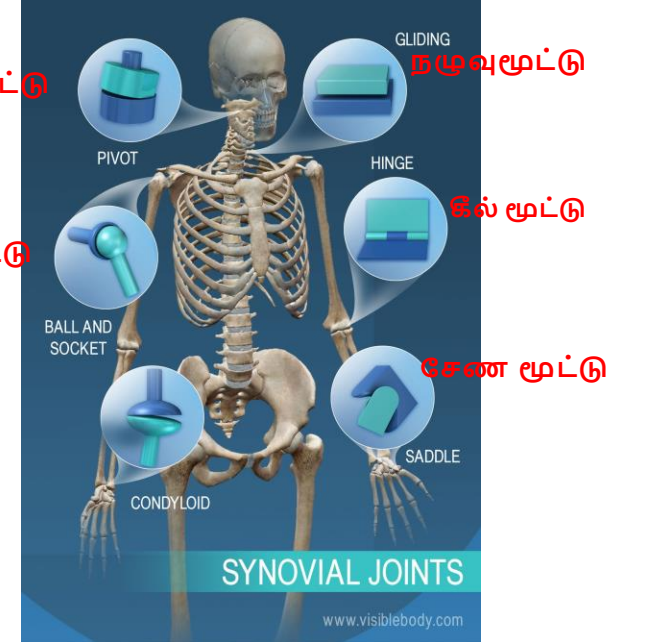
20.4 மூட்டுகள் (JOINTS)...

மசகுமூட்டு (Synovial joints): இவற்றின் சிறப்பியல்பு, இரண்டு எலும்புகள் பொருந்திணையும் மேற்பரப்புகளிடையில் நீர்மம் நிறைந்த ஒரு மூட்டுக்குழி (synovial cavity) இருப்பது

- இது கணிசமான அசைவு ஏற்பட உதவுகிறது
- இந்த மூட்டுகள் இடமசைவிலும் மற்றப்பல அசைவுகளிலும் உதவுகின்றன
- **மசகுமூட்டுகள்:** ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட வகைகள்
 - மேற்கையெலும்புக்கும் மார்பகப்பட்டைக்குமிடையான **பந்துகிண்ணமூட்டு (Ball and socket joint),**
 - முழங்கால் முழங்கைகளிலிலுள்ள **கீல்மூட்டு (hinge joint),**
 - தாங்கெலும்புக்கும் அச்செலும்புக்குமிடையான **சுழன்முனைமூட்டு (pivot joint),**
 - விரலெலும்புகளுக்கிடையான **நழுவுமூட்டு (gliding joint),**
 - உள்ளங்கையெலும்புக்கும் பெருவிரலெலும்புக்கும் இடையிலுள்ள **சேணமூட்டு (saddle joint)** ஆகியவை

சுழன்முனைமூட்டு

பந்துகிண்ணமூட்டு



நழுவுமூட்டு

கீல் மூட்டு

சேண மூட்டு

20.5 தசையமைப்பிலும் எலும்புக்கூடமைப்பிலும் ஏற்படும் முறைமையின்மைகள் (DISORDERS OF MUSCULAR AND SKELETAL SYSTEM)

- **கடுந்தசைவலுவின்மை (Myasthenia gravis):** நரம்புத்தசைச்சந்திகளை (neuromuscular junction) பாதித்து சட்டகத்தசைகளில் களைப்பு, வலுவிழத்தல், முடக்கம் ஆகியவற்றை விளைவிக்கும் தன்னெதிர்ப்பு முறைமையின்மை (Auto immune disorder) (AID)
- **தசையினூட்டத்தீங்கு (Muscular dystrophy):** பெரும்பாலும் மரபிய முறைமையின்மையால் சட்டகத்தசையில் ஏற்படும் படிப்படியான உலைந்தோடுமை (degeneration)
- **தசைக்குறுக்கி (Tetany):** உடற்பாய்மத்திலுள்ள Ca^{++} குறைவதால் உண்டாகும் விரைவான தசையிழுப்புகள் (spasms) (கட்டுக்கடங்காத தசைக்குறுக்கங்கள்)
- **மூட்டழற்சி (Arthritis):** மூட்டுகளில் அழற்சி (Inflammation)
- **எலும்புப்புரைமை (Osteoporosis):** அகவைதொடர்பான முறைமையின்மை
 - எலும்புநிறை குறைந்து முறிவின் வாய்ப்பு அதிகரிப்பது இதன் சிறப்பியல்பு
 - பெண்மையாக்கியின் (estrogen) குறை மட்டங்கள் பொதுவான காரணிகள்
- **மூட்டுநோய் (Gout):** மூட்டுகளில் இயூரியவமிலம் (uric acid) சேர்வதால் ஏற்படும் அழற்சி

பாடச்சுருக்கம் - 1

- **அசைவு** எல்லா வாழியிரிகளுக்கும் **அவசியமான பண்புக்கூறு**
 - விலங்குகளில் காணப்படும் அதன் சில வடிவங்கள்: அணுநீர்மவோட்டம், கசைக்குச்சிய அசைவு, துடுப்புகளின் அசைவு, பக்கவறுப்புகள், சிறகுகள்
 - விலங்கு தன் இடநிலையை மாற்ற காரணமாகும் தன்விருப்ப அசைவை **இடமசைவு** என்கிறோம்
 - பொதுவாக, விலங்குகள் உணவு, மறைவிடம், கலவலிணை, இனப்பெருக்கத்துக்கு பொருத்தமான இடம் சாதகமான சூழ்பருவ நிலைமை ஆகியவற்றுள் ஒன்றை தேடவோ, பாதுகாப்புக்காவோ இடமசைகின்றன
- மனிதவுடலின் அணுக்களில் **அமீபவன்ன, கசைக்குச்சிய, தசைய** ஆகிய அசைவுகள் உள்ளன
 - இடமசைவுக்கும் மற்றப்பல அசைவுகளுக்கும் ஒருங்கிணைந்த தசைச்செயல்கள் தேவையாகின்றன
- நம் உடலில் **மூன்று வகையான தசைகள்** இருக்கின்றன
 - **சட்டகத்தசைகள்** சட்டகத்தனிகங்களில் இணைந்துள்ளன - படுவரியுடன் தோன்றுகின்றன - தன்விருப்ப இயல்புள்ளவை
 - வயிற்றகவறுப்புகளின் உட்சுவர்களிலுள்ள **வயிற்றகத்தசைகள்** - படுவரியற்றவை - தன்விருப்பமற்றவை
 - இதயத்திலுள்ள தசைகள் தனிவகையாதலால், **இதயத்தசைகள்** - படுவரியுள்ளவை - கிளைத்தவை - தன்விருப்பமற்றவை
 - தசைகளுக்கு **கிளர்ச்சியுறல், குறுக்கம், நீட்சியுறல், மீண்மம்** போன்ற பண்புகள் உள்ளன

பாடச்சுருக்கம் - 2

- தசையின் உடற்கூறலகு **தசையிழை**
 - ஒவ்வொரு தசையிழையிலும் பல இணையான **தசைச்சிற்றிழைகள்** உள்ளன
 - ஒவ்வொரு தசைச்சிற்றிழையிலும் செயலலகுகளான **தசையலகுகள்** வரிசையாக அடுக்கமுறுகின்றன
 - ஒவ்வொரு தசையலகின் மையத்திலும், **தசைப்புரதச் சிற்றிழைகளாலான** ஒரு தடிமனான சமத்திசையற்ற பட்டையும், பக்கவாட்டில் ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் **செயற்புரதச்சிற்றிழைகள்** ளான ஒரு மெல்லிய சமத்திசைய அரைப்பட்டையும் இருக்கின்றன
 - இந்த அரைப்பட்டைகளை **செபுக்கோடுகள்** குறிக்கின்றன
 - தசைப்புரதமும் செயற்புரதமும் **குறுக்கமடையக் கூடிய பாலிமப்புரதங்கள்**
 - ஓய்விலுள்ள செயற்புரதச்சிற்றிழையில் தசைப்புரதத்தின் செயலுக்கான செயலிடத்தை **திருப்பப்புரதம்** மூடியிருக்கிறது
 - தசைப்புரதத்தின் தலையில் அமுபலுக்கி, அமுபச்செயலிடம், செயற்புரதத்துக்கான செயலிடம் ஆகியவை இருக்கின்றன
- ஒரு உந்துவநரம்பணு சுமந்துசெல்லும் ஒரு சமிக் கை தசைநாரிழையில் ஒரு செயலமின்னழுத்தத்தை உண்டாக்குகிறது
 - இதனால் தசைக்குழைமவலையிலிருந்து Ca^{++} விடுபடுகிறது
 - Ca^{++} செயற்புரதத்தை செயலுட்டுகிறது
 - செயற்புரதம் தசைப்புரதத்தலையுடன் பிணைந்து ஒரு குறுக்குப்பாலத்தை உண்டாக்குகிறது
 - இந்த குறுக்குப்பாலங்கள் செயற்புரதச்சிற்றிழைகளை அழுத்தி தசைப்புரதச்சிற்றிழைகளின்மீது சறுக்கச்செய்கின்றன
 - இதனால் தசைக்குறுக்கம் ஏற்படுகிறது
 - பின்பு Ca^{++} தசைக்குழைமவலைக்கு திரும்பும்போது செயற்புரதம் செயலிறங்குகிறது
 - குறுக்குப்பாலங்கள் முறிந்து தசை தளர்கிறது

பாடச்சுருக்கம் - 3

- தசைகளை மீண்டும் மீண்டும் செயலில் தூண்டுவது சோர்வை உண்டாக்கும்
- தசையிலுள்ள சிவப்புநிற **மயோகுளோபினின்** அளவின் அடிப்படையில் தசைகளை **செந்நாரிழை, வெண்ணாரிழை** என்று பாகுபடுத்தலாம்
- எலும்புகளும் குருத்தெலும்புகளும் **சட்டகவமைப்பில்** அடங்குகின்றன
- **சட்டகவமைப்பை** **அச்சியச்சட்டகம், பக்கவுறுப்புச்சட்டகம்** என்று பிரிக்கலாம்
- மண்டையோடு, தண்டுவடம், விலாவெலும்புகள், மார்பெலும்பு ஆகியவை அச்சியச்சட்டகத்தில் அடங்குகின்றன
- பக்கவுறுப்பெலும்புகளும் பட்டைகளும் பக்கவுறுப்புச்சட்டகத்தில் அடங்குகின்றன
- எலும்புகளுக்கிடையிலும், எலும்புக்கும் குருத்தெலும்புக்குமிடையிலும், **மூன்று விதமான மூட்டுகள் உருவாகின்றன**
 - அவை **நாரிழையமூட்டு, குருத்தெலும்புமூட்டு, மசகுமூட்டு** ஆகியவை
 - மசகுமூட்டுகளில் கணிசமான அசைவு இருப்பதால், அவை இடமசைவில் பெரும்பங்கை வகிக்கின்றன.