

Anatomi dan Fisiologi Sistem Muskulo

Definisi Muskulo

- Muskulo sebagian besar definisi muskulo berasal dari kata muskuloskeletal yang berarti otot dan tulang.
- Hal yang membuat muskulo dan skeletal dijadikan 1 kesatuan, karena organ otot dan tulang menjadi 1 kesatuan yang tidak bisa berjalan sendiri ketika bekerja.
- Muskulo atau muskular adalah jaringan otot-otot tubuh (ilmu = Myologi).
- Muskulo juga merupakan organ yang berfungsi sebagai lokomotor, atau suatu organ berfungsi sebagai penggerak.

Sistem Muskulo

- Otot (*muscle*)
- Sendi
- **Tendon** ; jaringan ikat yang menghubungkan otot dan tulang
- **Ligamen** ; jaringan ikat yang mempertemukan kedua ujung tulang
- **Bursae** ; kantong kecil dari jaringan ikat, antara tulang dan kulit, antara tulang dan tendon atau diantara otot
- **Fascia** ; jaringan penyambung longgar di bawah kulit atau pembungkus otot, saraf dan pembuluh darah.

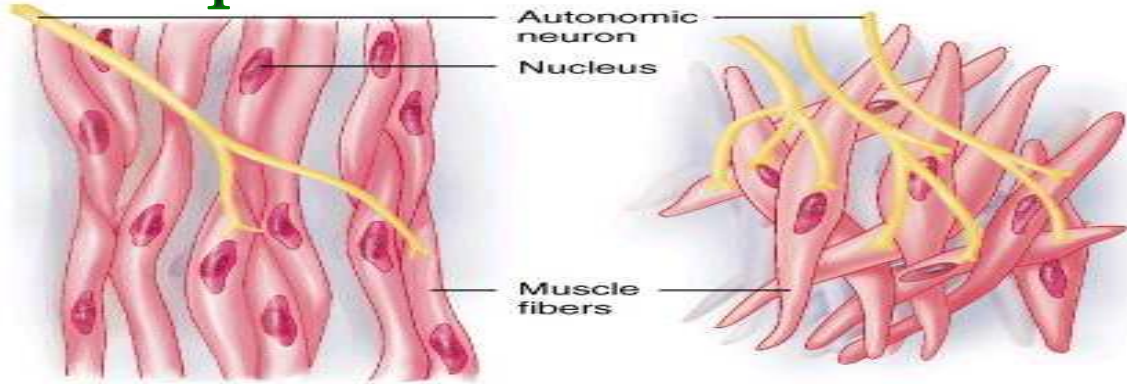
Sistem Muskulus (Otot)

- Sistem otot terdiri dari : Otot, Fascia, Tendon
- Otot membentuk 43% berat badan; > 1/3-nya merupakan protein tubuh dan setengahnya tempat terjadinya aktivitas metabolik saat tubuh istirahat.
- Proses vital di dalam tubuh (seperti. Kontraksi jantung, kontriksi pembuluh darah, bernapas, peristaltik usus) terjadi karena adanya aktivitas otot
- **Fungsi otot** adalah Sebagai alat gerak aktif, Menyimpan cadangan makanan, Memberi bentuk luar tubuh

3 Tipe Jaringan Otot

Otot polos

Otot polos

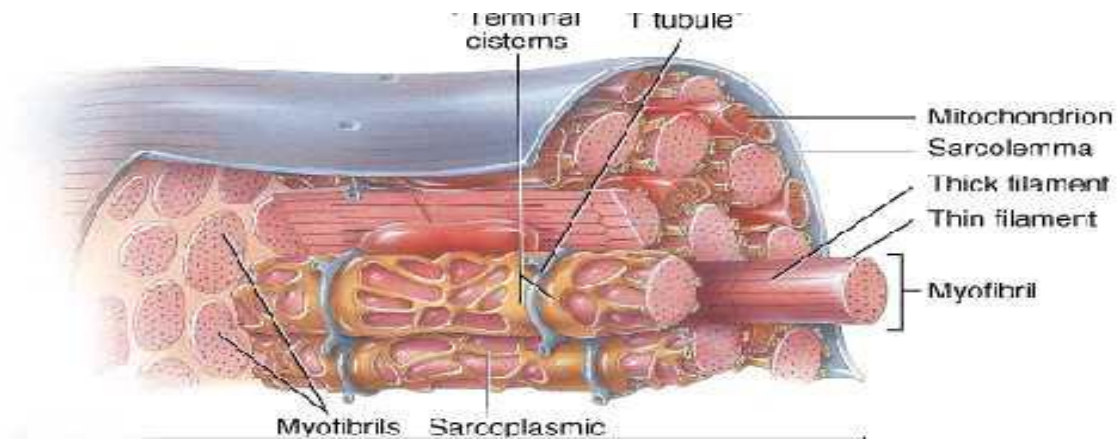


(a) Visceral (single-unit) smooth muscle tissue

(b) Multiunit smooth muscle tissue

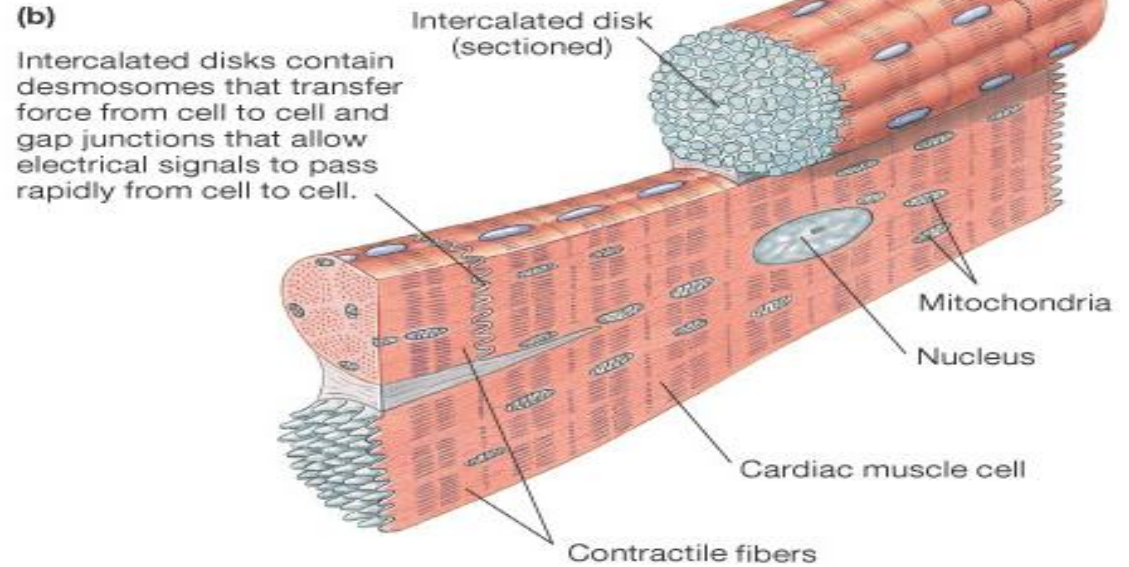
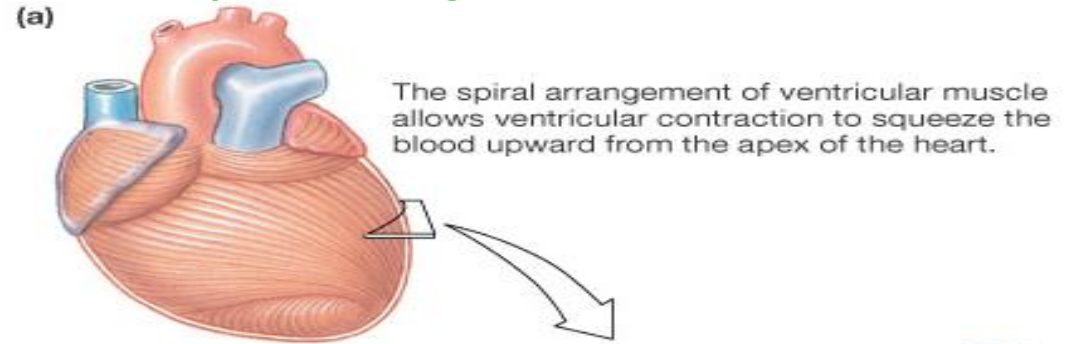
Otot rangka

Otot rangka



Otot jantung

Otot jantung



Tipe Jaringan Otot

1. Otot Polos

- ✓ Punya 1 inti berada di tengah
- ✓ Dipersarafi : saraf otonom (involunter), serat otot polos (tidak berserat), terdapat di organ dalam tubuh (viseral)
- ✓ Sumber Ca^{2+} dari CES (Cerebro Sprinal)
- ✓ Sumber energi terutama dari metabolisme aerobik
- ✓ Kerja : awal kontraksi lambat, kadang mengalami tetani (kejang), dan tahan trhdp kelelahan

2. Otot Rangka / Serat Lintang

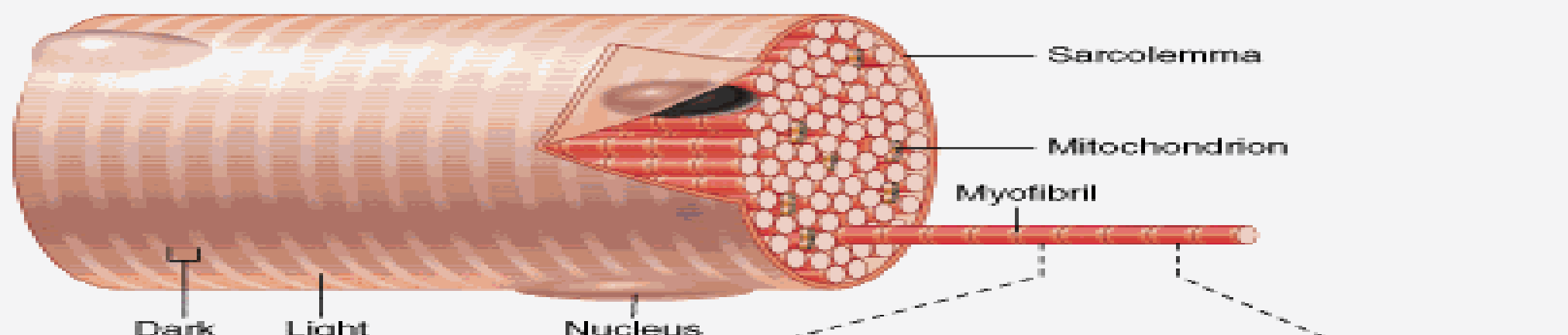
- ✓ Punya banyak inti
- ✓ Dipersarafi : saraf motorik somatik (volunter)
- ✓ Letak : melekat pada tulang
- ✓ Sumber Ca^{2+} dari Retikulum Sarkoplasma
- ✓ Sumber energi dari metabolisme aerobik & anaerobik
- ✓ Kerja : awal kontraksi cepat, mengalami tetani/kejang, dan cepat lelah

3. Otot Jantung

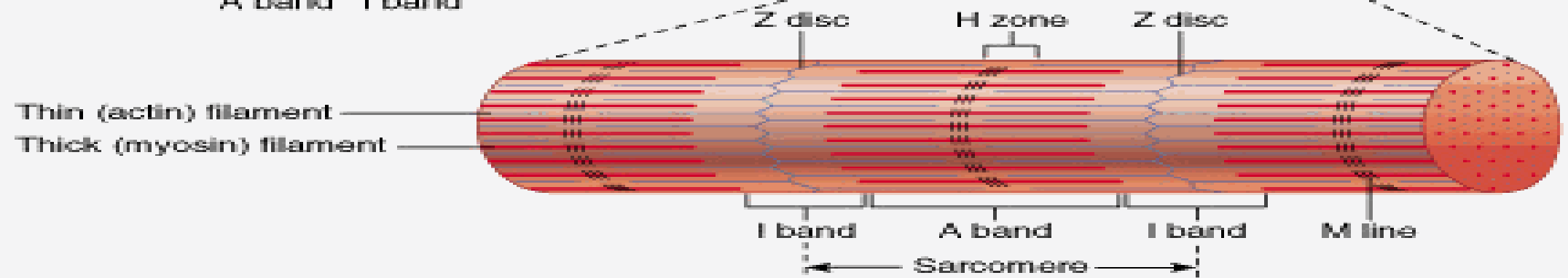
- ✓ Punya 1 inti berada di tengah
- ✓ Dipersarafi : saraf otonom (involunter), serat otot polos berserat
- ✓ Letak : hanya pada jantung
- ✓ Sumber Ca^{2+} dari CES (Cerebro Sprinal) & Retikulum Sarkoplasma
- ✓ Sumber energi dari metabolisme aerobik
- ✓ Kerja : awal kontraksi lambat, tidak mengalami tetani (kejang), dan tahan trhdp kelelahan

Mekanisme Gerakan Otot

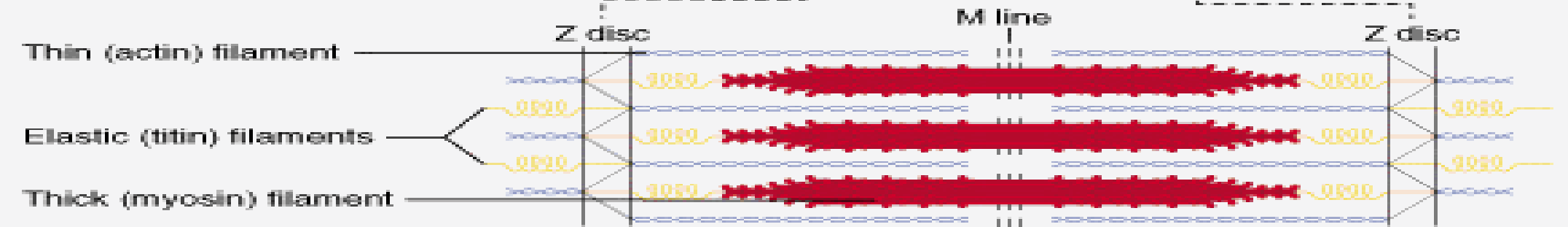
- Otot yang dapat menggerakkan rangka adalah otot yang melekat pada rangka.
- Garis-garis gelap dan terang pada otot rangka adalah **miofibril** yang merupakan sumber kekuatan otot dalam melakukan gerakan kontraksi, karena massa utamanya adalah serabut.



(b)



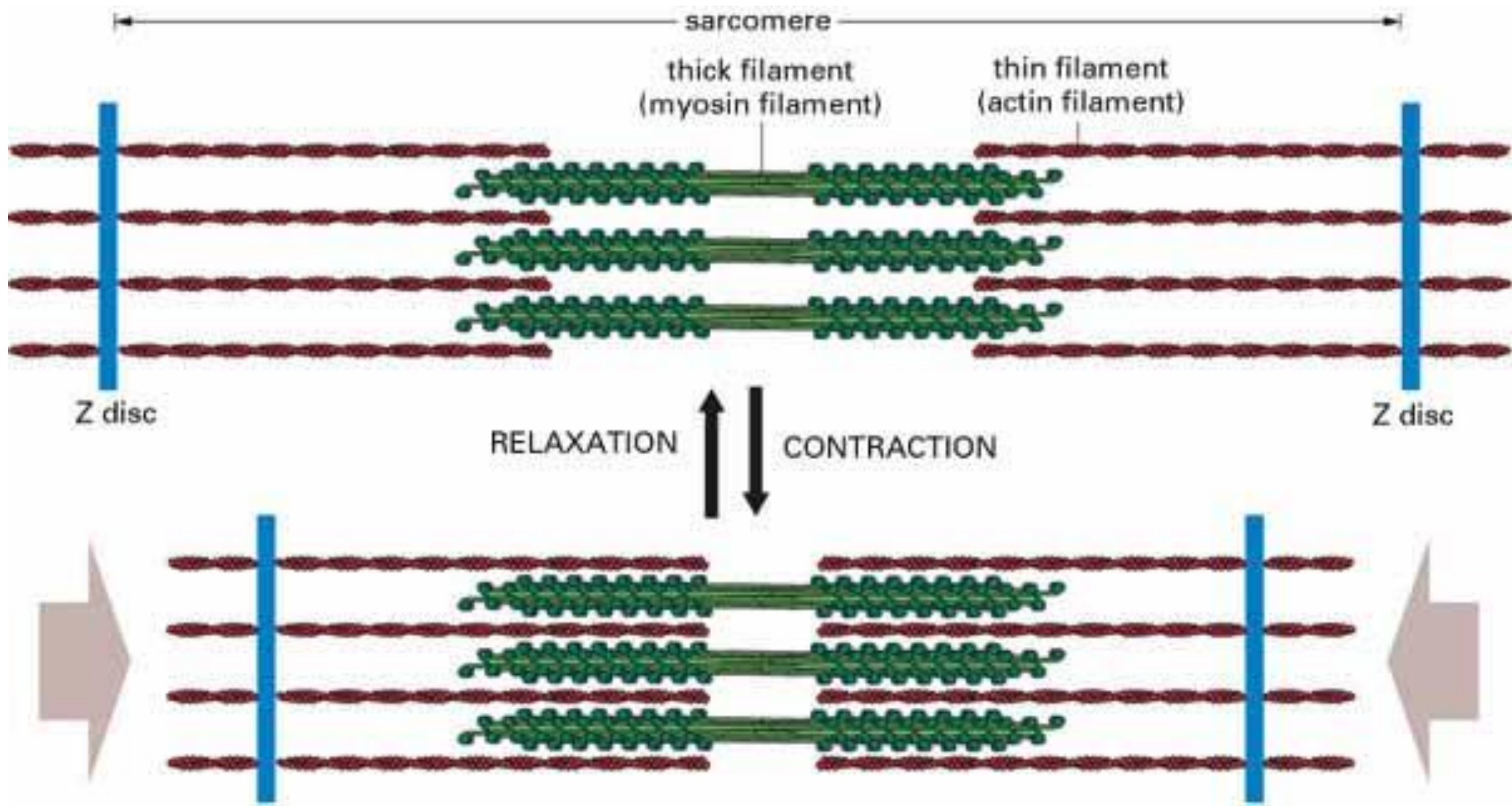
(c)



(d)

- Setiap miofibril tersusun atas satuan-satuan kontraktile yang disebut **sarkomer**. Garis gelap disebut zona Z sedangkan garis terang disebut zona H.
- Zona Z merupakan bagian tumpang tindih dua molekul protein filamen otot, yaitu **aktin** dan **miosin**. Protein otot yang tersusun atas aktin dan miosin disebut **aktomiosin**. Protein kompleks inilah yang merupakan komponen terbesar dari bahan penyusun otot.

- Pada saat serabut otot berkontraksi terjadilah perubahan panjang zona Z dan zona H. jika otot berkontraksi maksimum, ukuran otot dapat 20 % lebih pendek dari ukuran saat berelaksasi



Mekanisme kontraksi otot

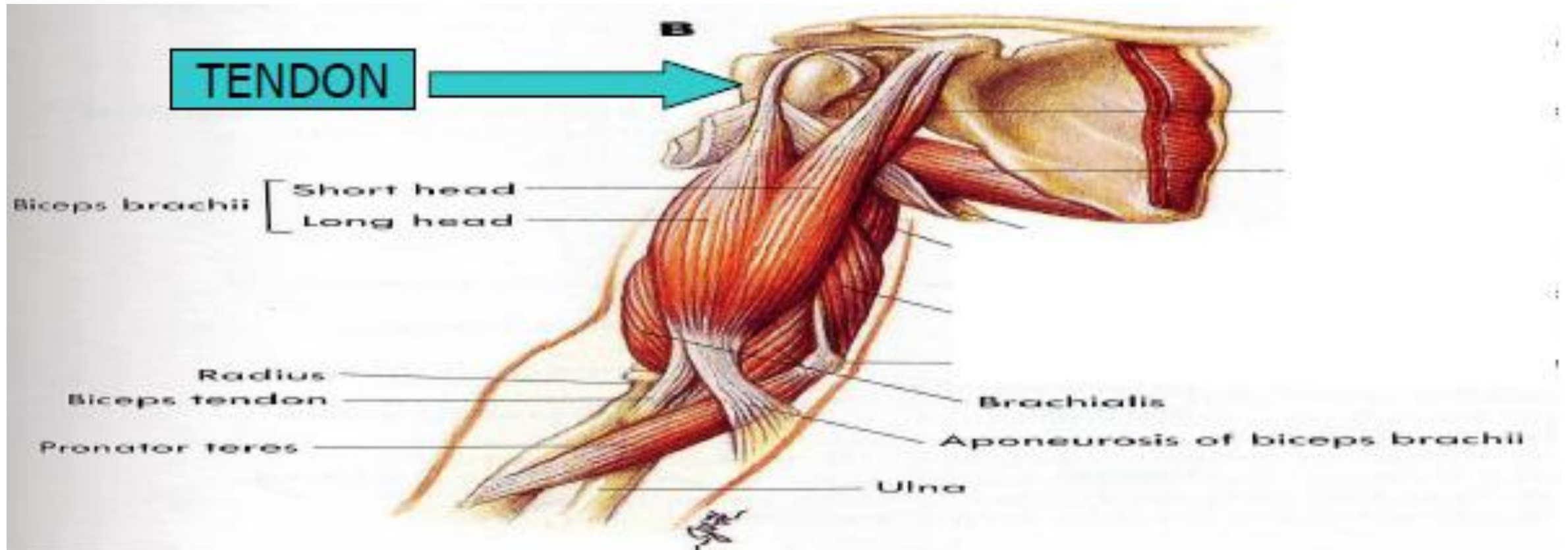
- Rangsangan → asetilkolin → terurai menjadi asetil dan kolin → miogen → merangsang aktin dan miosin bergeser → otot akan berkontraksi atau memendek

Fungsi Sistem Otot Rangka

- Menghasilkan gerakan rangka.
- Mempertahankan sikap dan posisi tubuh.
- Menyokong jaringan lunak.
- Menunjukkan pintu masuk dan keluar saluran dalam sistem tubuh.
- Mempertahankan suhu tubuh; kontraksi otot: energi menjadi panas

Struktur Otot Rangka → Tendon

- Hampir semua otot rangka menempel pada tulang.
- Tendon yaitu jaringan ikat fibrosa (tdk elastis) yang tebal dan berwarna putih yg menghubungkan otot rangka dengan tulang.



Struktur Otot Rangka → Fascia

- Otot rangka mrpkn kumpulan *fasciculus* (berkas sel otot berbentuk silindris yg diikat oleh jaringan ikat).
- Seluruh serat otot dihimpun menjadi satu oleh jaringan ikat yg disebut *epimysium* (*fascia*).
- Setiap fasciculus dipisahkan oleh jar.ikat *perimysium*
- Di dlm fascicle, endomysium mengelilingi 1 berkas sel otot.
- Di antara *endomysium* & berkas serat otot tersebar sel satelit yg berfungsi dlm perbaikan jaringan otot yang rusak.
- Mekanisme kerja Sel Otot → Otot Rangka (Organ) :
Sel otot → serat otot (endomysium) → fascicle → fasciculus (perimysium) → fascia (epimysium) → otot rangka (organ)

Struktur Otot Rangka → Sarcolemma (membran sel/sel otot) & Sarkoplasma

- Unit struktural jaringan otot ialah serat otot (diameter 0,01-0,1 mm; panjang 1-40 mm).
- Besar dan jumlah jaringan, terutama jaringan elastik, akan meningkat sejalan dengan penambahan usia.
- Setiap 1 serat otot dilapisi oleh jaringan elastik tipis yg disebut sarcolemma.
- Protoplasma serat otot yg berisi materi semicair disebut sarkoplasma.
- Di dalam matriks serat otot terbenam unit fungsional otot berdiameter 0,001 mm yg disebut miofibril.

Struktur Otot Rangka → Miofibril (diameter 1-2 mikrometer)

- Di bawah mikroskop, miofibril akan tampak spt pita gelap & terang yang bersilangan.
- Pita gelap (thick filament) dibentuk oleh miosin
- Pita terang (thin filament) dibentuk oleh aktin, troponin & tropomiosin)

Struktur Otot Rangka → Sarkomer

- 1 Sarkomer terdiri dari :
 - Filamen tebal
 - Filamen tipis
 - Protein yg menstabilkan posisi filamen tebal & tipis
 - Protein yg mengatur interaksi antara filamen tebal & tipis
- Pita gelap (pita/ bands A ~ anisotropic); pita terang (pita/bands I ~ isotropic)
- Filamen tebal terdapat di tengah sarkomer Pita A, yg terdiri dari 3 bagian :
 - Garis M
 - Zona H
 - Zona overlap
- Filamen tebal terdapat pada pita I
- garis Z mrp batas antara 2 sarkomer yg berdekatan & mengandung protein Connectins yg menghubungkan filamen tipis pd sarkomer yg berdekatan.

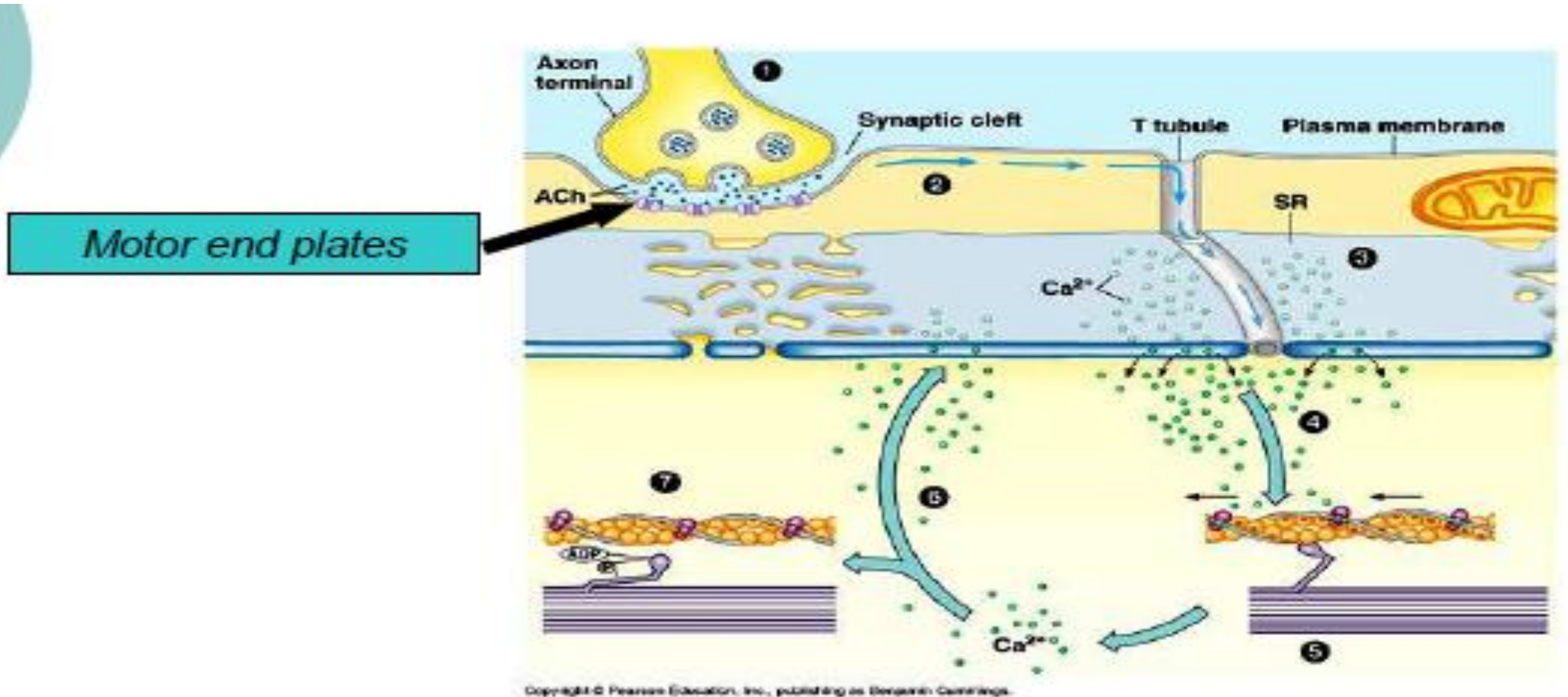
Struktur Otot Rangka → Retikulum

Sarkoplasma

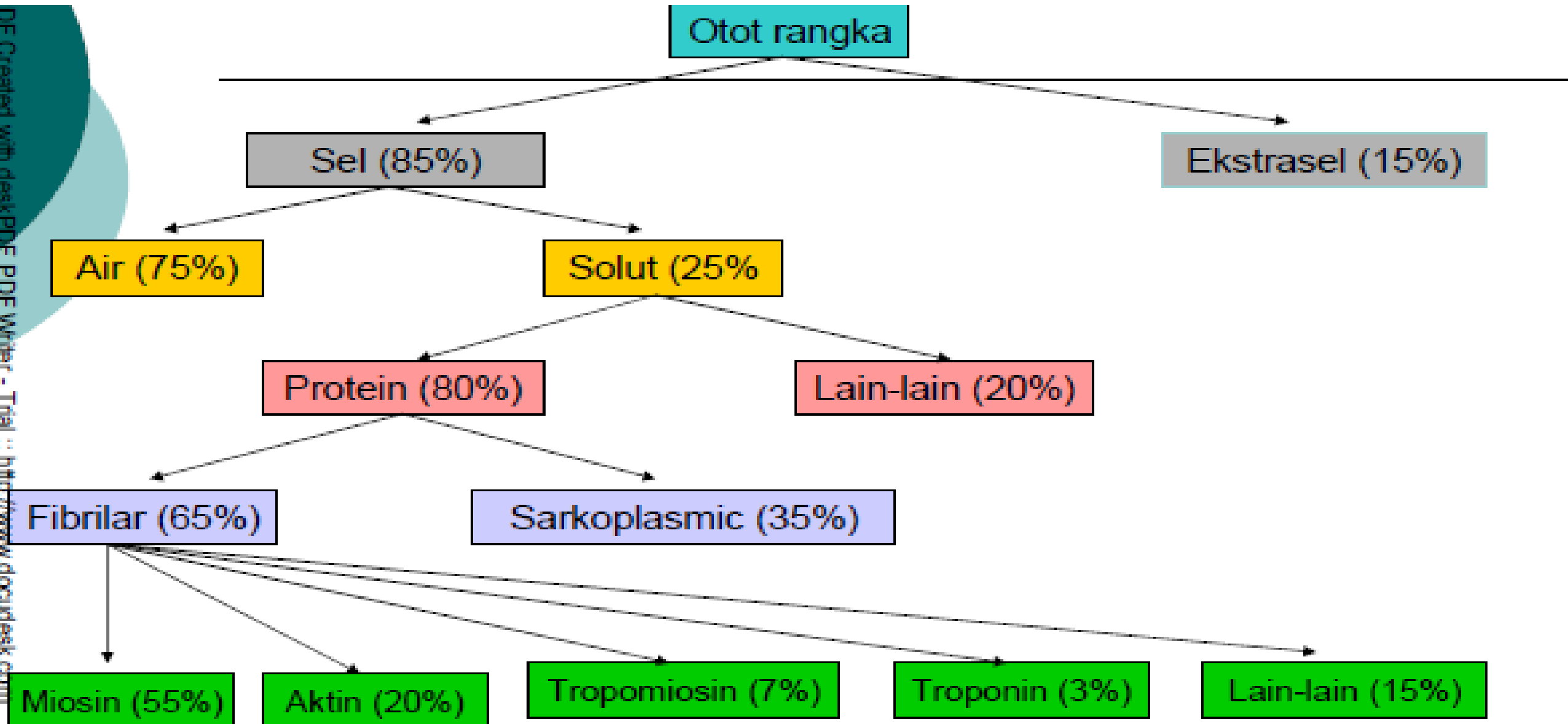
- Jejaring kantung dan tubulus yang terorganisir pada jaringan otot
- Retikulum endoplasma di sel lain → terdiri dari tubulus2 yg sejajar dgn miofibril, yang pada garis Z dan Zona H bergabung membentuk kantung (lateral Sac) yang dekat dengan sistem Tubulus Transversal (Tubulus T)
- Retikulum sarkoplasma sebagai tempat penyimpanan ion Ca^{2+}
- Tubulus T → saluran untuk berpindahnya cairan yang mengandung ion
- Tubulus T & Retikulum Sarkoplasma berperan dalam metabolisme, eksitasi, dan kontraksi otot.

Struktur Otot Rangka → Motor end Plates

- Merupakan tempat inervasi ujung2 saraf pada otot



Komposisi Otot Rangka



Komposisi Otot Rangka

- Otot Merah dan Putih

Otot merah → bny mengandung pigmen pernapasan yaitu mioglobin, yg berfungsi membawa oksigen dari kapiler darah (ekstrasel) ke mitokondria (intrasel) ⇒ kapasitas metabolisme oksidatif yang lebih tinggi dgn aktivitas siklus Krebs dan enzim transport elektron yang kuat

Otot putih → krn kurang mioglobin ⇒ kapasitas glikolisis anaerobik yang tinggi dgn aktivitas enzim glikolisis dan fosforilase yang kuat.

- Ekstraktif

Yaitu zat non-protein yang larut dlm air meliputi kreatinin, kreatinin fosfat, ADP, asam amino, asam laktat, dll. Zat yang memiliki struktur grup fosfat mrpkn zat yang 'kaya energi'

- Protein

Komponen enzim otot yang mengkatalisis berbagai tahapan pd proses glikolisis mrpkn protein sarkoplasmik. Protein lain yang membentuk struktur otot ialah miosin, aktin, troponin, dan tropomiosin.

Axial & Appendicular Muscles

- Axial Musculature
 - Melekat pd rangka aksial
 - Memposisikan kepala, tulang belakang;
 - Menggerakkan tulang iga
 - Mencakup 60% otot rangka tubuh
- Appendicular Musculature
 - Menstabilkan atau menggerakkan komponen rangka appendikular
 - Mencakup 40% otot rangka tubuh

Definisi Skeletal

- Rangka (Skeletal) → Yaitu bagian tubuh yg tdd tulang, sendi, dan tulang rawan (kartilago) sbg tempat menempelnya otot dan memungkinkan tubuh untuk mempertahankan sikap dan posisi
- Skeletal atau Osteo adalah tulang kerangka tubuh (ilmu = osteologi)
- Muskuloskeletal disebut juga “Lokomotor” → Lokomotor atau sering disebut anggota gerak

Sistem Rangka dan Sendi

- Alat gerak tubuh manusia \Rightarrow sistem muskuloskeletal:
pasif \rightarrow rangka (skeletal); aktif \rightarrow otot (muscle)
- Rangka-tulang: jaringan ikat yg keras & kaku (jaringan penyokong); banyak mengandung mineral, zat perekat dan zat kapur.
- Tulang rawan, tulang, dan sendi

Fungsi Sistem Rangka

- ❖ Penyangga: berdirinya tubuh, tempat melekatnya ligamen-ligamen, otot, jaringan lunak & organ
- ❖ Penyimpanan mineral (kalsium & fosfat) dan lipid (*yellow marrow*)
- ❖ Produksi sel darah (*red marrow*)
- ❖ Pelindung; membentuk rongga melindungi organ yang halus & lunak
- ❖ Penggerak; dpt mengubah arah & kekuatan otot rangka saat bergerak; adanya persendian

SKELETAL (TULANG)

Pada sistem skeletal (tulang) → pada manusia terdapat 2 macam jenis tulang, yaitu :

1. Tulang Rawan
2. Tulang Keras

Tulang tersebut bisa berdiri sendiri, maupun saling melengkapi antar tulang.

Hal tersebut berguna untuk membentuk suatu bentuk tubuh manusia, melindungi organ tubuh vital.

Penjelasan ttg Tulang Rawan

- Berkembang dari mesenkim membentuk sel yg disebut kondrosit
- Kondrosit menempati rongga kecil (lakuna) di dalam matriks dgn substansi dasar seperti gel (berupa proteoglikans) yg basofilik.
- Kalsifikasi menyebabkan tulang rawan tumbuh menjadi tulang (keras).

Berdasarkan jenis & jumlah serat di dalam matriks, ada 3 macam tulang rawan :

- 1. Tulang rawan hialin** : matriks mengandung serat kolagen; jenis yg paling banyak dijumpai
- 2. Tulang rawan elastin** : serupa dengan tulang rawan hialin tetapi lebih banyak serat elastin yg mengumpul pada dinding lakuna yg mengelilingi kondrosit
- 3. Fibrokartilago** : tdk pernah berdiri sendiri ttp secara berangsur menyatu dengan tulang rawan hialin atai jaringan ikat fibrosa yg berdekatan

Pertumbuhan Tulang Rawan

Terdapat 2 cara :

- *Appositional growth*; tumbuh dari luar → sel pembentuk kartilago di dlm perikondrium menyekresi matriks baru ke permukaan luar kartilago yg sdh ada
- *Interstitial growth*; tumbuh dari dalam → kondrosit yg berikatan dg lakuna di dlm kartilago membelah & menyekresi matriks baru & memperluas kartilago dari dalam
- Pertumbuhan tulang rawan berakhir selama periode dewasa

Tulang

- Pembentuk jaringan:
 - Sel-sel tulang (sel osteoprogenitor, osteoblast, osteosit, dan osteoklas)
 - Matriks
- Matriksnya mengandung unsur anorganik, terutama kalsium fosfat (hidroksiapatit)
- Secara makroskopik:
 - Spongiosa (kanselosa)
 - Kompak (padat)
- Permukaan luar tulang dilapisi selubung fibrosa (periosteum); lapis tipis jaringan ikat (endosteum) melapisi rongga sumsum & meluas ke dlm kanalikuli tulang kompak

Cells involved in bone development and maintenance

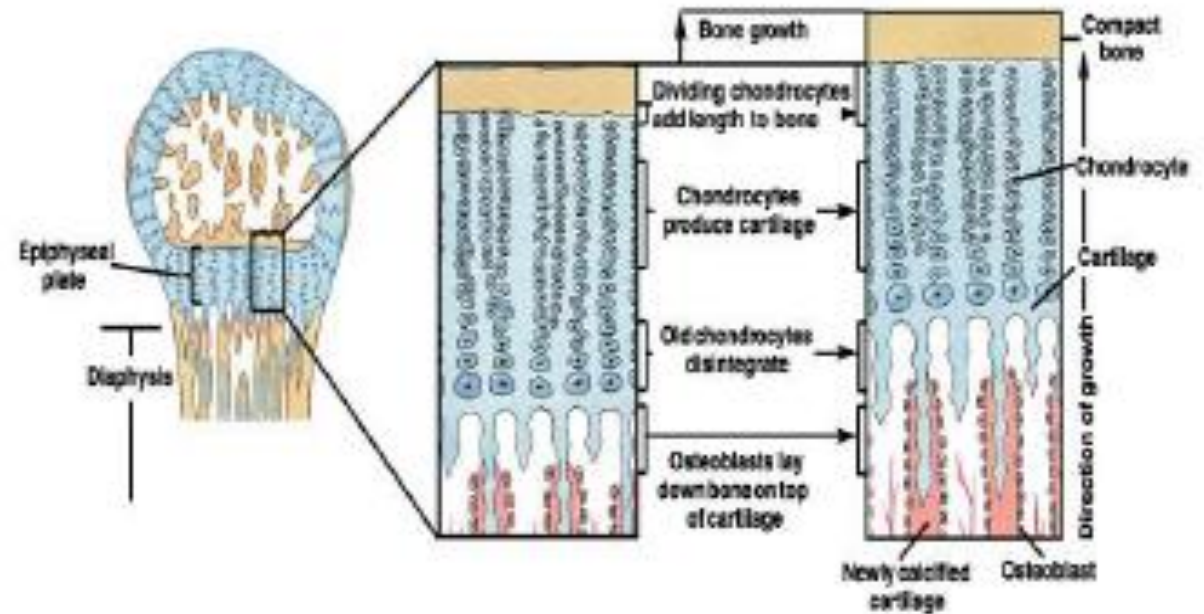
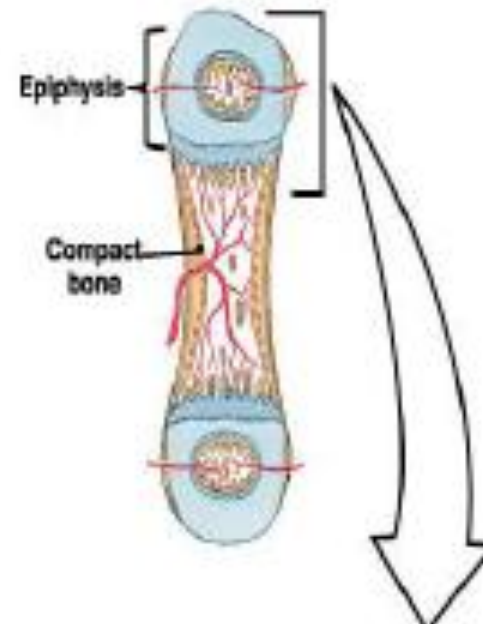
Cell Type	Function
Chondroblasts & Chondrocytes	Cells that build and maintain cartilage
Osteoblasts	Young bone-forming cells that cause the development of the hard extra-cellular matrix of the bone
Osteocytes	Bone cells that have matured and maintain the bone's structure
Osteoclasts	Cells that dissolve bones

Struktur Mikroskopis Tulang

- Sistem Havers: saluran Havers (saraf, pembuluh darah, aliran limfe)
- Lamella (lempeng tulang yang tersusun konsentris).
- Lacuna (ruangan kecil yang terdapat di antara lempengan–lempengan yang mengandung sel tulang).
- Kanalikuli (memancar di antara lacuna dan tempat difusi makanan sampai ke osteon).

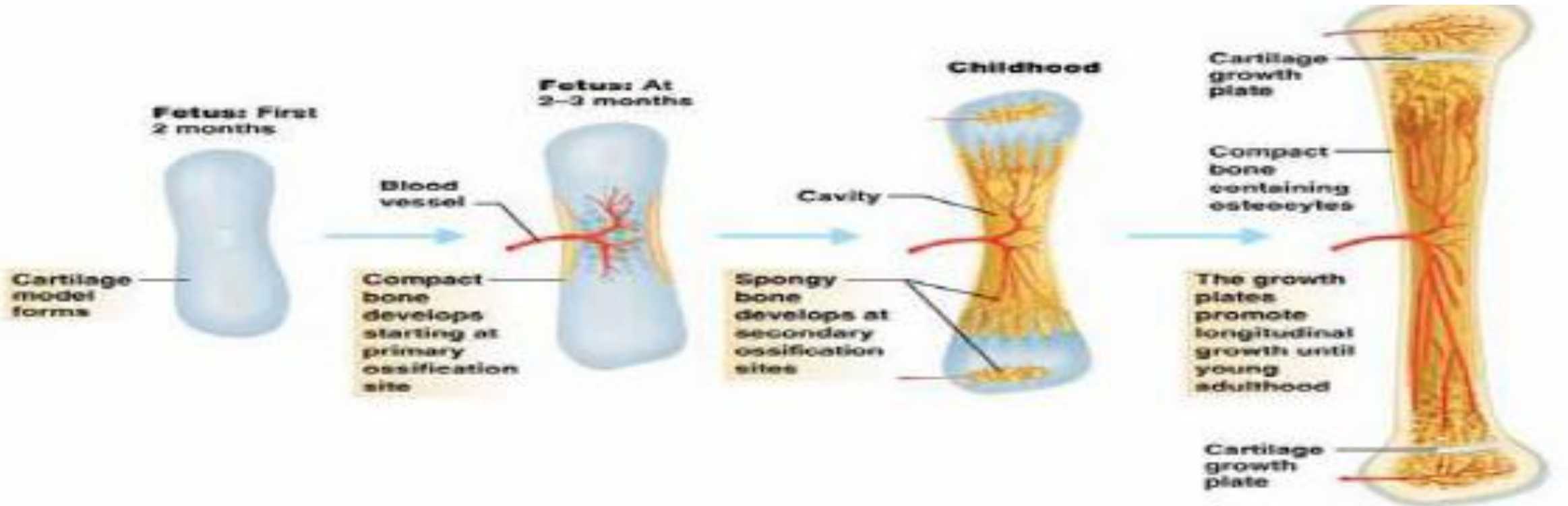
Periosteum

- Membran vaskuler fibrosa yang melapisi tulang, banyak pembuluh darah dan melekat erat pada tulang.
- Pada tulang yang sedang tumbuh terdapat lapisan sel pembentuk tulang diantara periosteum dan tulang.



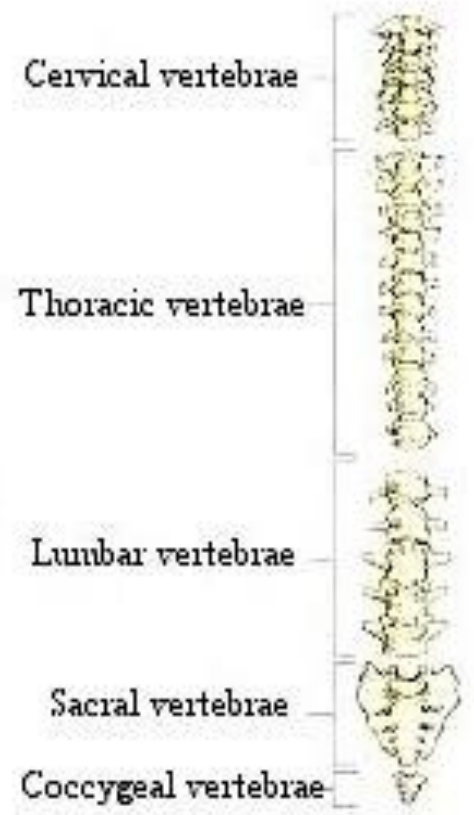
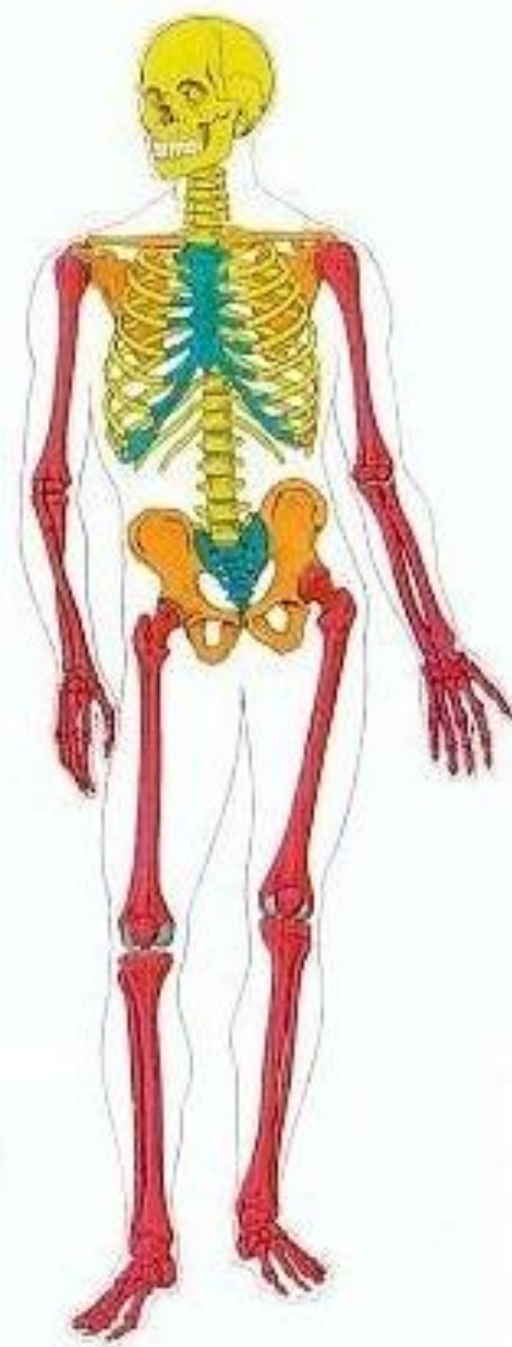
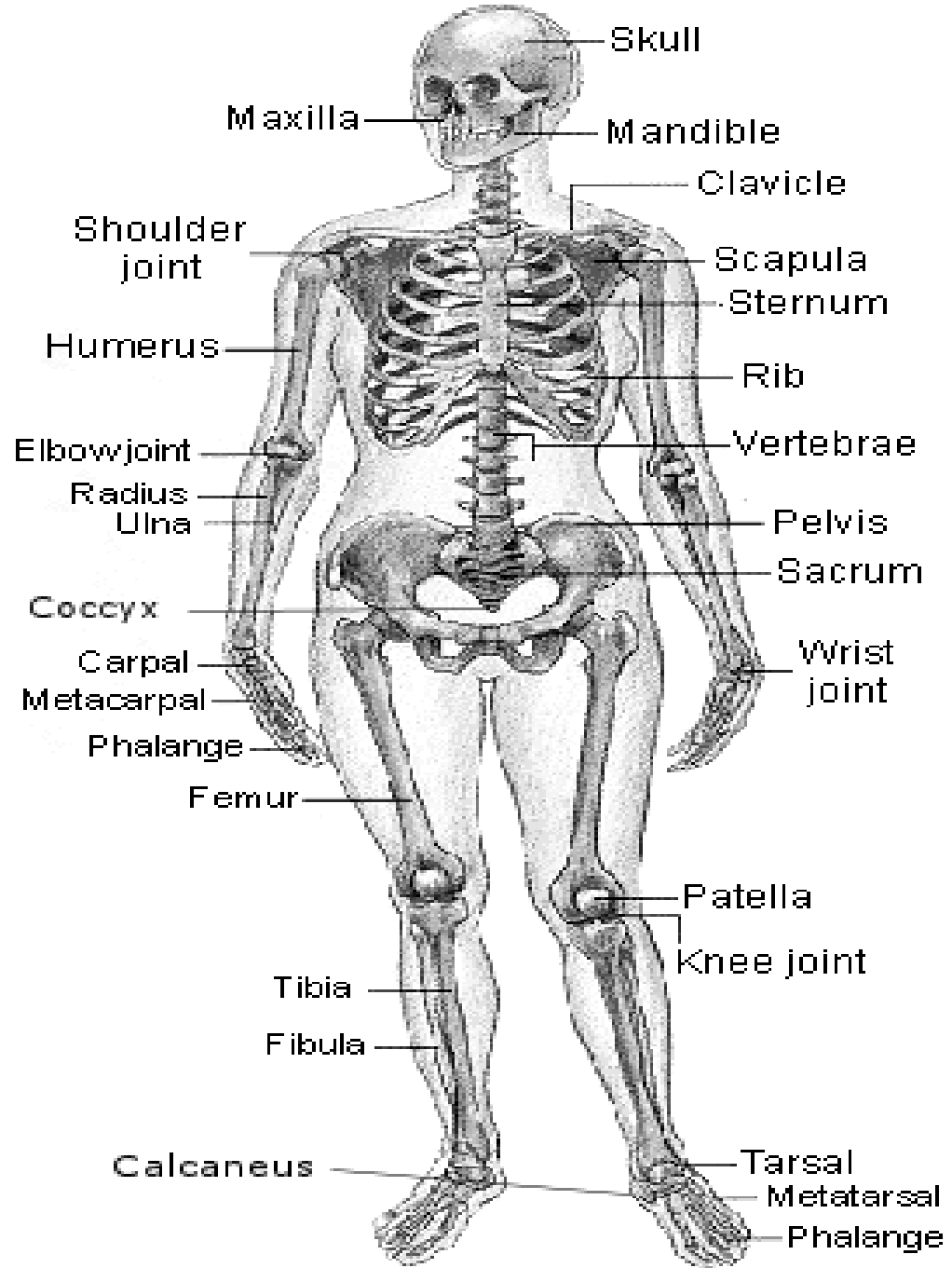
Tulang

- Membran periosteum berasal dari perikondrium tulang rawan yang merupakan pusat osifikasi.
- Pada tulang yang sedang tumbuh terdiri atas 1 batang (diafisis) dan 2 ujung (epifisis)



Tulang Menurut Bentuknya

- 1. Ossa longa (tulang panjang): tulang yg ukuran panjangnya terbesar, cth: os humerus
- 2. Ossa brevia (tulang pendek): tulang yg ketiga ukurannya kira-kira sama besar, cth: ossa carpi
- 3. Ossa plana (tulang gepeng/pipih): tulang yg ukuran lebarnya terbesar, cth: os parietale
- 4. Ossa irregular (tulang tak beraturan), cth: os sphenoidale
- 5. Ossa pneumatica (tulang berongga udara), cth: os maxilla



Vertebral Sections

Macam Tulang dan Jenisnya

Axial Skeleton

- Skull
- Sternum
- Ribs
- Vertebrae
- Sacrum

Appendicular Skeleton

- Scapula & Collarbone
- Upper Limb Bones
- Hip
- Lower Limb Bones

o Skull

- Os Occipitale
- Os Parietale
- Os Temporale
- Os Frontale
- Os Sphenoid
- Os Ethmoid
- Os Maxilla
- Os Palatine
- Os Nasal
- Vomer
- Concha nasal inferior
- Os Zygomatic
- Os Lacrimal
- Mandibula
- Ossicles auditori & Os Hyoid

Cranium

Face

Truncus/ Batang badan

o Os Sternum

- Manubrium sterni
- Louis angle
- Corpus Sterni
- Processus Xyphoideus

o Ribs/Costae

- Costae vera (1-7)
- Costae spuriae affixae (8-10)
- Costae spuriae fluctuantes (11-12)

o Vertebrae

- Cervical (7)
- Torakal (12)
- Lumbal (5)

o Sacrum (1)

o Coccygeal (1)

Axial Skeleton
Axial Skeleton

Appendicular Skeleton

Upper Limb

- Os Scapula
- Os Clavicula
- Os Humerus
- Os Radius
- Os Ulna
- Os Carpals
- Ossa Metacarpals
- Ossa Phalanges

Lower Limb

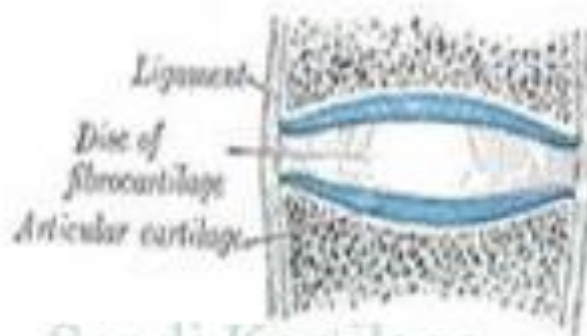
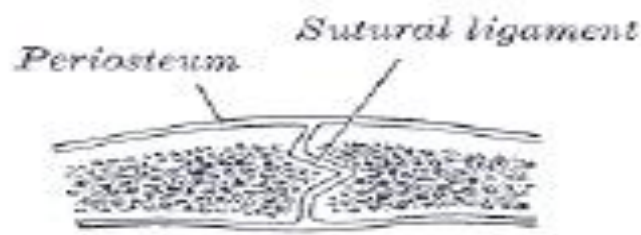
- Os coxae (Os Ilium, Os Ischium, Os Pubis)
- Os Femur
- Os Patella
- Os Tibia
- Os Fibula
- Os Tarsals
- Ossa Metatarsals
- Ossa phalanges

Sendi

- Yaitu suatu persambungan / artikulasio / pertemuan antara 2 atau lebih dari tulang rangka
- Ilmu yg mempelajari persendian = Artologi
- Terdapat 3 Jenis Sendir berdasarkan strukturnya :
 - Fibrosa = hubungan antar sendi oleh jaringan fibrosa
 - Kartilago/tulang rawan = ruang antar sendinya berikatan dengan tulang rawan.
 - Sinovial/Sinovial Joint = ada ruang sendi dan ligament untuk mempertahankan persendian.

Sendi Fibrosa

Sendi Fibrosa



Sendi Kartilago

Sendi Kartilago

Sendi Sinovial



Sendi Sinovial

Sendi berdasarkan jenis persambungannya :

- Sinartrosis : Sendi yang terdapat kesinambungan karena di antara kedua ujung tulang yang bersendi terhadap suatu jaringan .
- Diartrosis : Sendi terdapat ketidak-sinambungan karena di antara tulang yg bersendi terdapat rongga (cavum articulare)

Sinartrosis

1. Syndesmosis : Jaringan penghubungnya merupakan jaringan ikat
 - a. Sutura : tepi-tepi tulang dihubungkan oleh jaringan ikat yg tipis. Ex : di antara tulang-tulang tengkorak
 - b. Schindylesis : lempeng pd tulang yg satu terjepit di dlm celah pada tulang lain. Ex : antara rostrum sphenoid & vomer
 - c. Ghomphosis : tulang yg 1 berbentuk kerucut masuk ke dalam lekuk yg sesuai dgn bentuk itu pd tlng lain. Ex : antara gigi dg rahang.
 - d. Syndesmosis elastica : jaringan ikat penghubungnya merupakan jaringan ikat elastin. Ex: di antara Arc. Vertebra oleh ligamen. Flavum
 - e. Syndesmosis fibrosa : jaringan ikat penghubungnya merupakan serat kolagen. Cth: antara ulna & radius oleh membran interossa antebrachii

2. Synchondrosis : jaringan penghubungnya jaringan tulang rawan. Contoh : antara epifisis & diafisis sebelum penulangan selesai, antara kedua ossa pubica.
3. Synostosis : jaringan penghubungnya jaringan tulang. Contoh : antara epifisis & diafisis setelah penulangan selesai, antara os ilium, os pubis, dan os ischium.

Diartrosis

Pada diartrosis terdapat bagian-bagian :

1. Ujung-ujung tulang yg bersendi : kepala sendi (caput articulare) & lekuk sendi (cavitas glenoidalis)
2. Simpai sendi (capsula articularis): stratum fibrosum (bagian luar) & stratum synoviale (bagian dalam)
3. Rongga sendi (cavum articulare) berisi cairan synovial
4. Alat-alat khusus:
 - Tendon: membatasi gerak sendi & sebagai penyokong mekanik
 - Kartilago & bantalan lemak (fat pads): discus & meniscus articulares sbg alat menerima tumbukan, penyangga, & untuk mengurangi diskongruen
 - Kandung sega (bursae mucosae) untuk memudahkan gerakan sendi
 - Ligament (accessories, extracapsular, & intracapsular ligaments)

Diartrosis pada Sendi

Anatomy of the Knee



Hip Joint



Diartrosis berdasarkan kemungkinan gerak

1. Sendi kejur (amphiartrosis): kemampuan gerak sangat sedikit
 - Symphysis; dihubungkan oleh fibrokartilago.
 - Contoh : intervertebral disc, pubic symphysis
2. Articulationes = kemampuan gerak luas
 - a. Sendi Sumbu 1
 - Sendi engsel/ hinge joint (ginglymus): sumbu gerak tegak lurus pada arah panjang tulang. Ex: art.interphalangeae, humeroulnaris
 - Sendi kisar/ pivot joint (art trochoidea) : sumbu gerak kira-kira sesuai dgn arah panjang tulang. Ex : art.radioulnaris, atlantodentalis
 - b. Sendi sumbu 2 (kedua sumbu gerak berpotongan tegak lurus)
 - Sendi telur/ ellipsoidal joint (art. Ellipsoidea): kepala sendi cekung berbentuk ellipsoid dg sumbu panjang & sumbu pendek. Ex: art.radiocarpae
 - Sendi pelana/saddle joint (art.sellaris): permukaan sendi berbentuk pelana; arah sumbu yg 1 permukaannya cembung & arah sumbu yg lain cembung. Ex : art.carpo-metacarpea

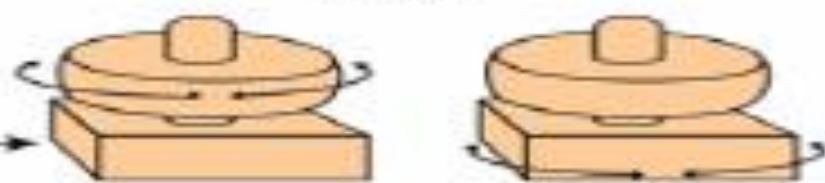
- c. Sendi sumbu 3 (arthroida) : kemampuan gerak paling luas; kepala sendi berbentuk bola.
- Sendi peluru/ ball & socket joint (art. Globoidea): lekuk sendi mencakup kurang dari setengah kepala sendi. Ex : art.humeri
 - Sendi buahpala (enarthrosis spheroidea): lekuk sendi mencakup lebih dari setengah kepala sendi. Ex : art coxae

Types of Joints

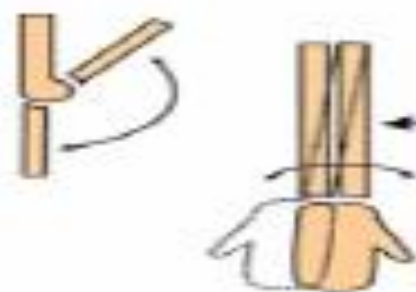
Ball and Socket



Pivot



Hinge



Ellipsoidal



Knee



Hip



Joint Structures

Downloaded from Studydrive for water. Test a free library of studydrive.com

Penstabil Sendi

- Jaringan kolagen kapsula sendi & ligamen.
- Bentuk permukaan sendi → menentukan gerakan spesifik sendi
- Adanya tulang lain, otot rangka, & bantalan lemak pd sendi
- Tegangan pd tendon yg menempel pd tulang yang bersendi

Gerakan Sendi

1. Gerakan lurus (linear motion) – gliding
2. Gerakan sudut (angular motion)
 - fleksi-ekstensi-hiperekstensi
 - abduksi-adduksi
 - sirkumduksi
3. Gerakan putar (rotation)
 - rotasi kanan-kiri
 - rotasi medial-lateral
 - pronasi-supinasi
4. Gerakan khusus
 - inversi-eversi
 - dorsofleksi-plantar fleksi
 - oposisi
 - protraksi-retraksi
 - elevasi-depresi
 - fleksi lateral

Sekian