



LUCRAREA PRACTICA NR 11

ȚESUTUL MUSCULAR STRIAT SCHELETAL

Contractia este proprietatea protoplasmei unor celule prin care se realizează modificarea formei, diviziunea și chiar deplasarea celulelor.



- proteine specifice capabile de a efectua un lucru mecanic, numite **proteine contractile**.

Celulele musculare (fibrele musculare) sunt organizate in:

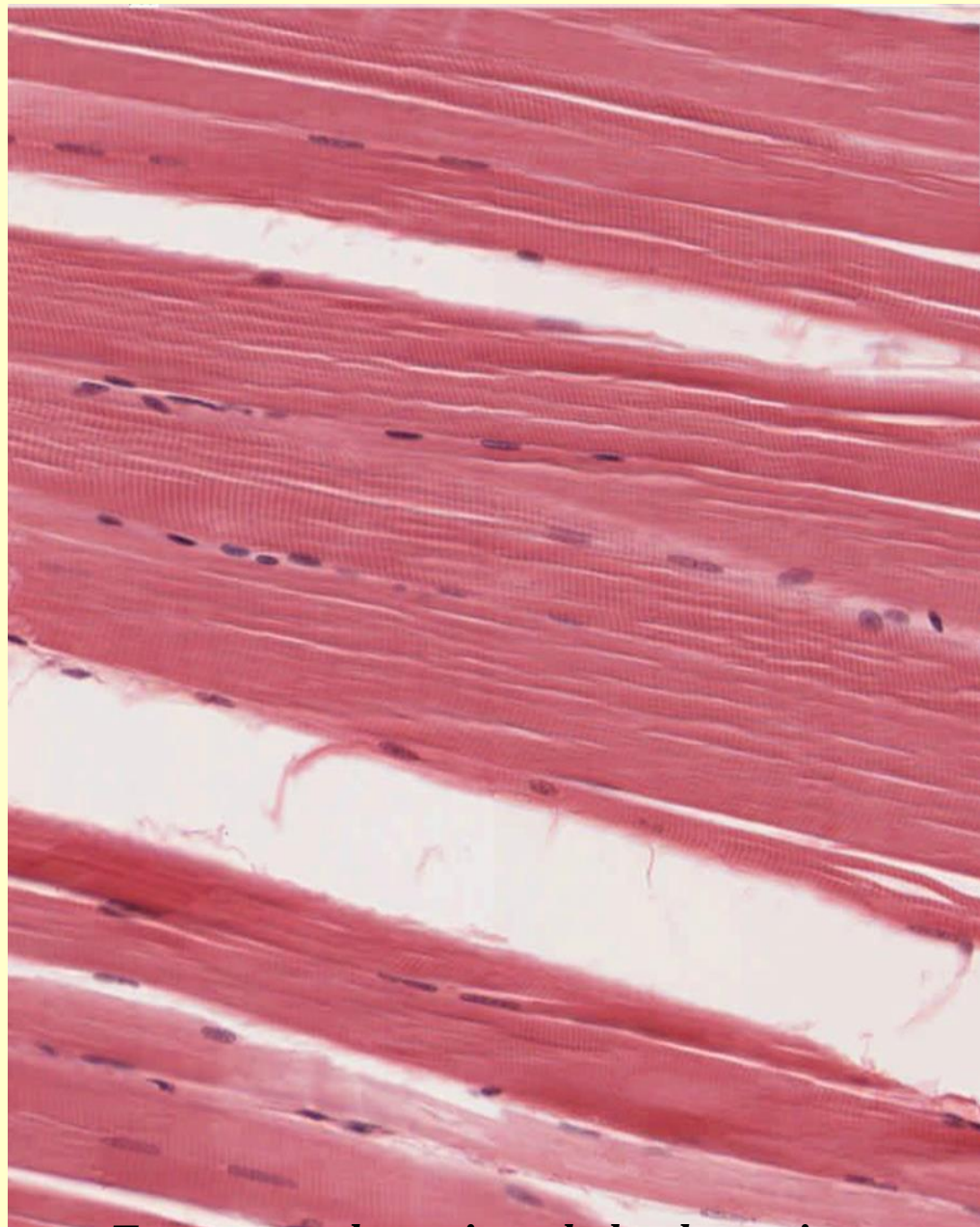
- miofilamente (microscopul electronic);
- miofibrile (microscopul optic).

După structura microscopică, originea embriologică și localizarea anatomică, există trei varietăți de țesuturi musculare:

I. *țesutul muscular striat scheletic*, format din **celule multinucleate** cu o striatie transversală caracteristică;

II. *țesutul muscular striat cardiac*;

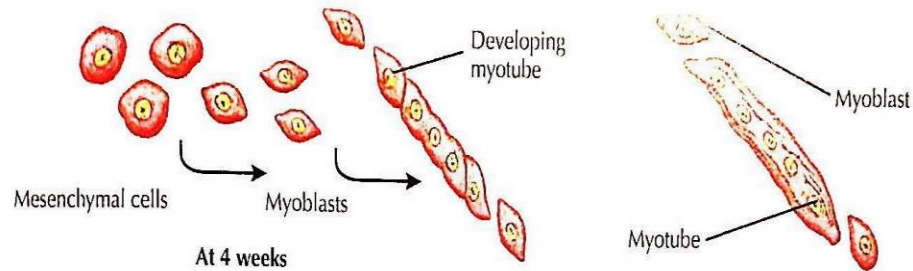
III. *țesutul muscular neted* sau visceral.



Tesut muscular striat scheletal –secțiune longitudinală

Coloratie Hematoxilina-Eozina

▼ Successive stages in development of skeletal muscle fibers.

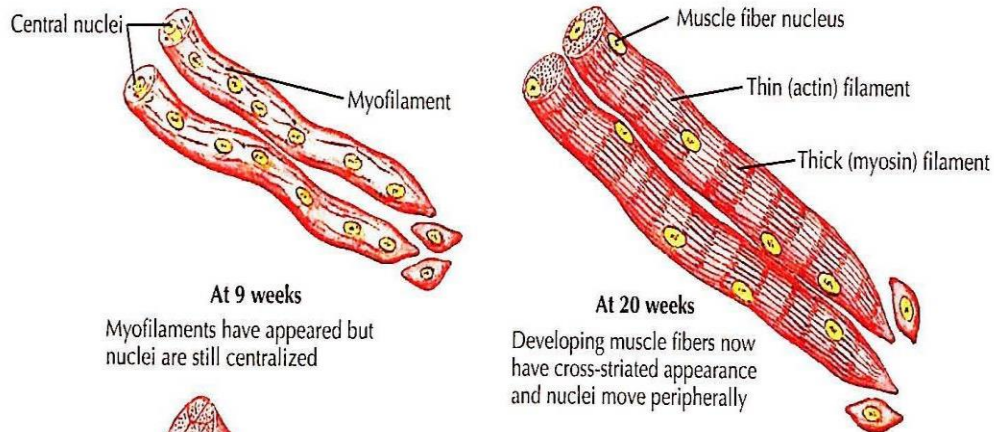


At 4 weeks

Mesenchymal cells differentiate into myoblasts, which begin to form aggregates and line up into rows

At 5 weeks

Myotubes lengthen by incorporating additional myoblasts via cell fusion

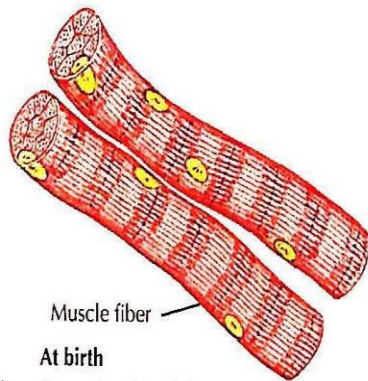


At 9 weeks

Myofilaments have appeared but nuclei are still centralized

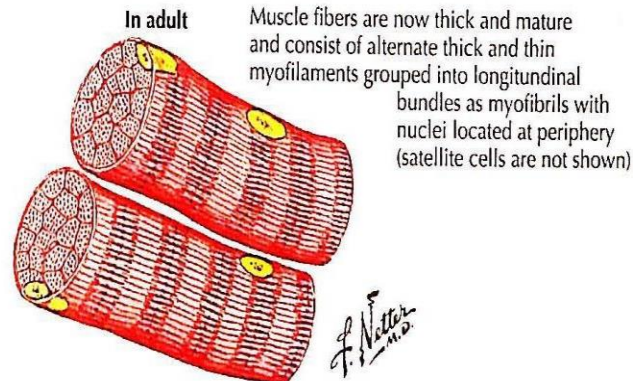
At 20 weeks

Developing muscle fibers now have cross-striated appearance and nuclei move peripherally



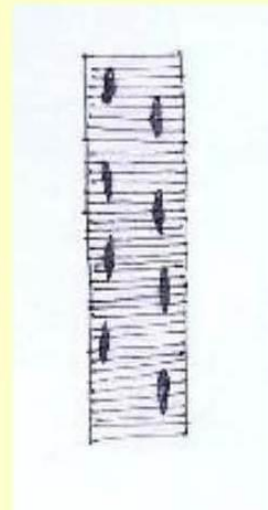
At birth

Myofibrils have formed and nuclei have now shifted to periphery



In adult

Muscle fibers are now thick and mature and consist of alternate thick and thin myofilaments grouped into longitudinal bundles as myofibrils with nuclei located at periphery (satellite cells are not shown)



Schiță realizată de Dr. Istrate-Ofițeru Anca-Maria

Celulele musculare striate scheletale (fibrele musculare)

Forma: alungita, cilindrica;

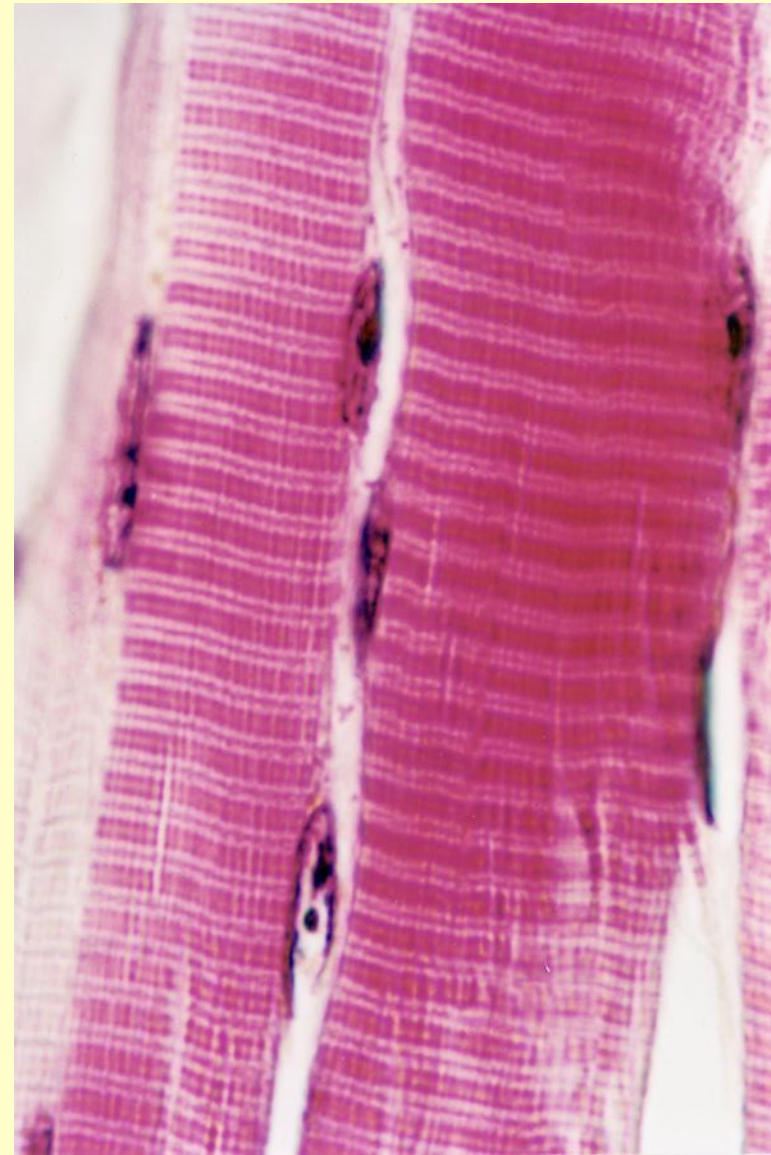
Dimensiune: câțiva milimetri (în mușchii urechii medii) → 30-35 centimetri (fibrele musculare din mușchiul Sartorius);

Secțiune transversală – rotunda/ poligonala, diametru de 10-100 μm

Funcție: stimuli adecvați din mediul extern sau intern contracție, prin transformarea energiei chimice a constituenților celulari în energie mecanică; Prezintă contracții voluntare fiind inervat de sistemul nervos somatic;

Localizare:

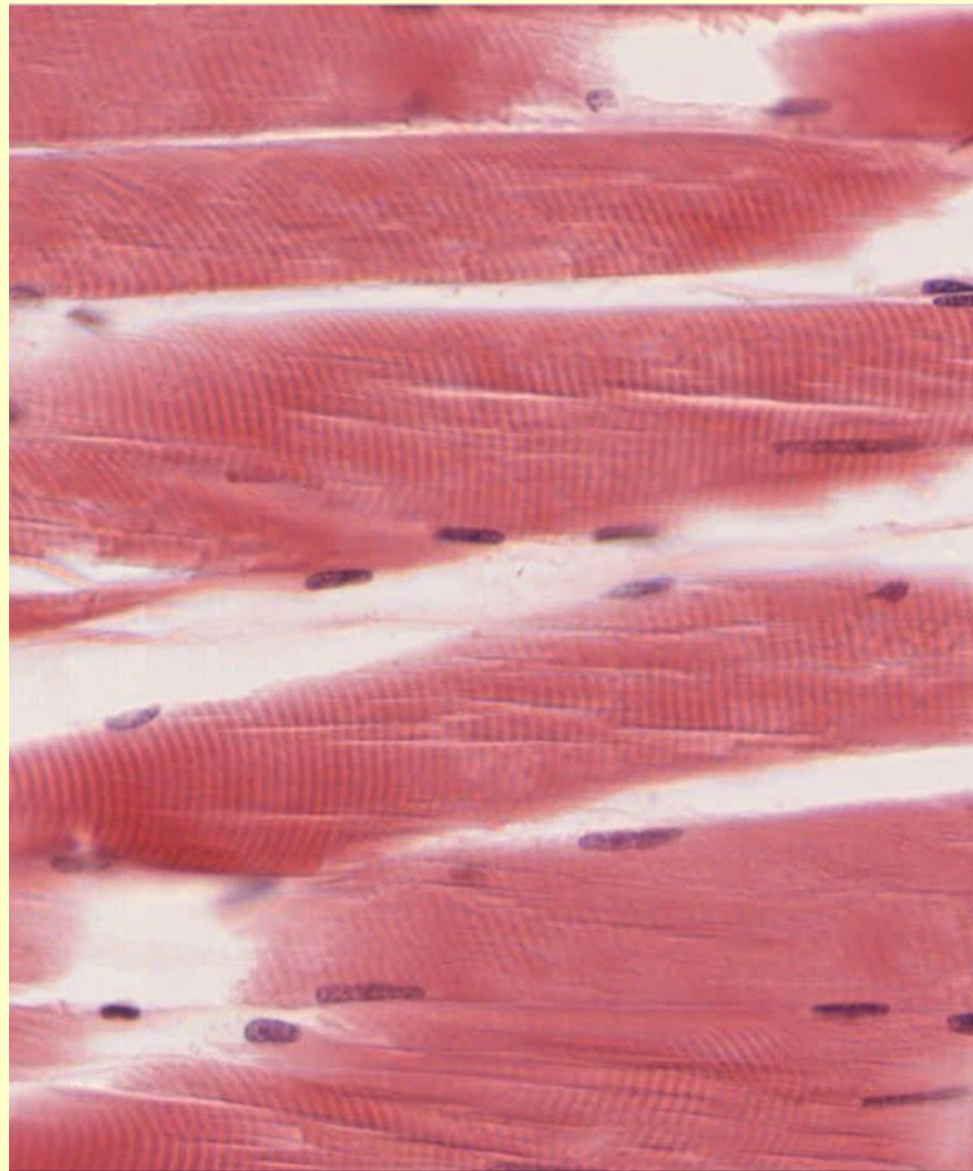
- musculatura scheletică;
- musculatura limbii, a faringelui și laringelui;
- a jumătății superioare a esofagului, a sfincterelor anal și uretral extern, precum și mușchii extrinseci ai globilor oculari etc.



*Fibra musculara striata scheletala-
secțiune longitudinală
Coloratie Hematoxilina-Eozina*

Toate aceste varietăți au caractere comune, și anume:

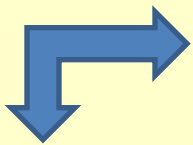
- elementele componente au o formă alungită, de unde și denumirea de **fibre musculare**;
- conțin în citoplasmă **miofilamente**;
- miofilamentele sunt formate din **proteine contractile** și **proteine reglatoare**;
- din punct de vedere funcțional toate sunt capabile de a efectua un **lucru mecanic**.



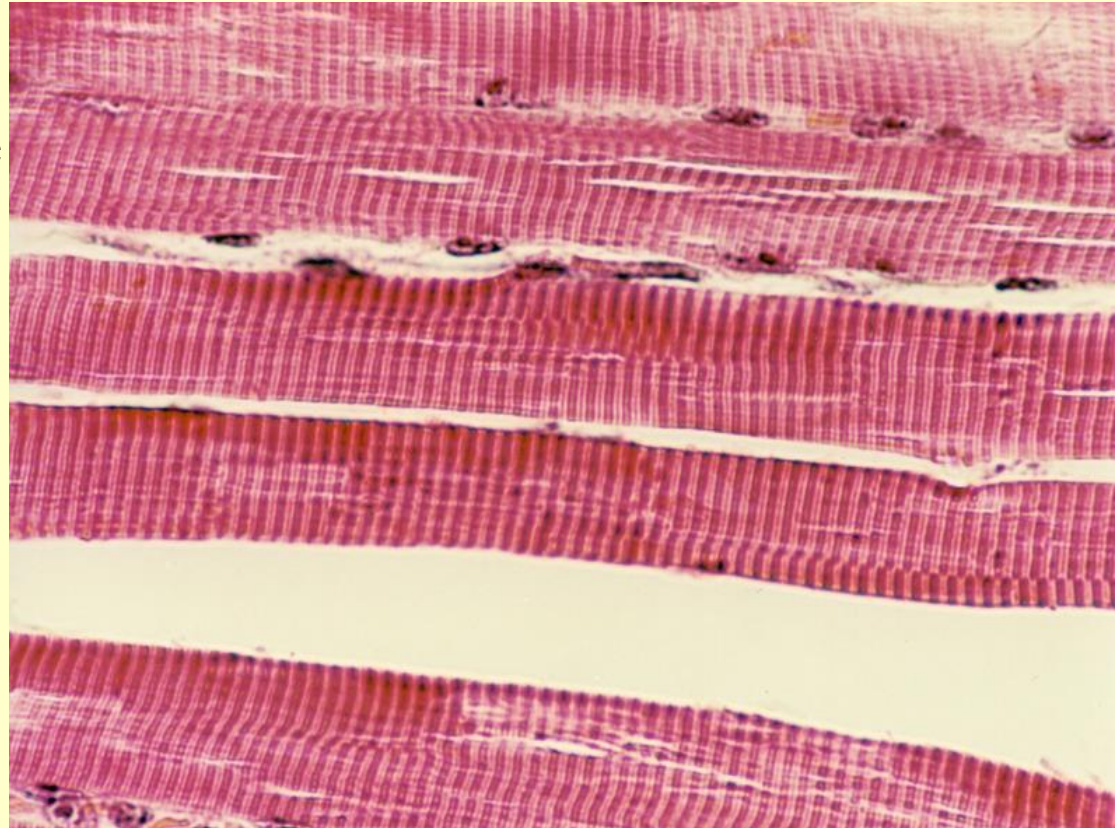
*Tesut muscular striat scheletal
Coloratie Hematoxilina-Eozina*

Mușchiul scheletic este format din 2 componente:

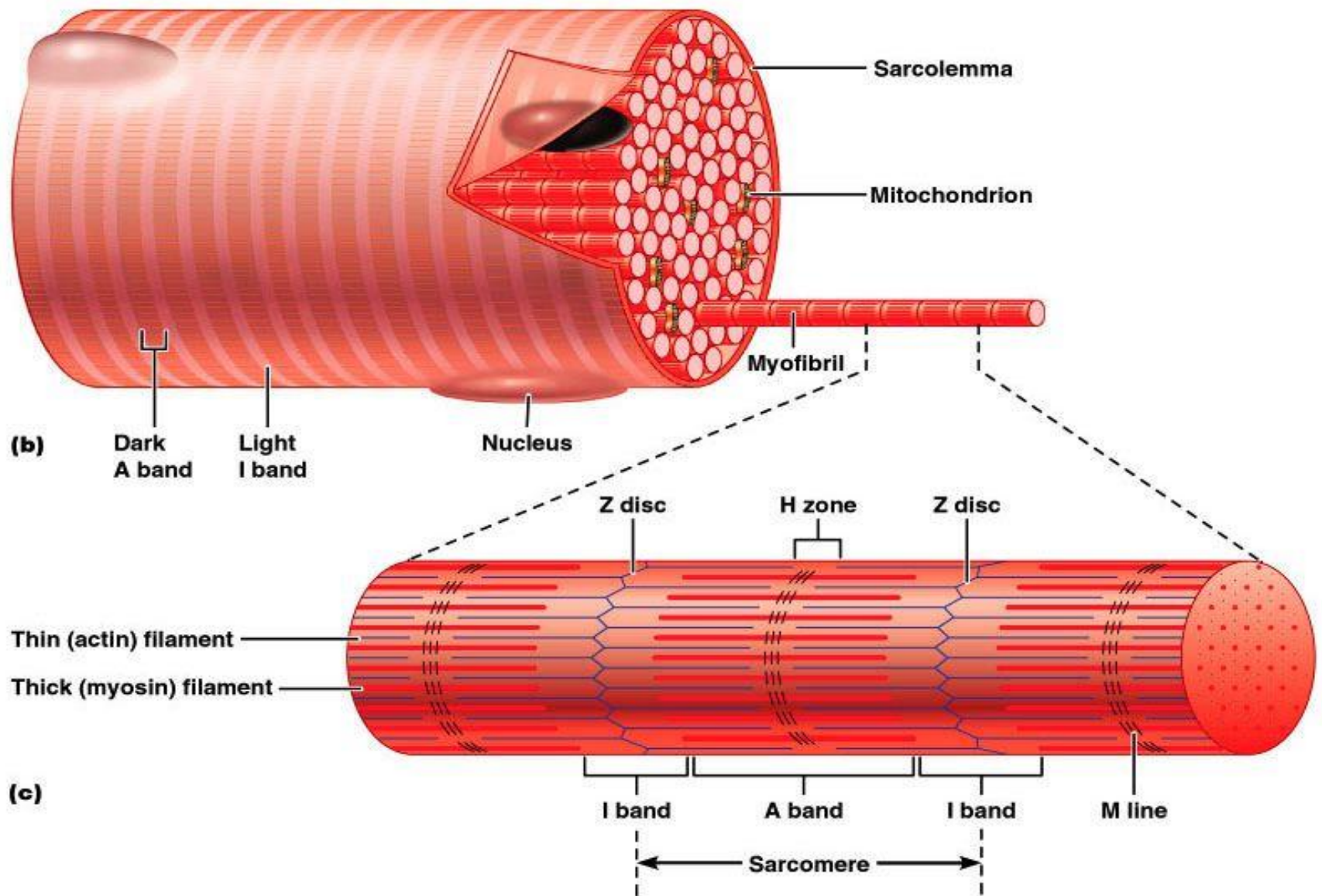
- **fibrele musculare** = formațiuni citoplasmatiche multinucleate de tip sincițial (rezultate din fuziunea mioblastelor), componenta dominantă cantitativ

 **benzi intunecate**
benzi clare

- **țesutul conjunctiv.**



*Tesut muscular striat scheletal –secțiune longitudinală
Colorație Hematoxilina-Eozina*



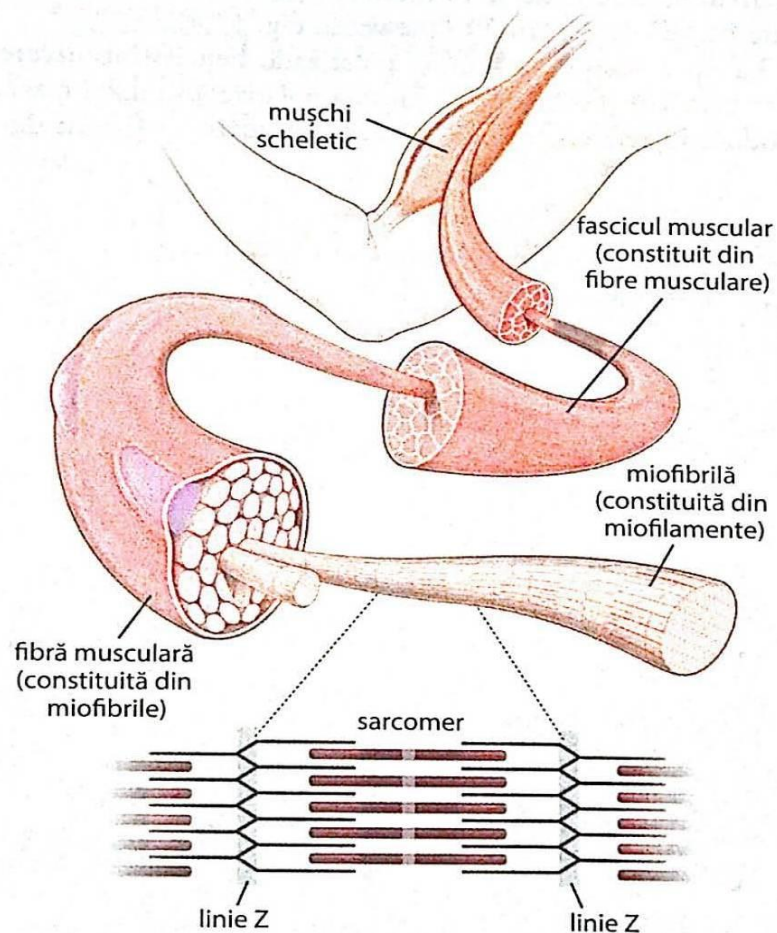


FIGURA 11.4 ▲ Organizarea mușchiului scheletic. Mușchiul scheletic este format din fascicule de fibre musculare. La rândul său, fiecare fascicul este format dintr-un pachet de fibre (celule) musculare alungite. Fibră musculară este o colecție de unități longitudinale, miofibrilele, care la rândul lor sunt formate din două tipuri de miofilamente: filamentele groase (de miozină) și filamentele subțiri (de actină). Miofilamentele sunt organizate într-o manieră specifică și conferă miofibrilei și fibrei musculare un aspect striat transversal. Unitatea funcțională a miofibrilei este reprezentată de sarcomer; acesta se extinde în ambele direcții de la o linie Z până la următoarea. Banda A marchează lungimea filamentelor de miozină. Filamentele de actină se extind de la nivelul liniei Z până la nivelul acelei regiuni din banda A unde formează interdigitații cu filamentele de miozină prezentate anterior.

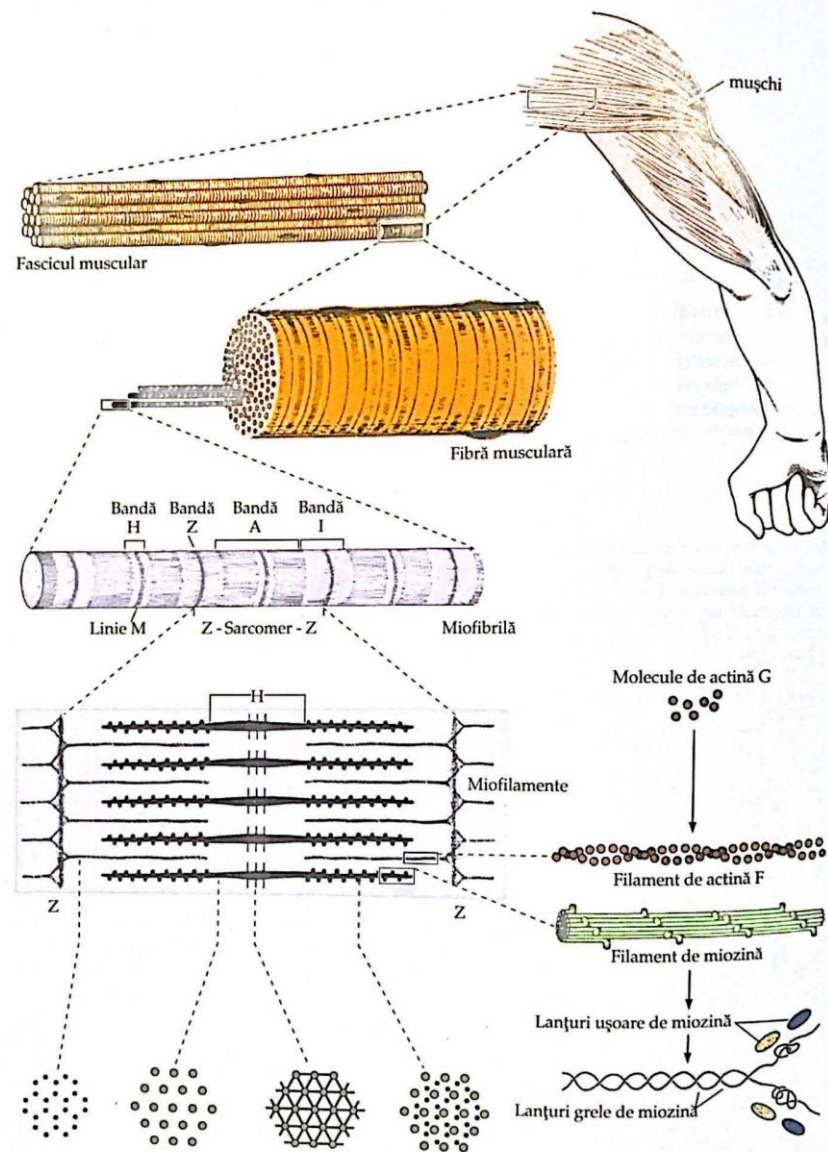
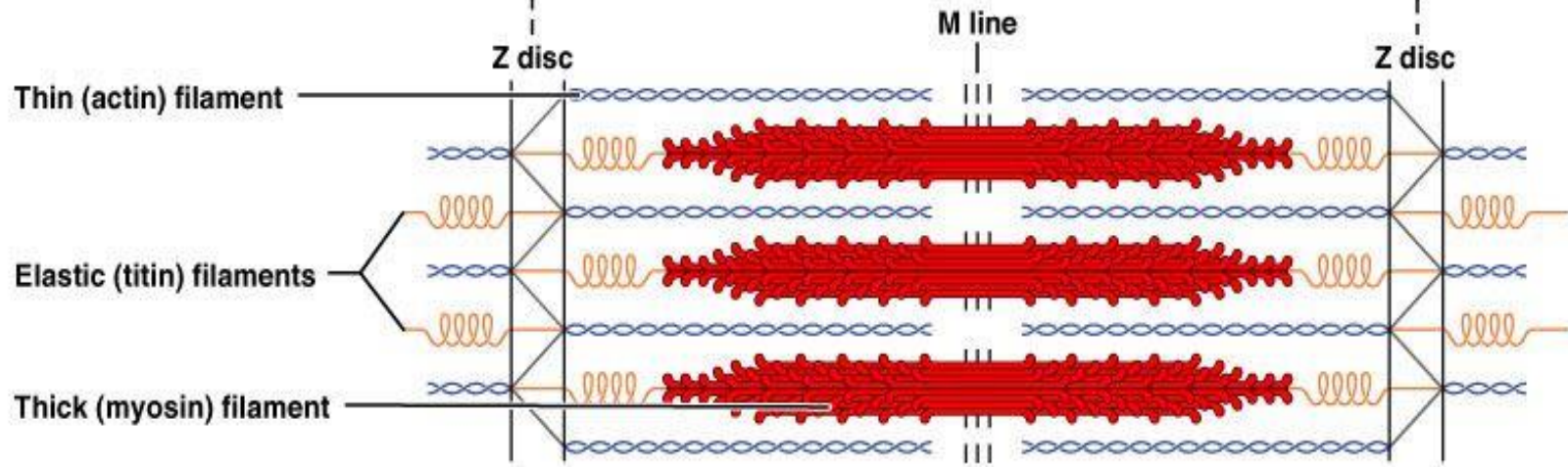
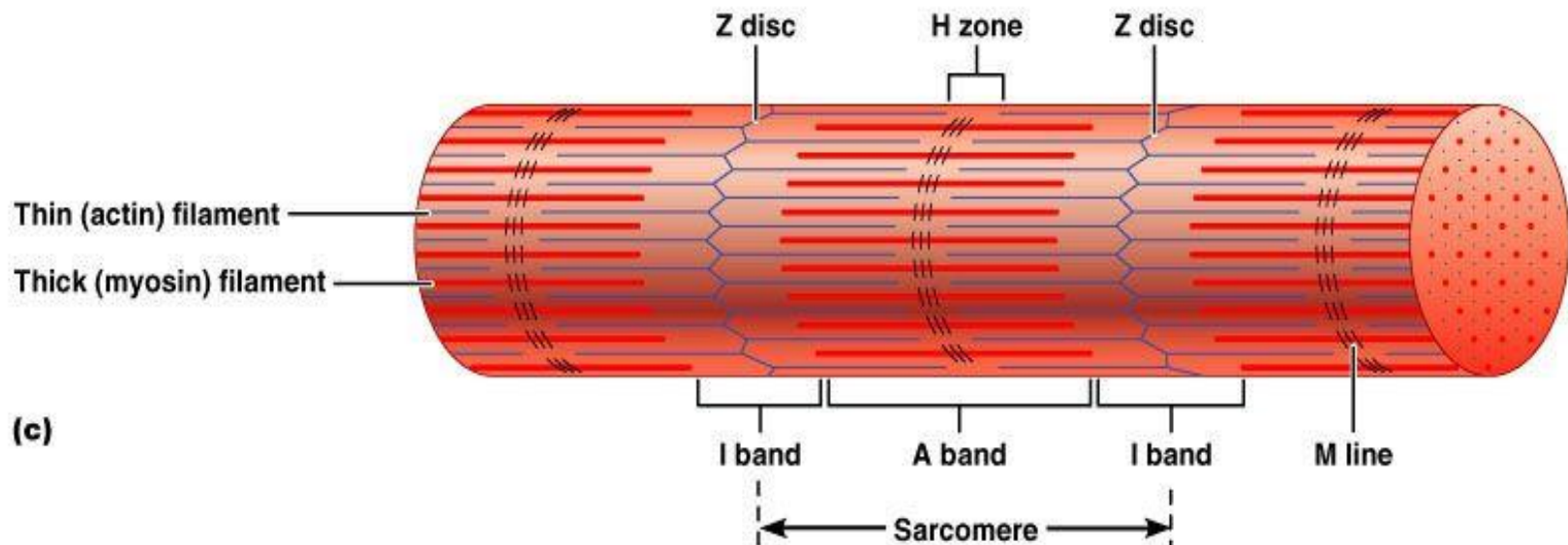
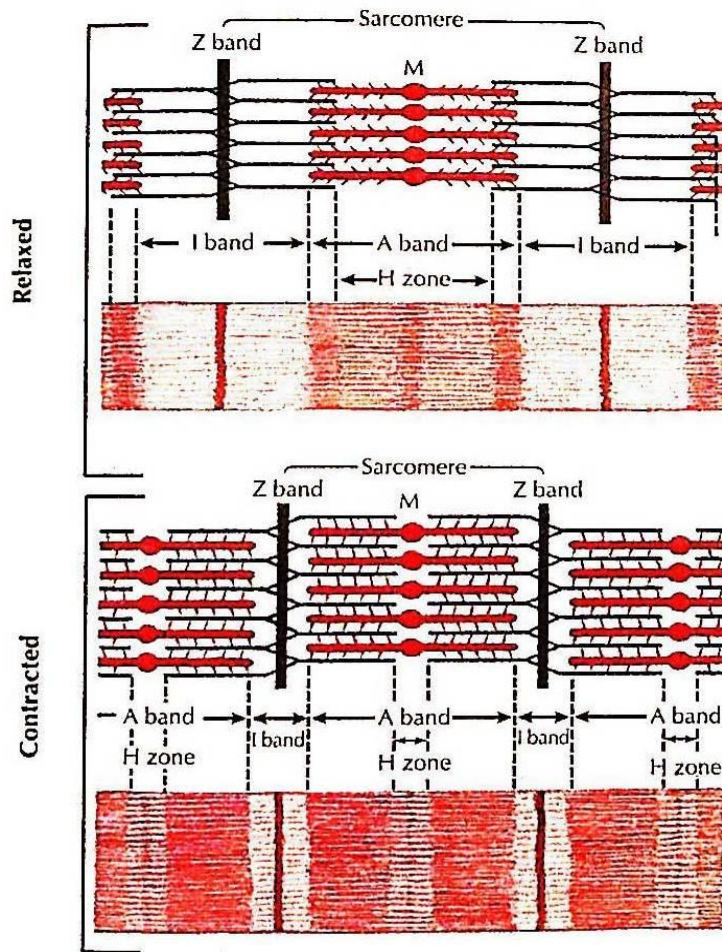
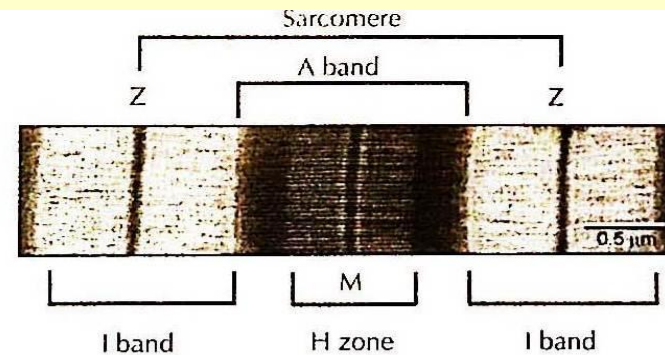


Figura 10-11. Structura și poziția filamentelor groase și subțiri la nivelul sarcomerului. În partea dreaptă este prezentată structura moleculară a acestor componente. (Desenat de Sylvia Colard Keene. Reprodus cu permisiunea autorilor, din Bloom W., Fawcett D.W.: *A Textbook of Histology*, 9th ed. Saunders, 1968)

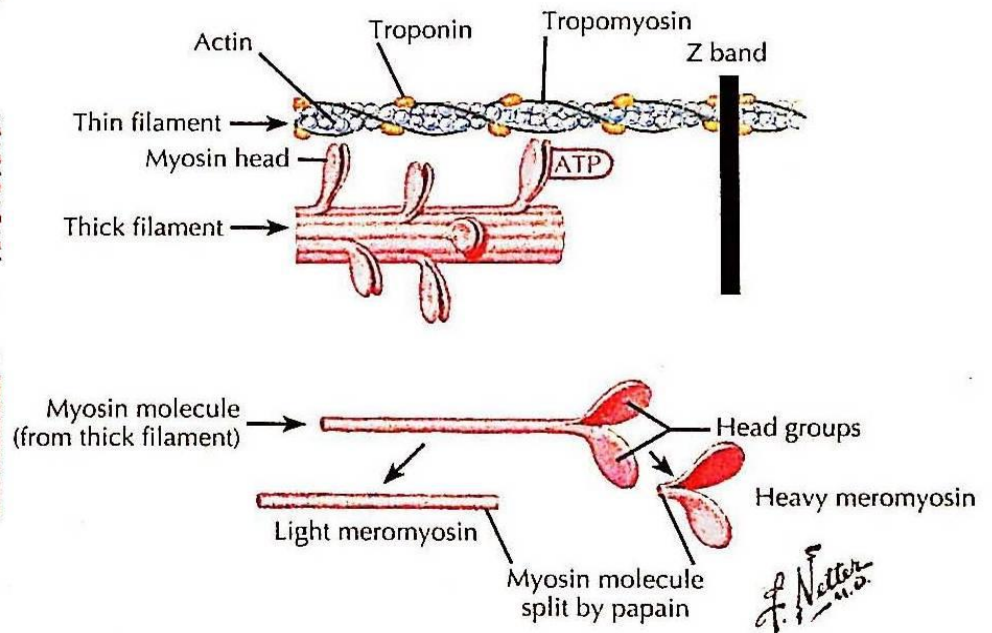




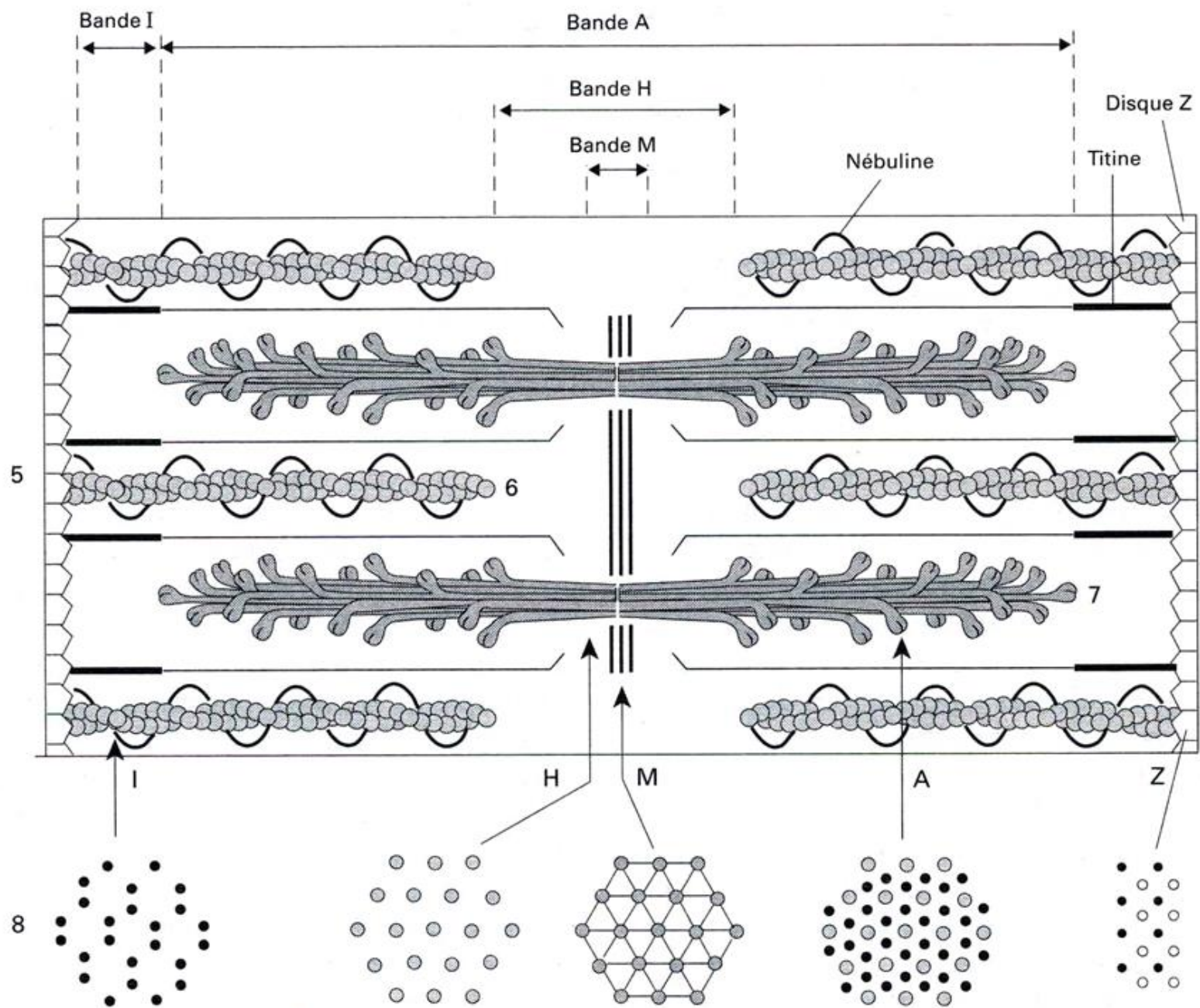
▲ **Muscle contraction and relaxation.** Interdigitation of thick and thin filaments allows sarcomere contraction, which is best explained by the sliding filament model in which actin filaments slide along myosin filaments. During contraction, both sets of filaments retain their normal length, A bands remain unchanged in length, I bands shorten, and H zones are narrowed.



▲ **EM of a relaxed sarcomere in longitudinal section. 14,000x.**



▲ **Schematic showing interaction of myosin and actin filaments at rest and during contraction.** The Z band is drawn closer to the edge of the A band by the sliding of filaments, and the I band region narrows.



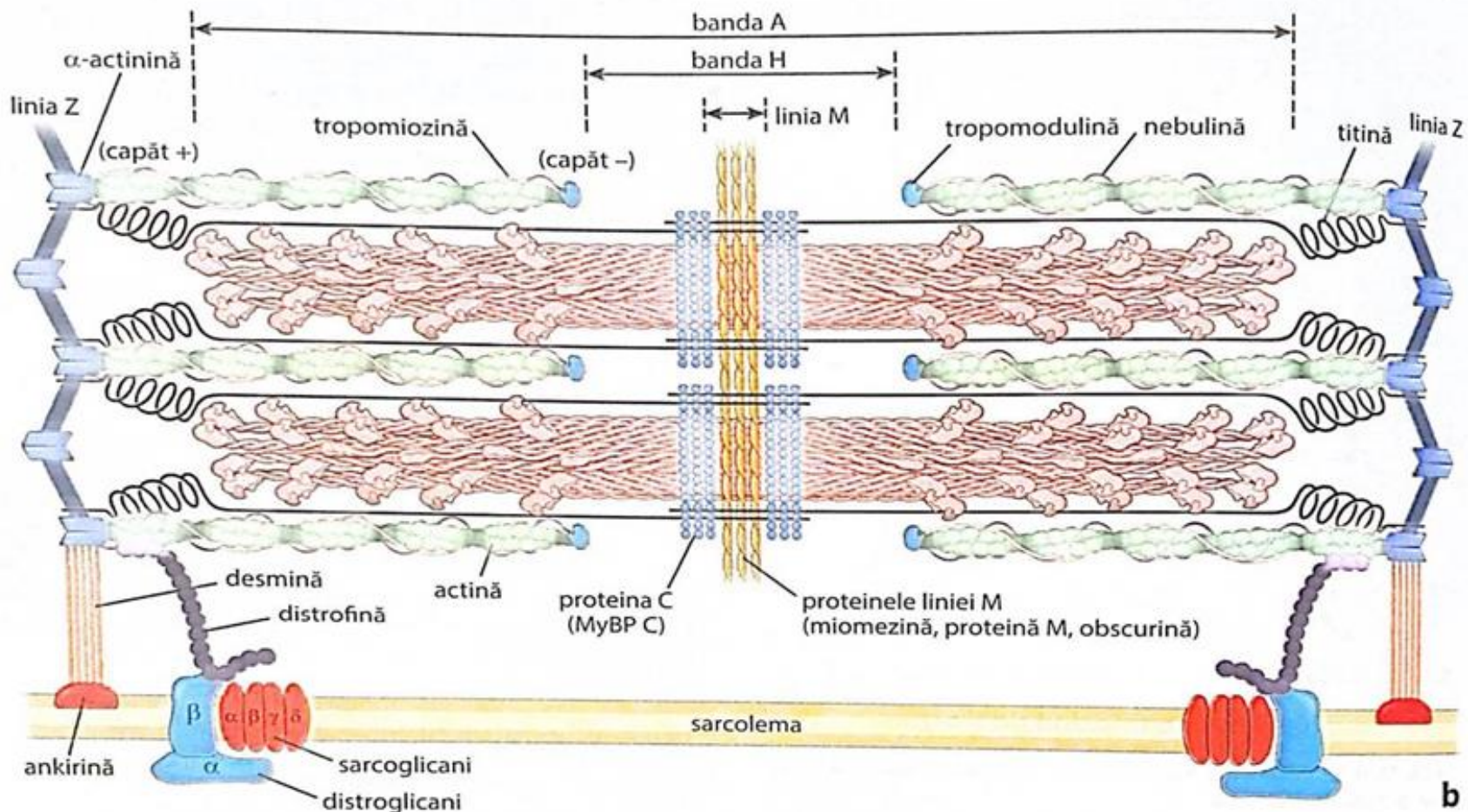


FIGURA 11.10 ▲ Imagine de microscopie electronică a mușchiului scheletic și structura moleculară corespunzătoare a sarcomerului.
a. Această imagine de microscopie electronică la obiectiv mare arată o secțiune longitudinală prin miofibrile. Banda I, care este bisectată de linia Z, este compusă din filamente subțiri (de actină) abia vizibile. Acestea sunt atașate liniei Z și se extind de-a lungul benzii I, până la nivelul benzii A. Filamentele groase, constituite din miozină, sunt responsabile de lățimea totală a benzii A. Observați faptul că la nivelul benzii A, există benzi și linii adiționale. Una dintre acestea, linia M, se poate observa în mijlocul benzii A; o altă bandă mai puțin electronodensă, banda H, este constituită doar din filamente groase. Porțiunile laterale ale benzii A sunt mai electronodense și reprezintă arii în care filamentele subțiri formează interdigitații cu filamentele groase. 35.000x. **b.** Diagrama ilustrează distribuția miofilamentelor și a proteinelor accesorii în cadrul sarcomerelor. Proteinele accesorii sunt reprezentate de titină, o moleculă elastică mare, care ancorează filamentele groase (de miozină) la linia Z; α-actinina care împachetează filamentele subțiri (de actină) în șiruri paralele și le ancorează la linia Z; nebulina, o proteină neelastică, alungită, atașată liniilor Z, care se înfășoară în jurul filamentelor subțiri și asistă α-actinina în ancorarea filamentului subțire la liniile Z; tropomodulina, o proteină de capping a actinei, care menține și reglează lungimea filamentelor subțiri; tropomiozina, care stabilizează filamentele subțiri și, în asociere cu tropomodulina, reglează legarea ionilor de calciu; proteinele liniei M (miomezina, proteina M, obscurină), care mențin aranjamentul filamentelor groase la nivelul liniei M, care ancorează sarcomerele la membrana plasmatică. Interacțiunile dintre variatele proteine mențin alinierea precisă a filamentelor subțiri și groase la nivelul sarcomerelor, precum și alinierea sarcomerelor la nivelul celulei.

Clasificarea fibrelor musculare scheletice

După aspect:

- fibre musculare roșii -> mușchii posturali (↑ mioglobina);
- fibre musculare albe -> mușchii cu contracții rapide și de scurtă durată -> mușchii membrelor;
- fibre musculare intermediare -> majoritatea fibrelor musculare .

Organizarea țesutului muscular striat scheletic

- Endomisium
- Perimisium intern
- Perimisium extern (epimisium)

Structura fibrei musculare striate scheletice

1. citoplasma sau sarcoplasma



miofibrile



discuri clare și întunecate

- 2. nucleii dispuși sub sarcolemă;
- 3. sarcolema.

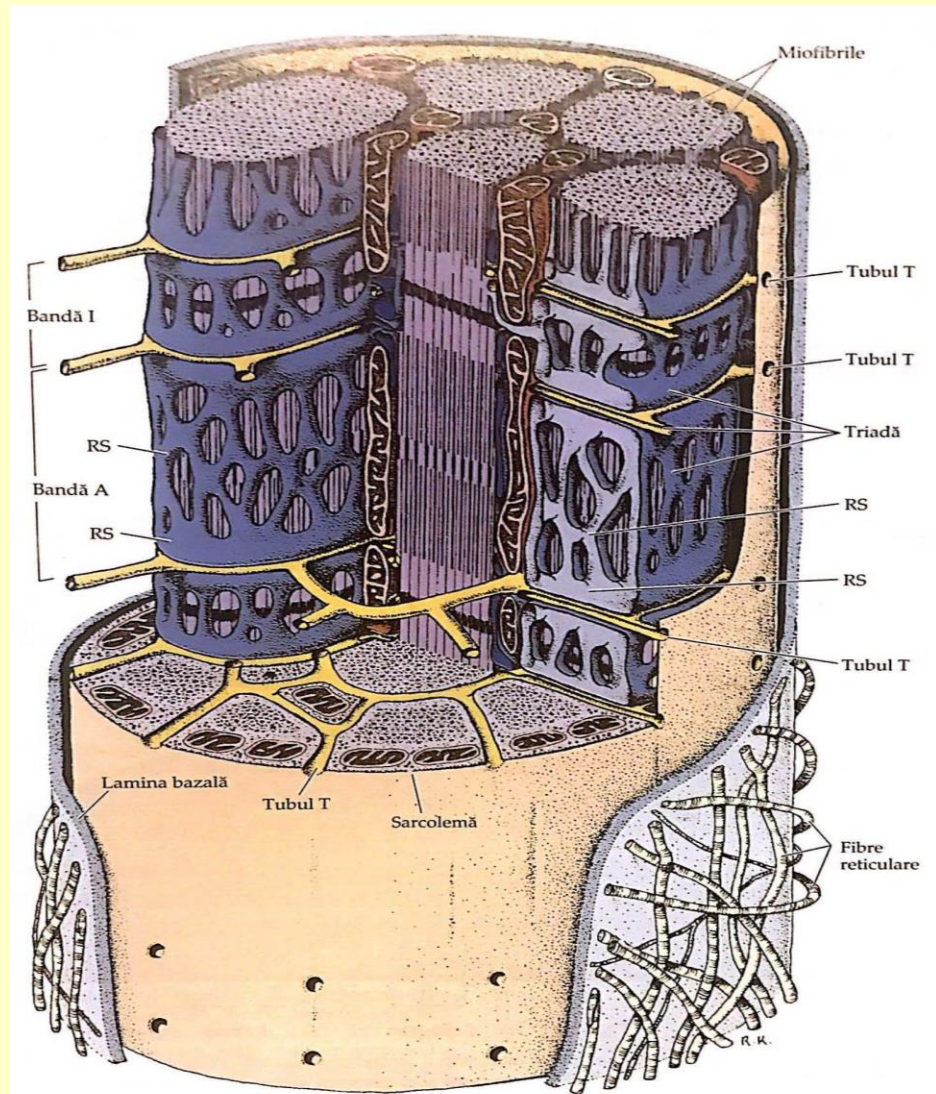


Figura 10-17. Reprezentare schematică a unui segment dintr-un mușchi scheletic de mamifer. Sarcolema și fibrilele musculare sunt parțial secționate, observându-se următoarele componente. Invaginațiile sistemului tubulilor T sunt prezente la nivelul zonelor de tranziție între discurile A și I, câte două pentru fiecare sarcomer. Acestea se asociază cu cisterne terminale ale reticulului sarcoplasmic (RS), formând triade. Între miofibrile există numeroase mitocondrii. Pe suprafața în secțiune a miofibrilelor sunt vizibile filamentele groase și cele subțiri. Sarcolema este înconjurată de lamina bazală și fibre de reticulină. (Reprodus cu permisiunea autorului, din Krstic R.V.: *Ultrastructure of the Mammalian Cell*. Springer-Verlag, 1979)

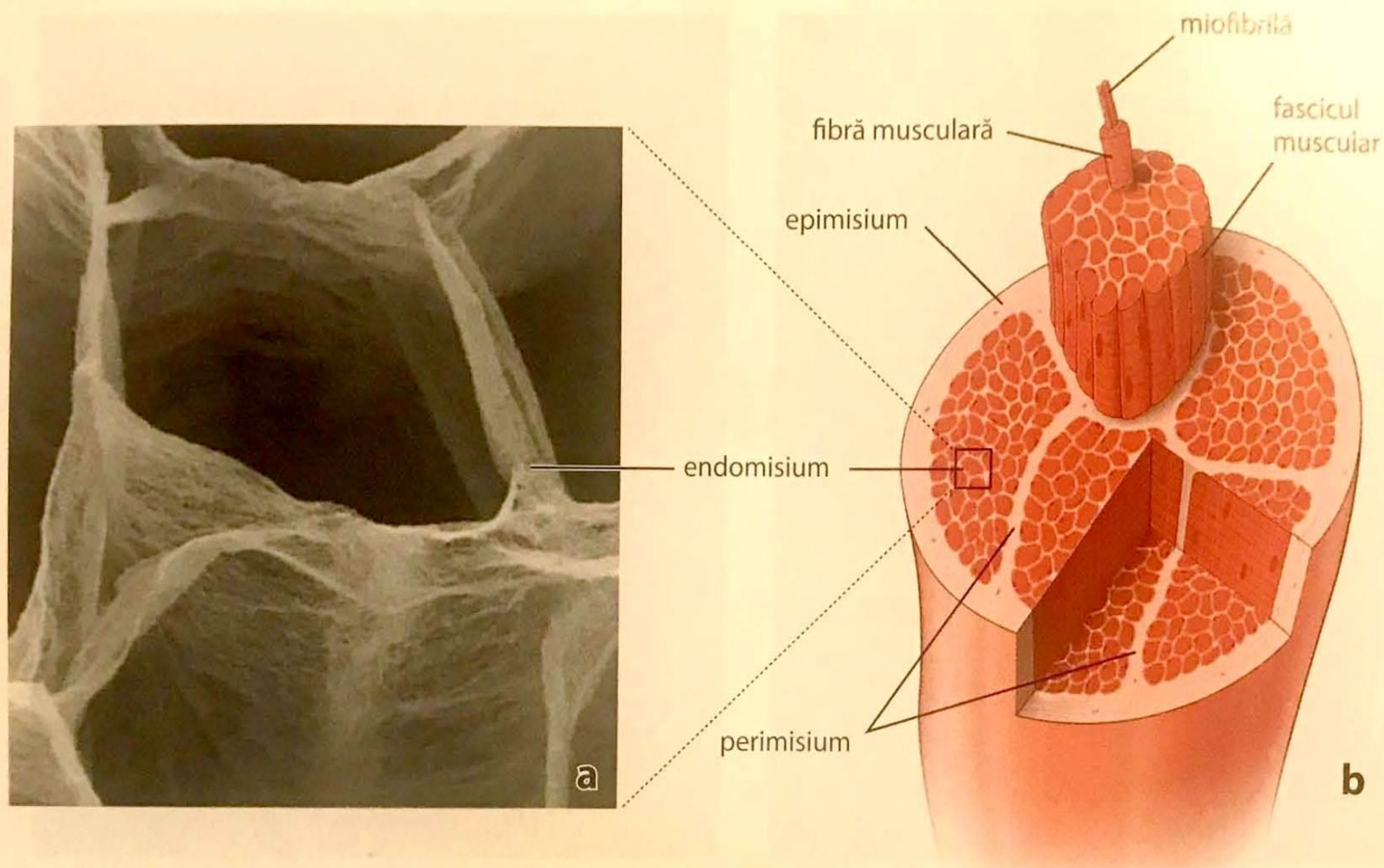
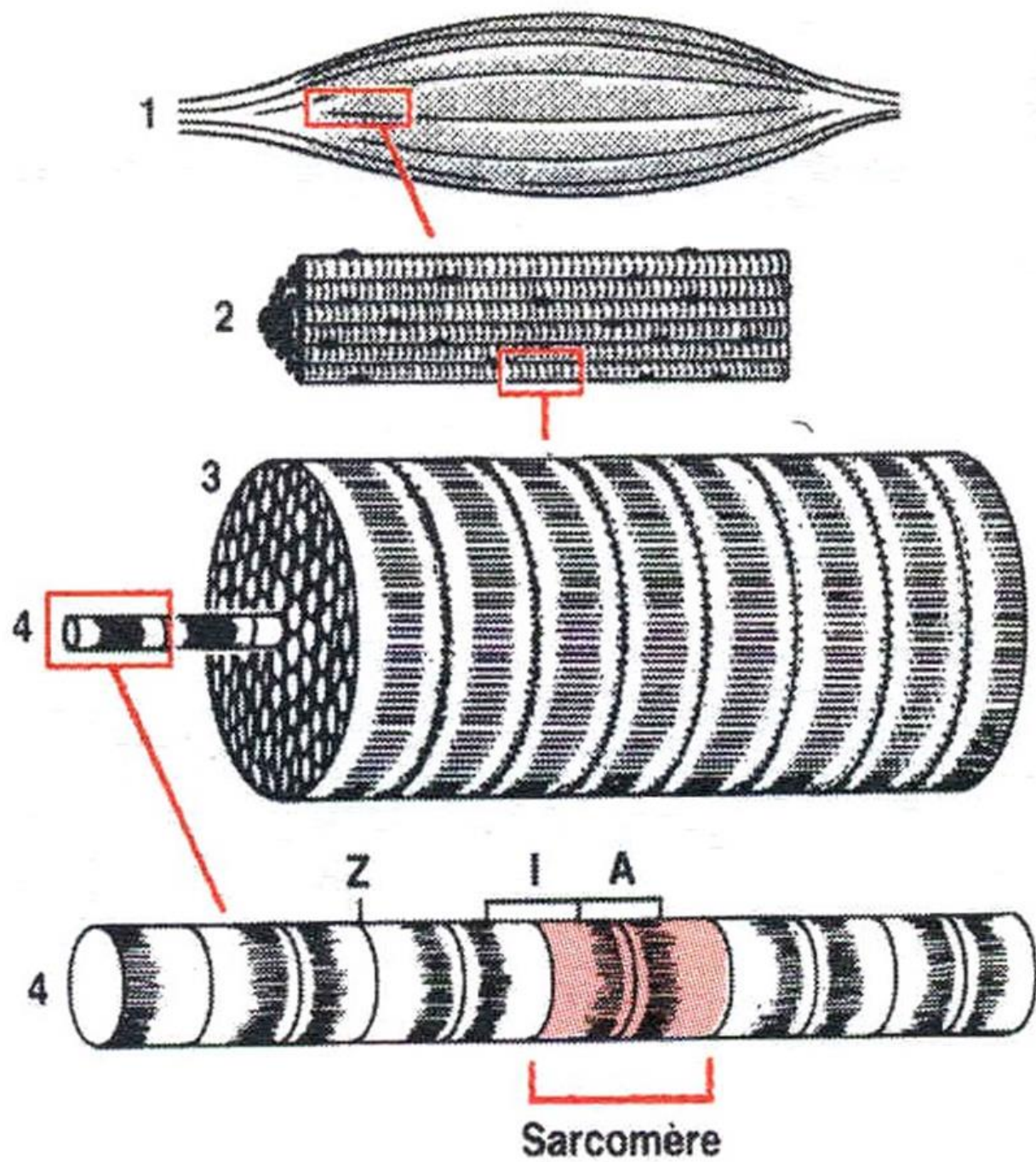
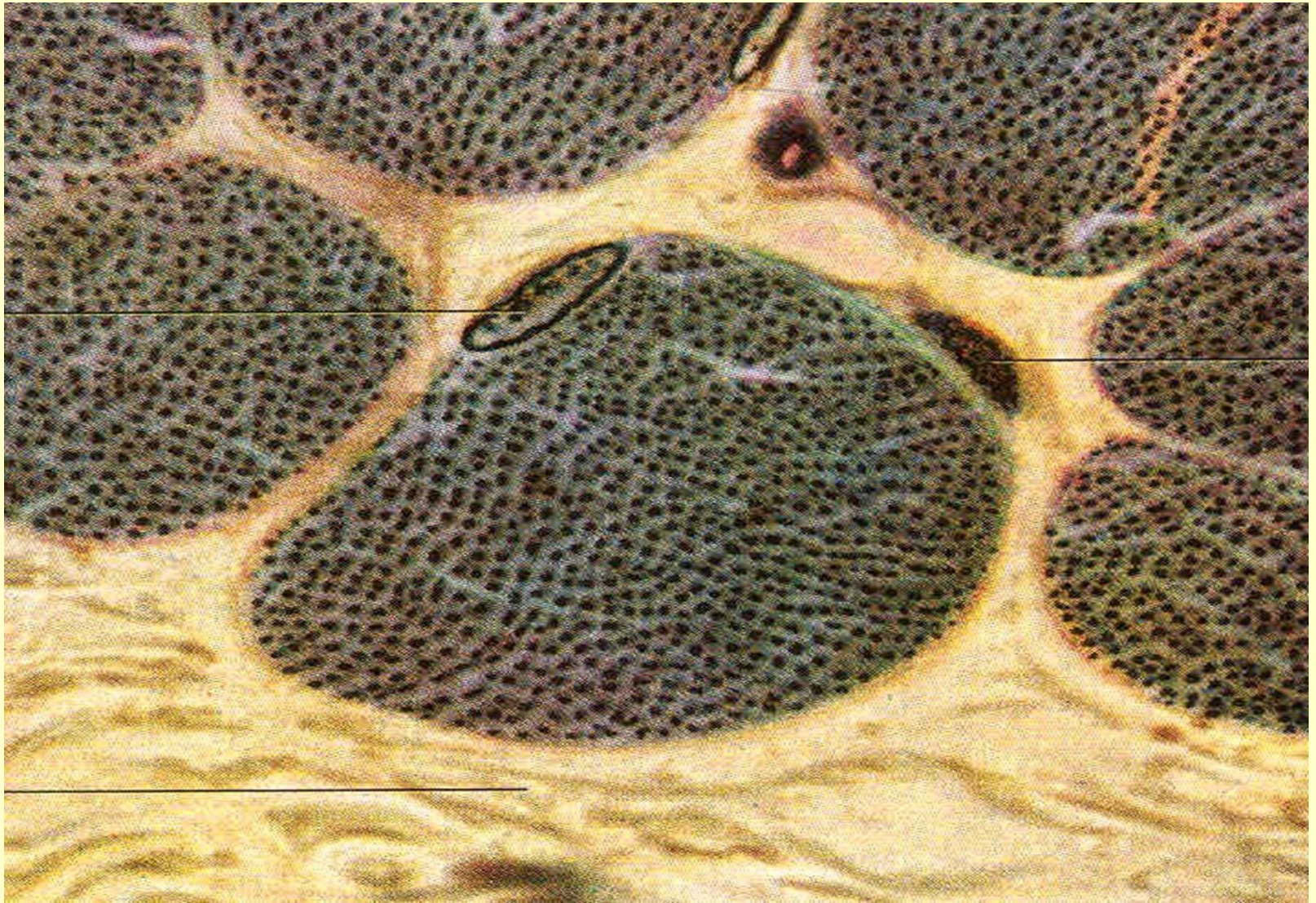


FIGURA 11.2 ▲ Organizarea generală a mușchiului scheletic. a. Această imagine de microscopie electronică de baleiaj reprezintă țesutul conjunctiv intramuscular, obținut din mușchiul semitendinos bovin, după preparare prin tehnica înghețare-fracturare. Specimenul a fost fixat de rutină pentru SEM și a fost tratat ulterior în concordanță cu metoda macerării celulare folosind hidroxid de sodiu pentru îndepărtarea celulelor musculare. Se observă structura delicată, cu aspect în fagure de miere, a endomisiumului care învelește celulele musculare individuale. 480x. (Reproducere cu permisiune după: Nishimura T, Hattori A, Takahashi K. Structural changes in intramuscular connective tissue during the fattening of Japanese black cattle: effect of marbling on beef tenderization. *J Anim Sci* 1999;77:93-104.) **b.** Această diagramă arată organizarea generală a mușchiului scheletic și relația acestuia cu țesutul conjunctiv din jur. Se observă organizarea endomisiumului care învelește celulele (fibrele) musculare individuale, perimisiumul care înconjoară fasciculele musculare și epimisiumul care înconjoară întregul mușchi.





Tesut muscular striat scheletal –sectiune transversala

Legătura mușchiului cu tendonul

Muschi (forta) relații de contiguitate și continuitate Tendonul



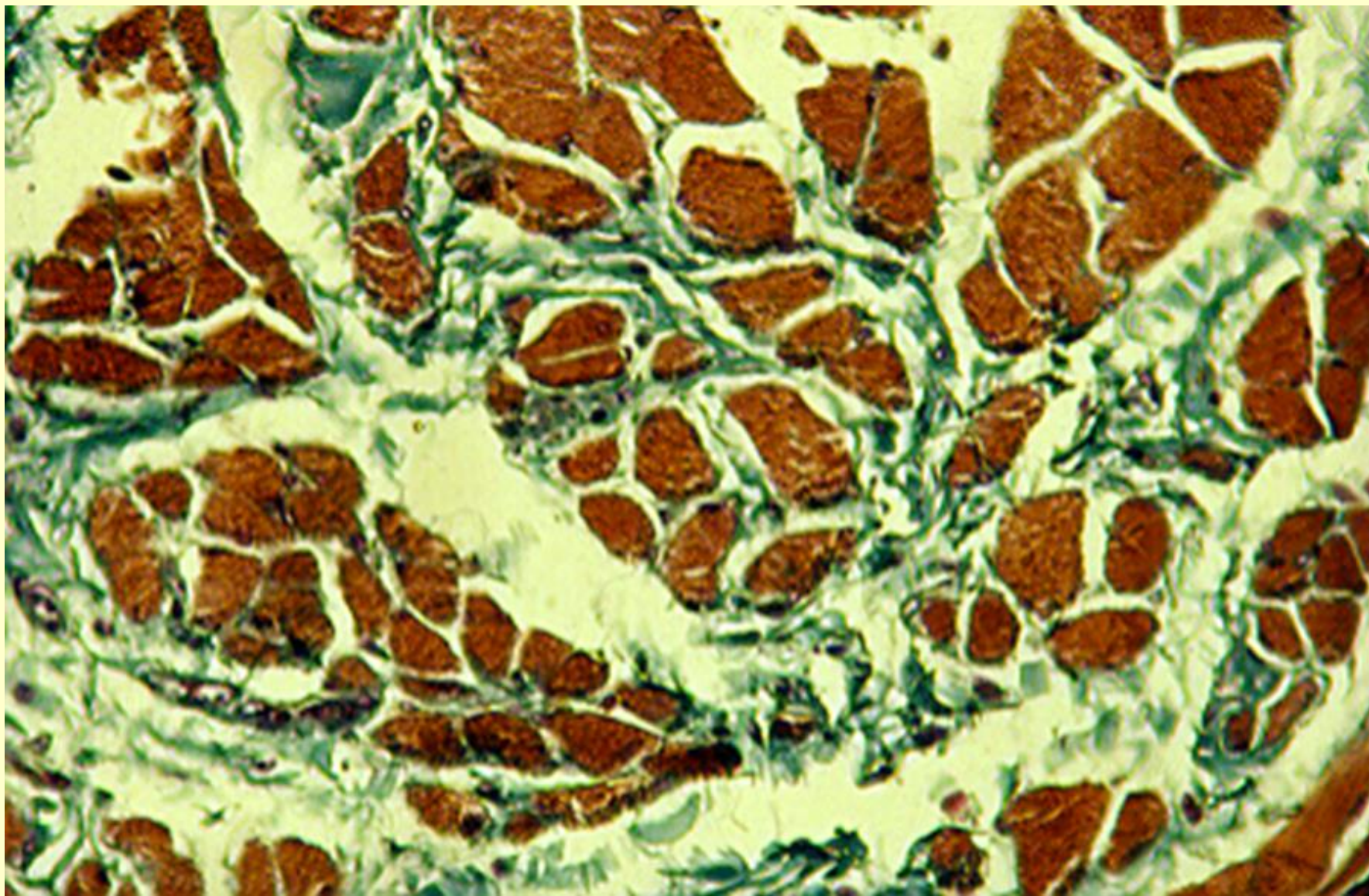
număr mare de invaginații care cresc

suprafața de contact dintre mușchi și tendon.

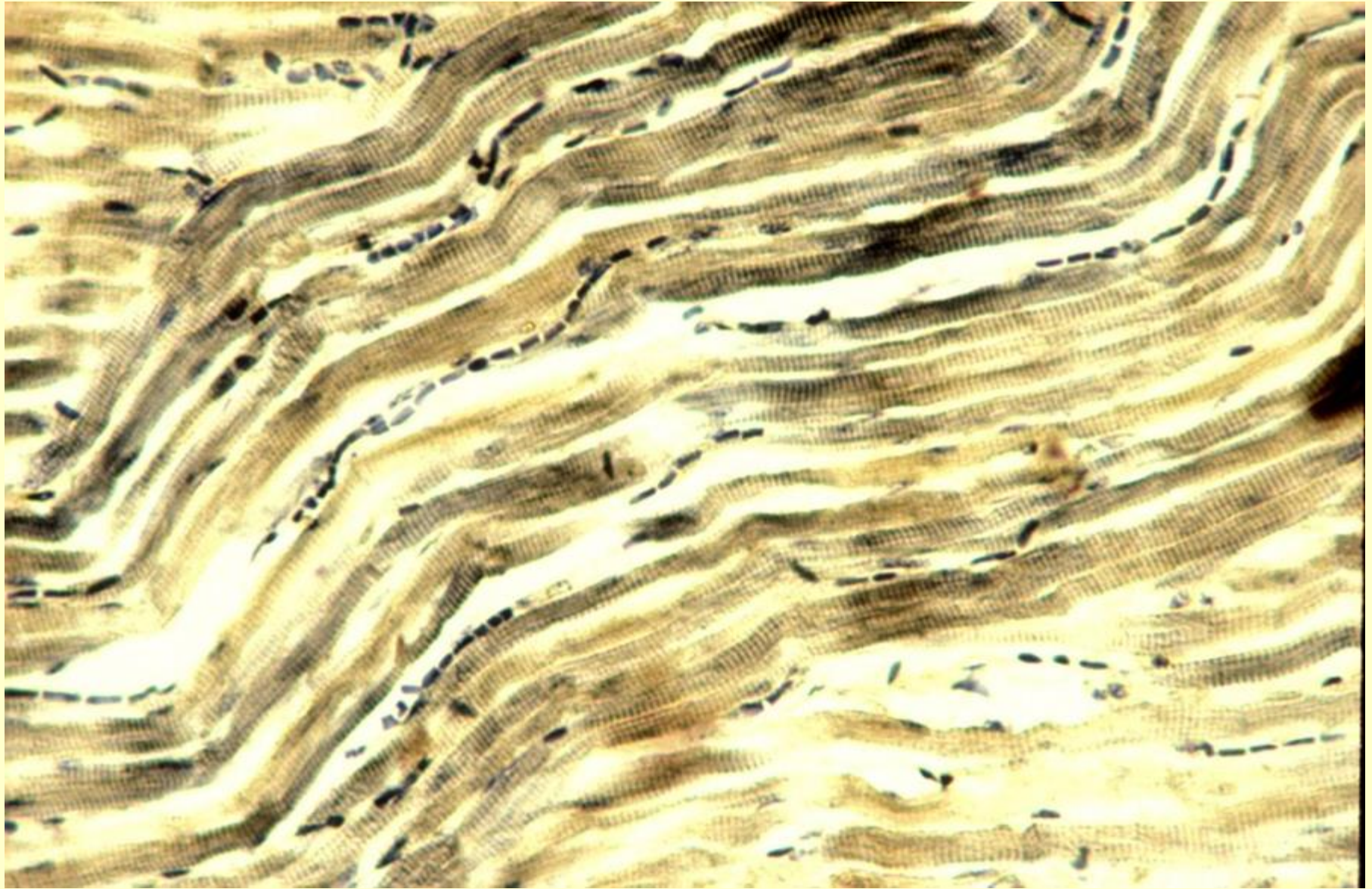
lucrul mecanic efectuat

Fibrele colagene ale tendonului se ancorează pe suprafața externă a sarcolemei, iar endomisium și perimisium intern se continuă cu peritenoniu intern.

Sarcoplasma și miofibrilele nu au decât relații de contiguitate cu structurile tendinoase, pe când sarcolema, endomisium și perimisium intern au relații de continuitate cu structurile tendinoase.



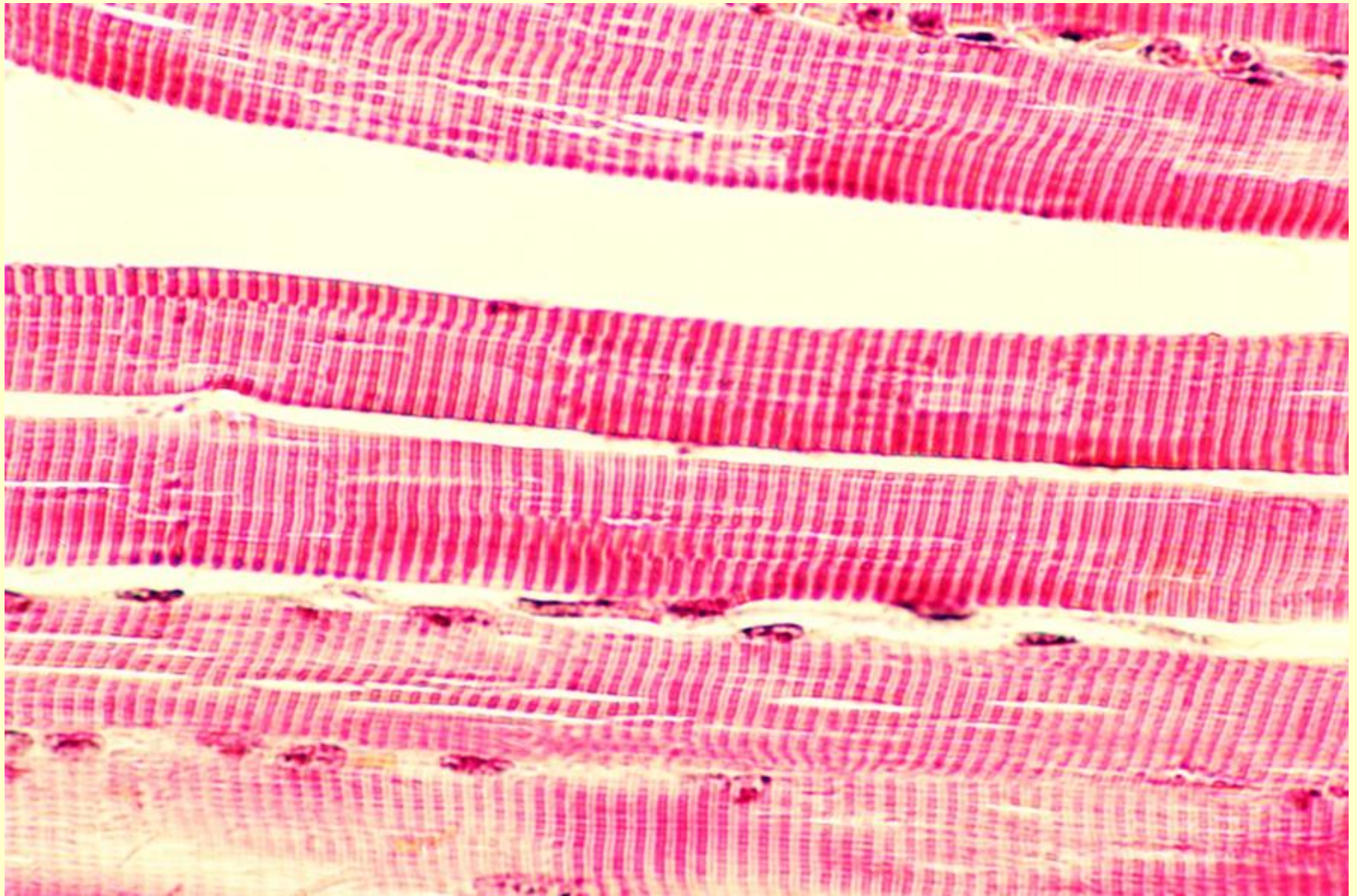
Tesut muscular striat scheletal –sectiune transversala
Coloratie Tricromic GS



*Tesut muscular striat scheletal –sectiune longitudinalala
Coloratie cu Hematoxilina ferica Heidenhain*



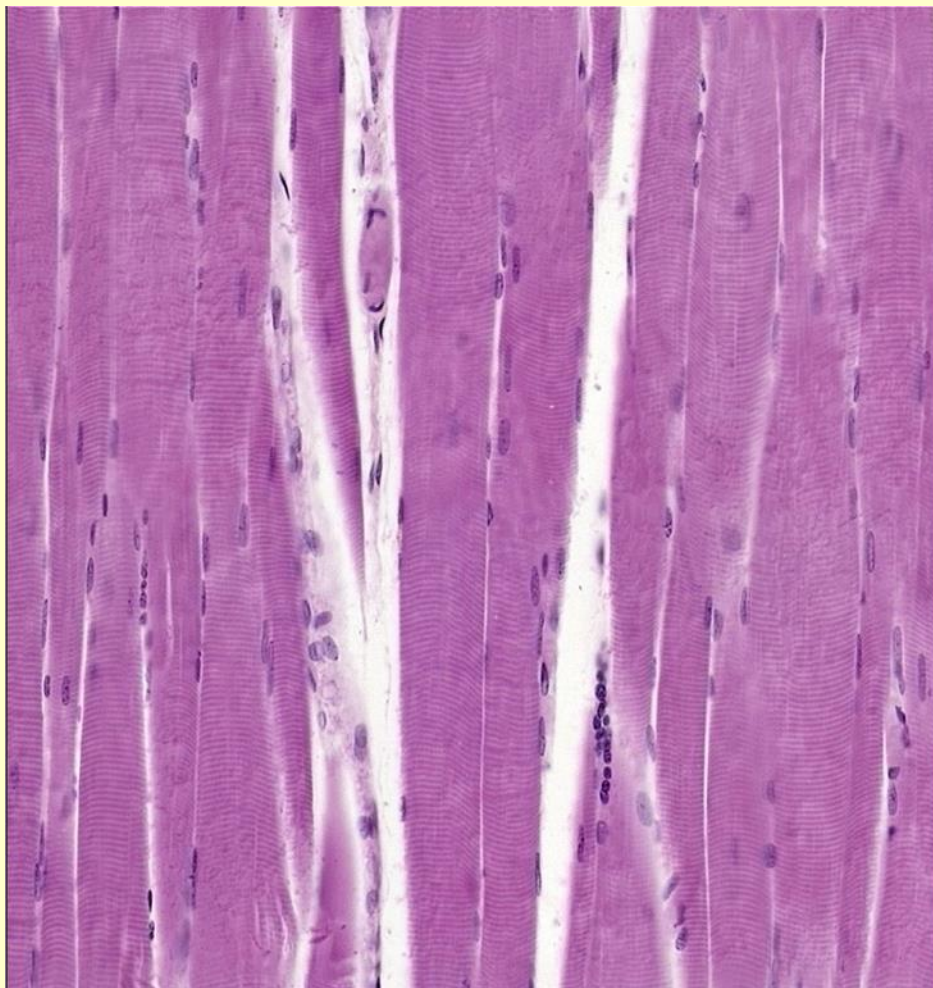
*Tesut muscular striat scheletal –sectiune longitudinalala
Coloratie cu Hematoxilina ferica Heidenhain*



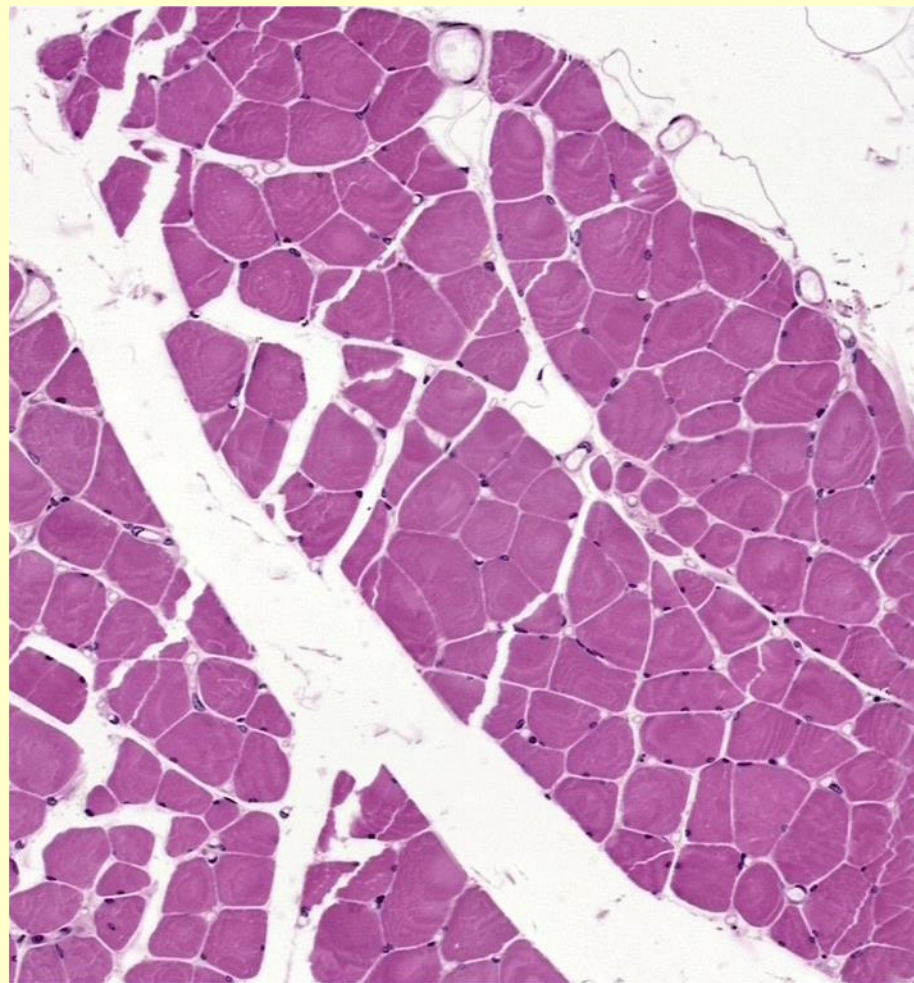
*Tesut muscular striat scheletal –sectiune longitudinalala
Coloratie Hematoxilina-Eozina*



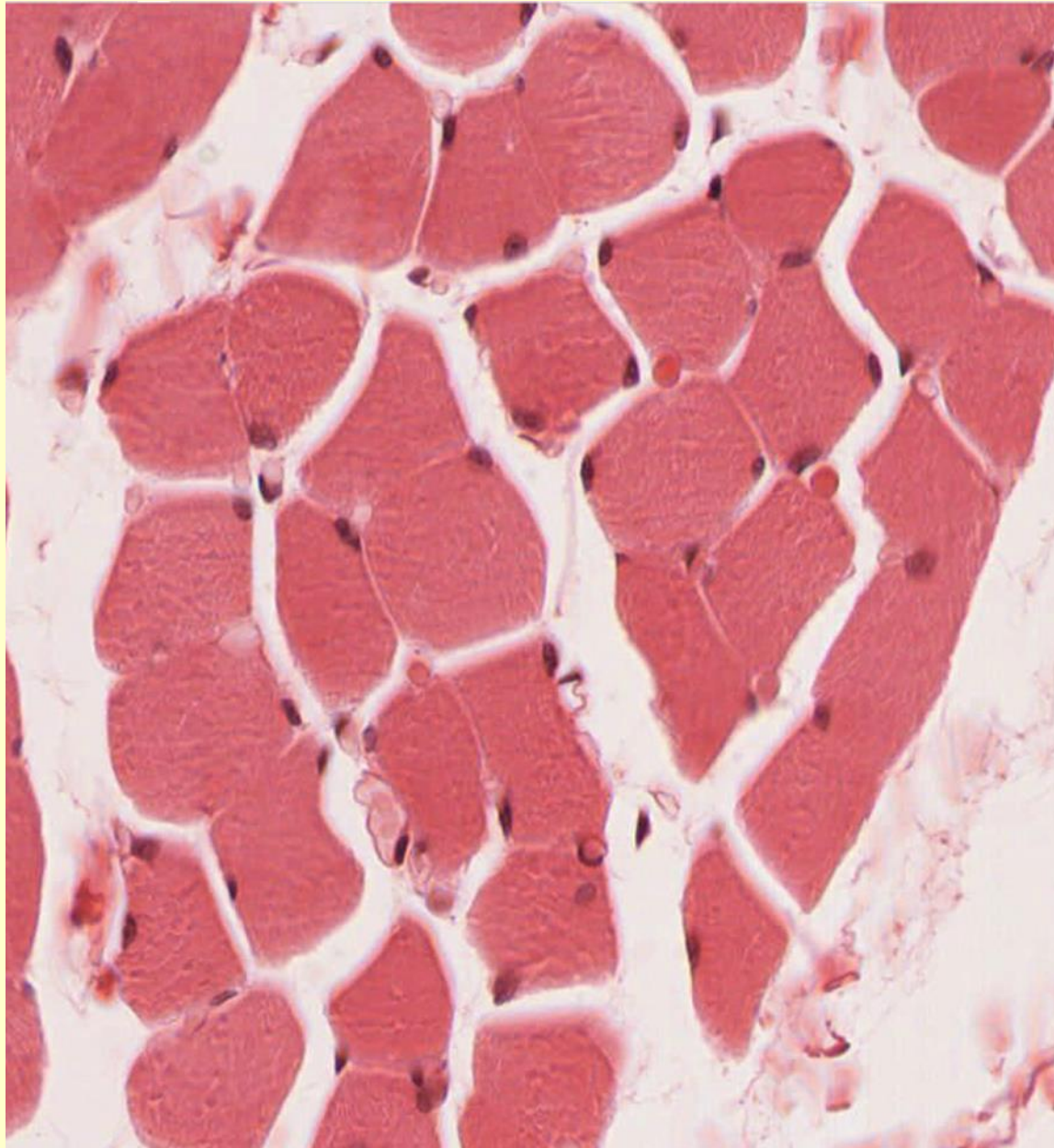
*Tesut muscular striat scheletal –sectiune longitudinalala
Coloratie Hematoxilina-Eozina*



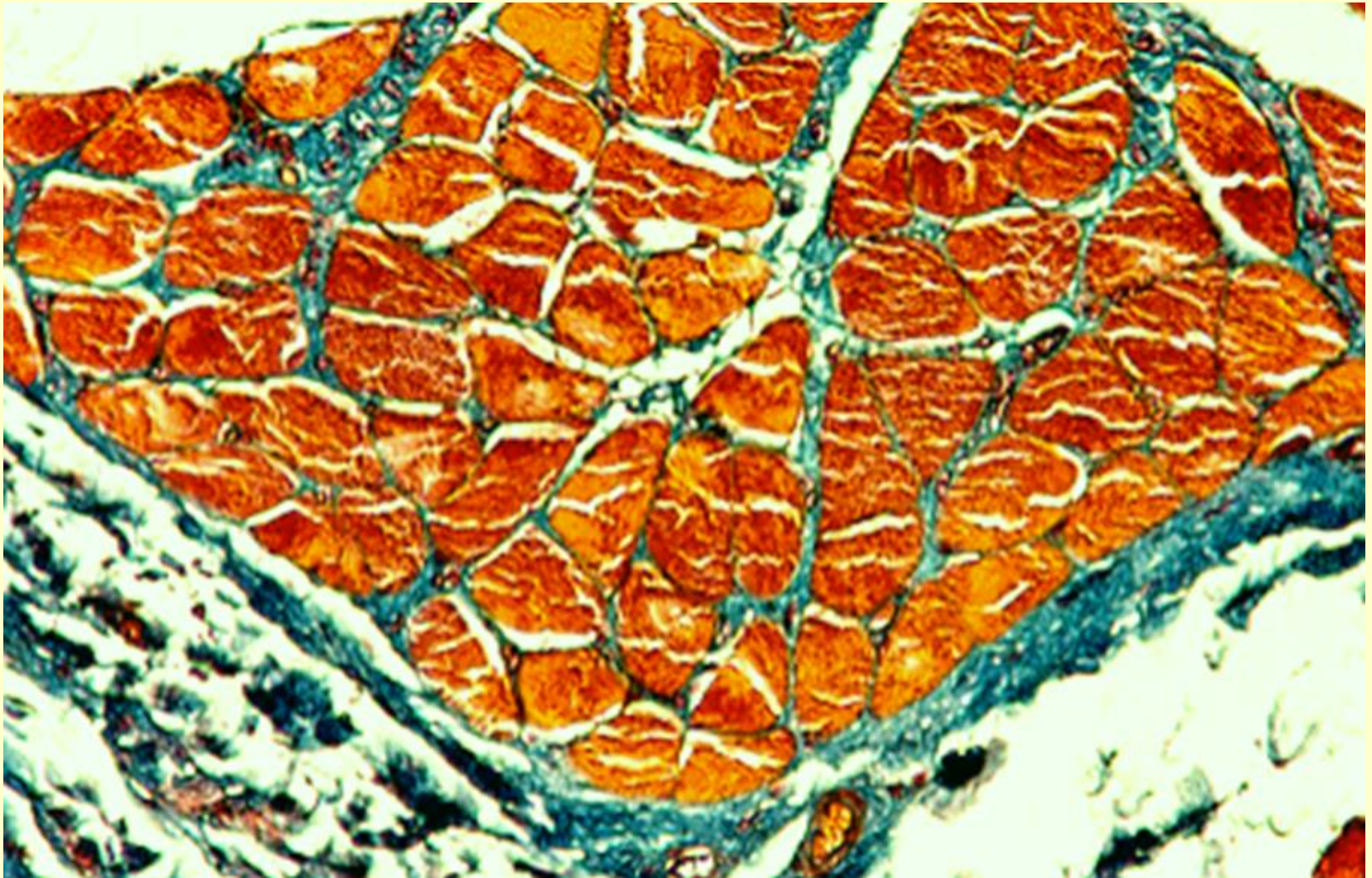
***Tesut muscular striat scheletal –sectiune longitudinalala
Coloratie Hematoxilina-Eozina***



***Tesut muscular striat scheletal –
sectiune transversala
Coloratie Hematoxilina-Eozina***



***Tesut muscular striat scheletal –sectiune trasversala
Coloratie Hematoxilina-Eozina***



Tesut muscular striat scheletal –sectiune trasversala
Coloratie Tricromic GS

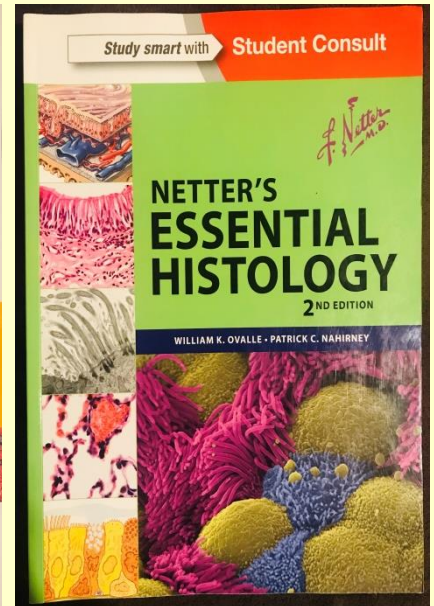
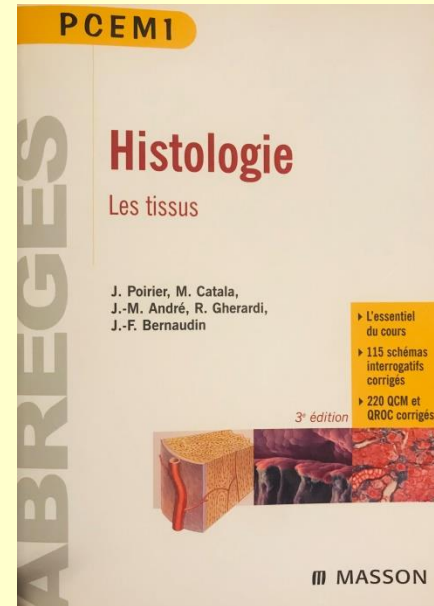
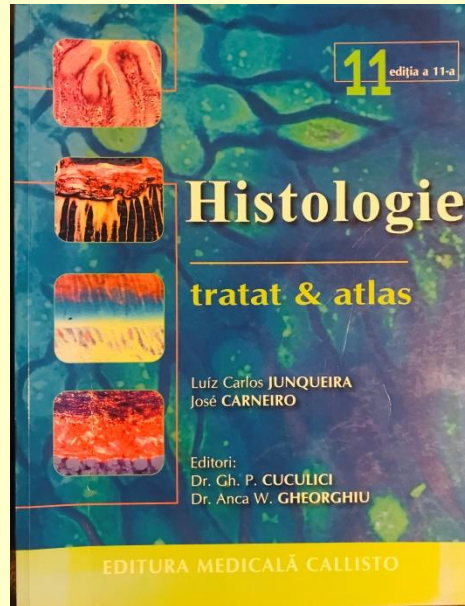
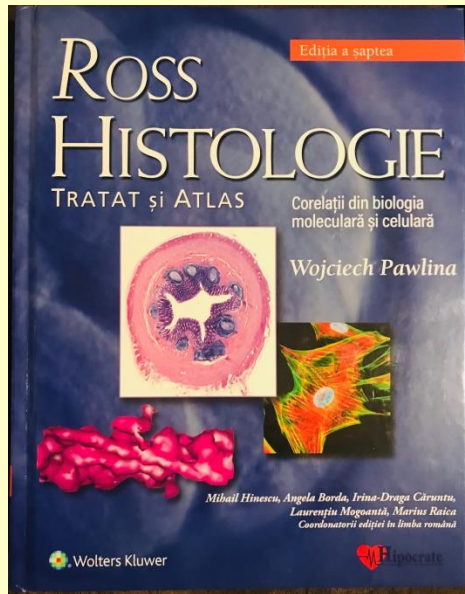
Preparate demonstrative:

- 1. Fibra musculara striata scheletala .
Coloratie Hematoxilina ferica Heidenhain;**
- 2. Tesut muscular striat scheletal. Coloratie
Hematoxilina-Eozina si Tricromic GS;**
- 3. Sarcomer. Fibra musculara striata
scheletala. Coloratie Heidenhain;**
- 4. Legatura muschi tendon;**
- 5. Endomisium. Coloratie Tricromic GS;**
- 6. Perimisium intern si extern. Tesut
muscular striat scheletal. Coloratie
Tricromic GS;**

Preparate de desenat:

- 1. Tesutul muscular striat scheletal – sectiune longitudinalala si transversala. Limba. Coloratie Hematoxilina-Eozina**
- 2. Sarcomerul –schema.**

Bibliografie



<http://86.122.148.72/virtual-histology/html/caskviewer.html>