

C4182

Biochemie II

05-Funkce bílkovin, typické příklady
A-Strukturní, fibrilární

FRVŠ 1647/2012

Obsah

- Funkce bílkovin (mimo katalytické).
- Fibrilární bílkoviny – typy fibroinu, keratinu, kolagenu.
- Signální a obranné bílkoviny, imunoglobuliny, struktura, funkce, praktické aspekty.
- Transportní bílkoviny, albumin, lipoproteiny.
- Hemoglobin, struktura, vlastnosti, typy, patologie. Syntéza porfyrinů - hemu, odbourání hemu, regulace.

Strukturní bílkoviny

- Výstavba struktur
 - Oporné struktury tkání a buněk (u rostlin vede celulosa)
 - Kostra
 - Cytoskelet
 - Nitro- i mimobuněčný materiál (vazivo)
- Kontraktilní – pohyb, změna tvaru
- Fibrilární
 - Většina – typická funkce
 - Nerozpustné – výrazná vlastnost
- Globulární
 - Menšina – aktin
 - Přejchod globulární – fibrilární (fibrinogen – fibrin)

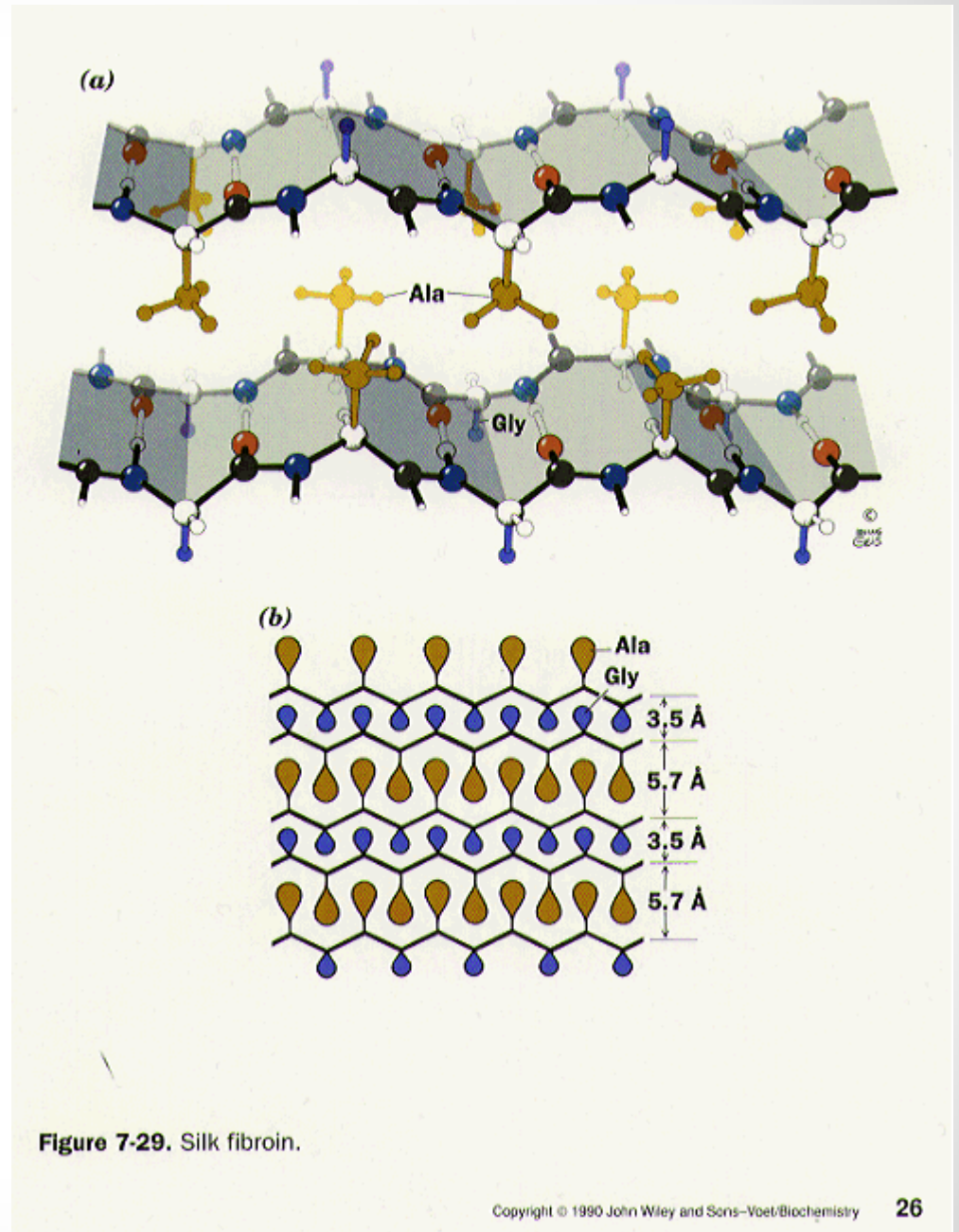
Fibrilární bílkoviny

- Vlákniťatá struktura, skleroproteiny
- RTG analýza
 - Charakteristické rysy
 - Periodické opakování typických skupin
 - Periody identity – klasifikační znak – vzdálenosti sousedních skupin
- Rozdělení podle hodnot period
 - Skupina fibroinu z hedvábí a β -keratinu s periodou identity 0,65 – 0,70 nm
 - Skupina α -keratinu, myosinu a fibrinogenu s periodou identity 0,51 – 0,54 nm
 - Skupina kolagenu s periodou identity 0,28 – 0,29 nm

Skupina fibroinu z hedvábí a β -keratinu

- Struktura skládaného listu
- Jsou podstatou hedvábných a pavoučích vláken (fibroin)
- Stejnou strukturu má i natažený lidský vlas (β -keratin), který dává rovněž charakteristický RTG diagram.
- Pro fibroin jsou to antiparalelní, u β -keratinu paralelní struktura.

- Fibroin z hedvábí
- antiparalelní β -struktura

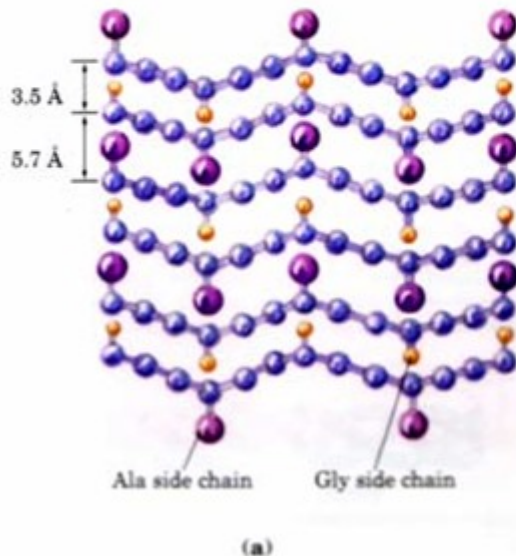


• Struktura fibroinu

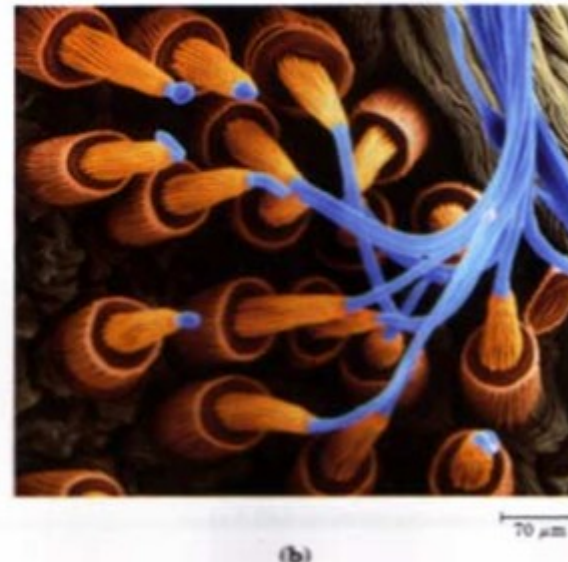
- a) antiparalelní β -skládaný list s vysokým obsahem Gly a Ala umožňuje těsné nahloučení listů
- b) fibroinová vlákna tvořící pavučinu.

figure 6-14

Structure of silk. The fibers used to make silk cloth or a spider web are made up of the protein fibroin. **(a)** Fibroin consists of layers of antiparallel β sheets rich in Ala (purple) and Gly (yellow) residues. The small side chains interdigitate and allow close packing of each layered sheet, as shown in this side view. **(b)** Strands of fibroin (blue) emerge from the spinnerets of a spider in this colorized electron micrograph.



SOURCE: Nelson, D.L. and Cox, M.M. 2003. *Lehninger Principles of Biochemistry*, 3rd ed. Worth Publishers, New York, NY. p. 174



α -keratin

- Základem struktury je pravotočivá α -šroubovice, která se postupně stáčí do superšroubovic o 2-3 podjednotkách. Ty se pak opět skládají do protofibril (2 x superhelix) a mikrofibril tvořených 9+2 protofibrilami. Struktura je stabilisována meziřetězcovými v. d. Waalsovými silami a disulfidovými můstky.
- Lidské vlasy, kůže a nehty, ovčí vlna, žíně apod.

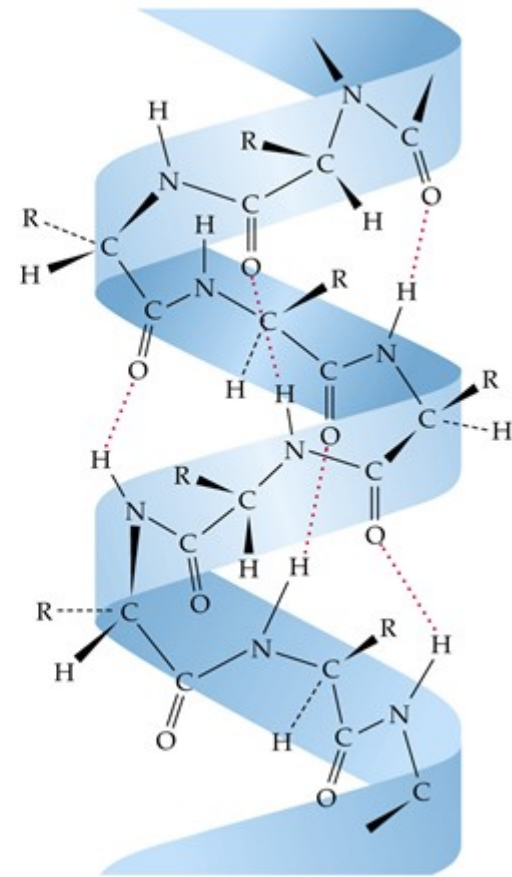
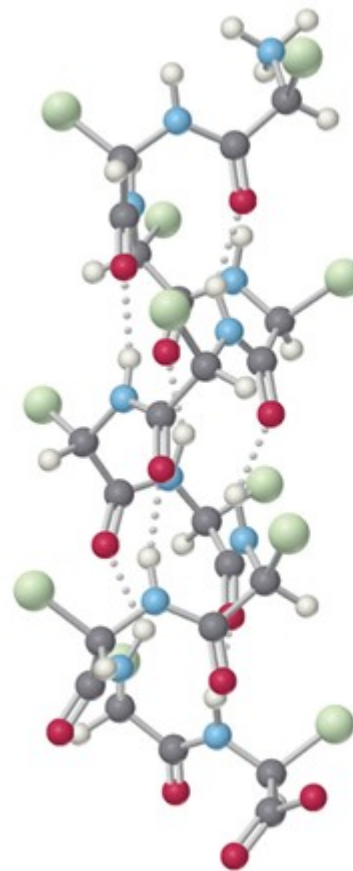
Struktura α -keratinu – lidský vlas



α -keratin

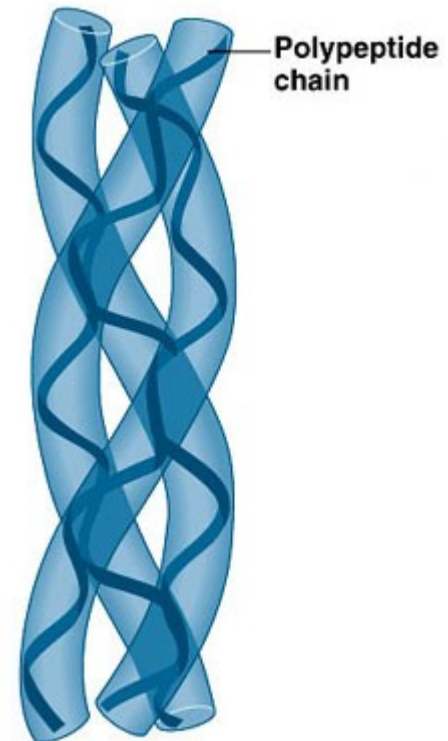
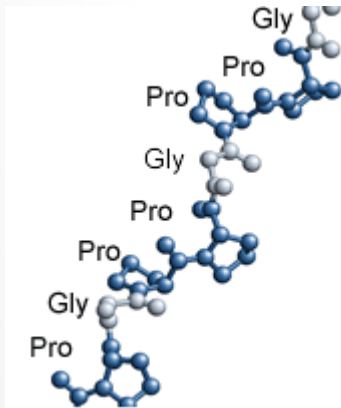
- **Struktura α -fibroinu**
základní jednotka
pravotočivé
 α -šroubovice

- Vlasy se ve vlhkém stavu dají natáhnout až dvojnásobně, přitom přechází struktura šroubovice na skládaný list. Jev je využíván ve vlasových vlhkoměrech (a kadeřnictví).



Skupina kolagenu

- Základní stavební jednotkou je levotočivá šroubovice - **prokolagen**
 - Zbytky R jednotlivých aminokyselin směřují dovnitř řetězce.
 - Je tvořena z 2/3 glycinem a prolinem, jejichž málo objemné zbytky lze směstnat do takové struktury.

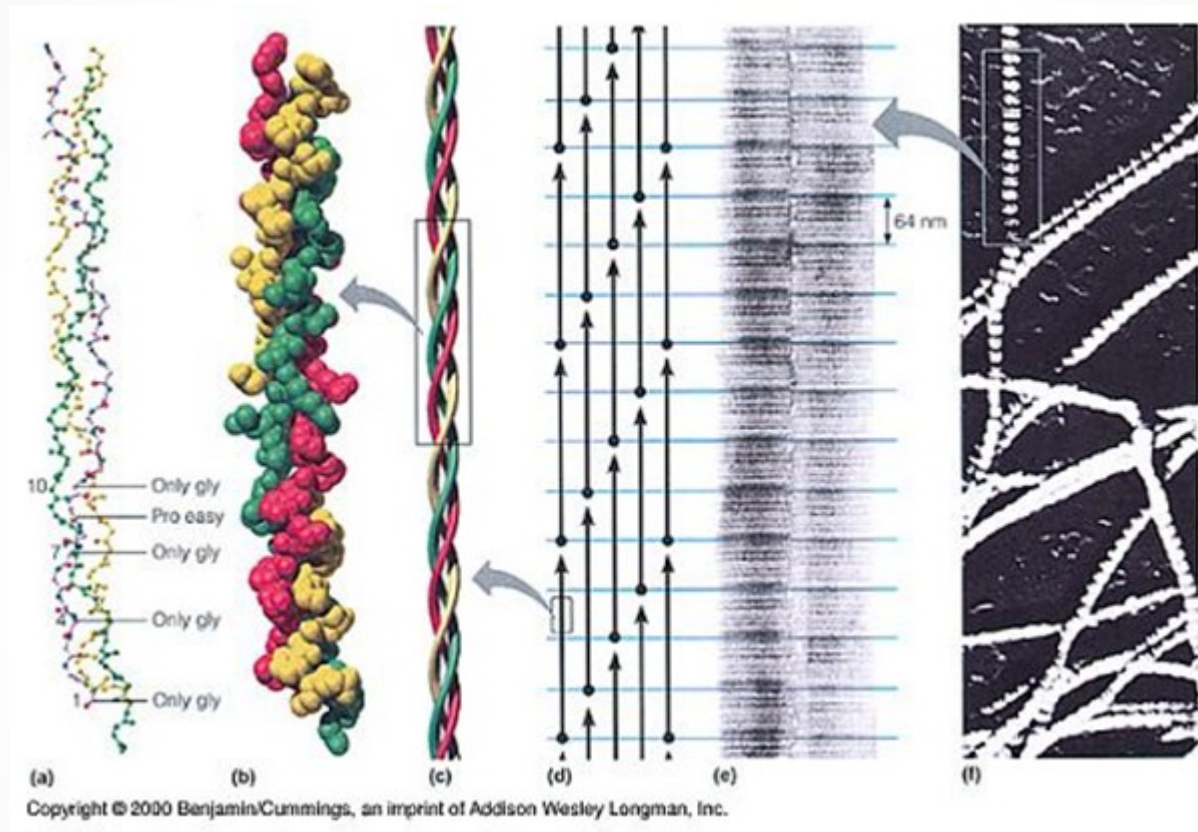


(a) Collagen

Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin

- Prokolagen a trimer tropokolagen

Skupina kolagenu



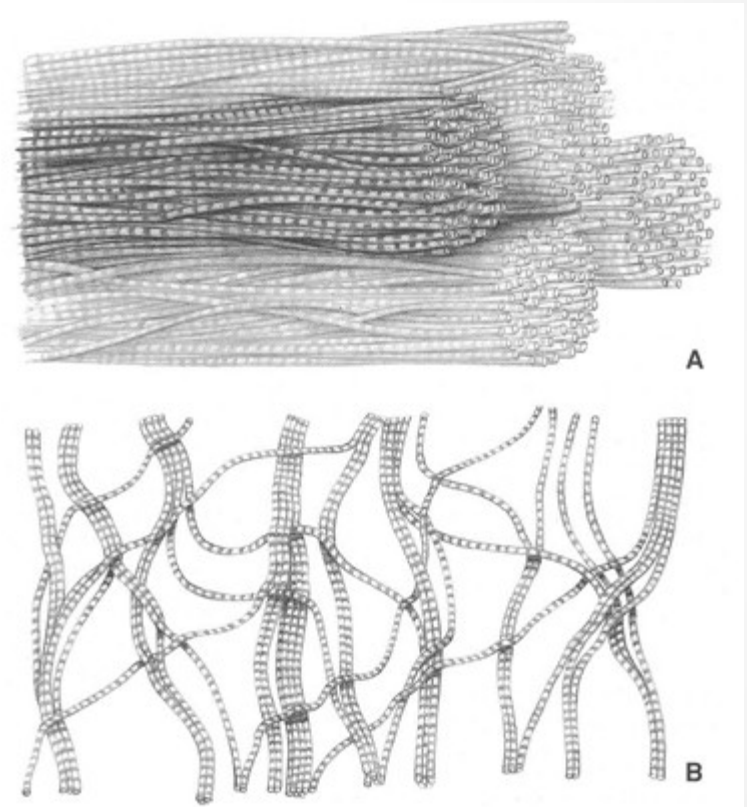
- *Struktura kolagenu, a – c tropokolagen, d – vlákno - mikrofibrila, e – příčně pruhovaná struktura, f – obraz kolagenových vláken pojiva*

Struktura kolagenu

- Tři levotočivé šroubovice jsou stočeny vzájemně pravotočivě do trimeru zvaného tropokolagen ($M_r = 360\,000$, délka 300 nm). Jeho vlákna jsou pak stáčena po způsobu lana tak, že jednotlivá vlákna tropokolagenu přesahují o $\frac{1}{4}$ sousední. Překryvy vláken tropokolagenu a nahloučení kyselých a basických zbytků jsou příčinou pruhování struktury viditelného v elektronovém mikroskopu. Vzniká tak mechanicky velmi odolná mikrofibrila, jejíž struktura je dále stabilisována příčnými vazbami lysinu a jeho derivátů (žádné disulfidové můstky). Jejich počet s věkem vzrůstá a struktura se stává tužší a méně pružnou. Ještě lepších mechanických vlastností struktury se dosahuje kombinací vláken kolagenu a polysacharidu (viz dále).
- Charakteristickým znakem struktury kolagenu je modifikace Pro a Lys zbytků, tvorba hydroxyprolinu, hydroxylysinu a allysinu, poslední umožňuje síťování reakcí s Lys, rovněž tak reakce Lys a Glu (charakteristickými reakcemi jsou tvorba amidu, Schiffova, Mannichova, Canizzarova reakce a další).

Struktura kolagenu

- Typy kolagenu
 - Ca 27 typů
 - Typ I ca 90%
 - Variace struktury, výskyt
- Strukturní materiál
 - 25–30 % všech bílkovin
 - Mezibuněčný materiál, vazivo
 - Šlachy, kosti
 - Kůže (hojení ran)



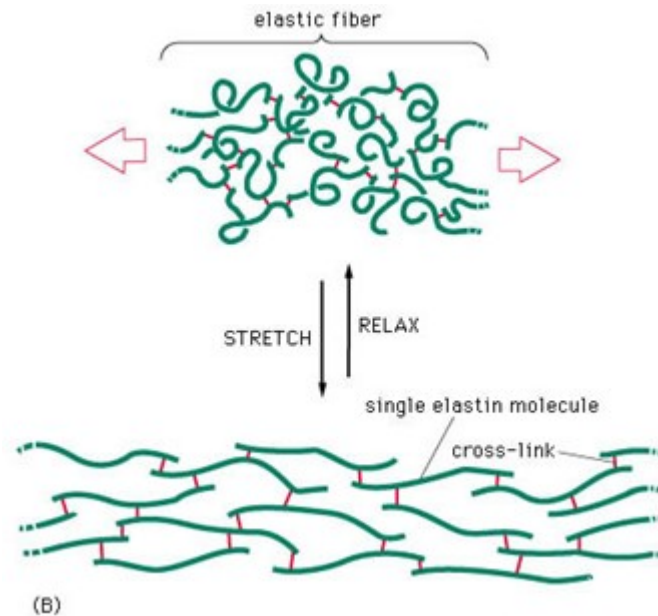
Vlákna kolagenu

Elastin

- Vlákna bohatá na alifatické AK, Pro a Lys
- Výrazné síťování
 - Šroubovice méně uspořádána než u kolagenu
 - volné zohýbané úseky spojeny příčnými vazbami
 - výsledné mechanické vlastnosti připomínají pryž
 - Tvoří podstatnou část materiálu kůže, cév, plicních sklípků apod. tkání
 - Hydrolýzou peptidových vazeb získáváme směs aminokyselin, obsahující neobvyklé deriváty vzniklé síťovacími reakcemi, např **desmosin**.

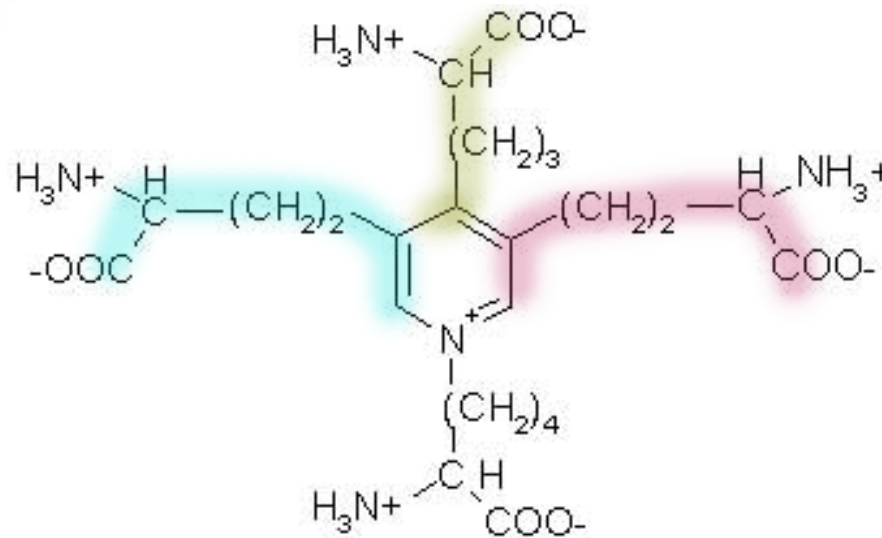
Elastin

- Schema struktury pojivové tkáně obsahující elastin



- Stárnutím – oxidací
 - více příčných vazeb
 - Ztráta pružnosti

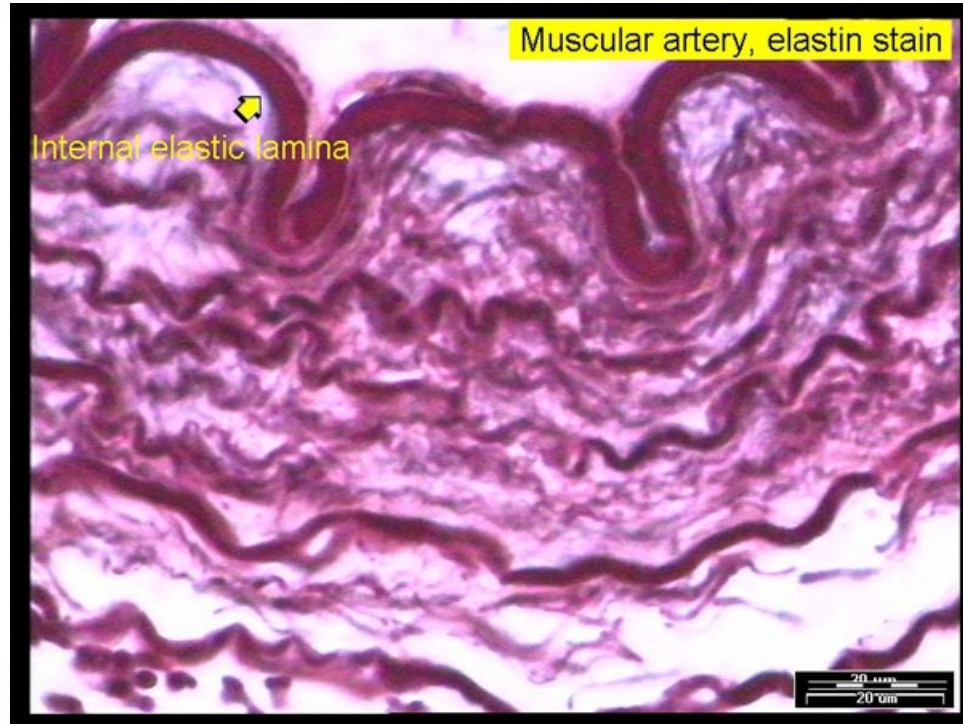
Elastin



- *Struktura desmosinu*

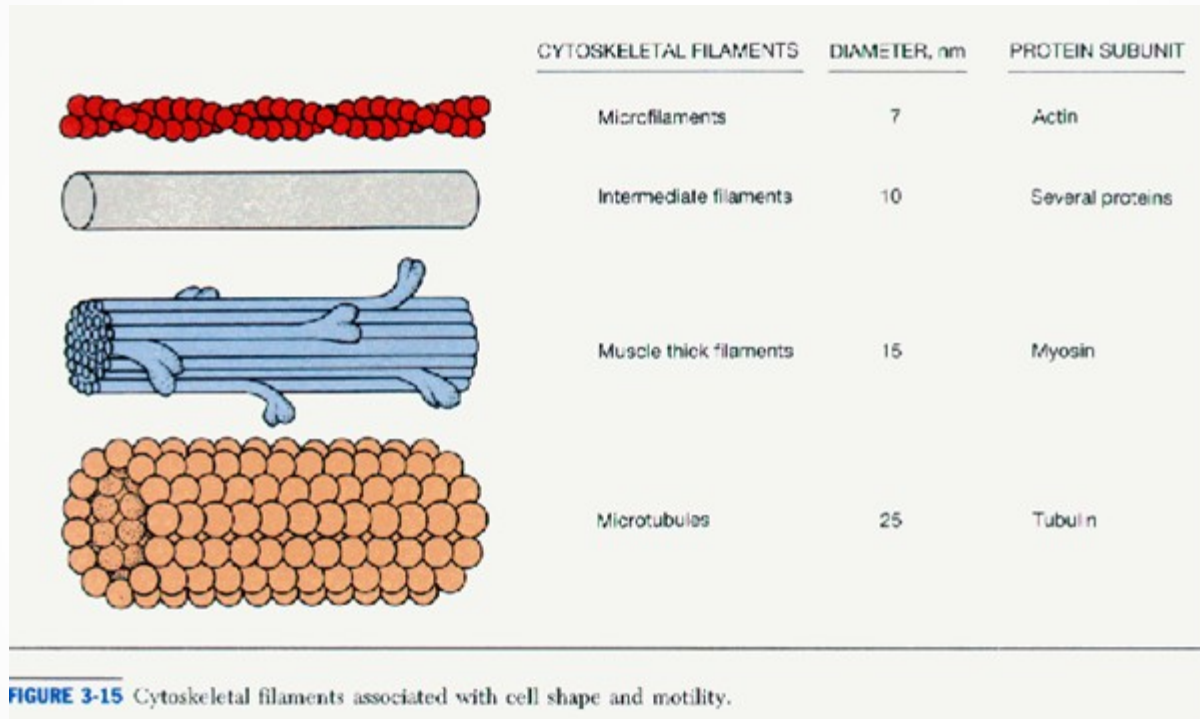
- Výsledek příčného síťování vláken elastinu za účasti 4 lisylových zbytků.

Elastin



- Mikrofotografie elastinu ve svalové tepně

Strukturní bílkoviny cytoskeletu



- Příklady – fibrilární i globulární (agregace do vláken)