Kosmetika a kosmetologie

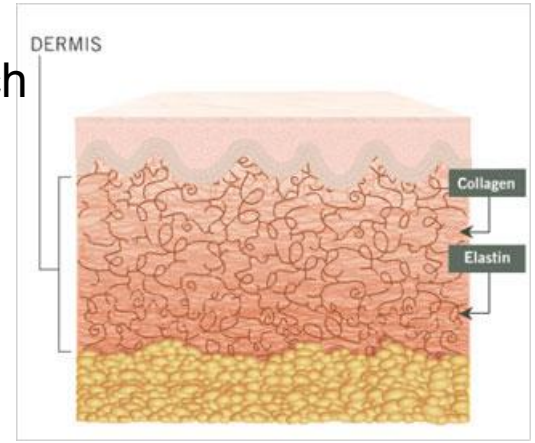
Přednáška 4 – Kůže jako předmět kosmetické péče II

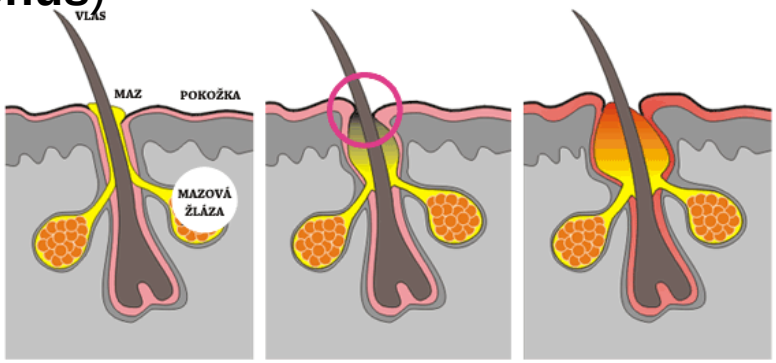
Přednáška byla připravena v rámci projektu Evropského sociálního fondu, operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost s názvem „Zvyšování exkluzivity výuky technologie tuků, kosmetiky a detergentů“, reg. č. CZ.1.07/2.2.00/28.0132.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Dermis (Škára)

- střední část kůže
- tvořena vazivovými vlákny mezi kterými jsou rozptýleny buňky
- pleteně krevních cév, nervové pleteně včetně nervových zakončení
- **mazové a potní žlázy**
- **vlasové folikuly**
- v dolní části i tukové buňky
- (turgor)
- tloušťka 0,6 – 3 mm
  - s věkem se tloušťka snižuje a zároveň se vrstva vysušuje → nevratná změna vzhledu kůže
- zodpovídá ze pevnost a pružnost kůže (**tonus**)
- zodpovídá za napětí kůže (**turgor**)

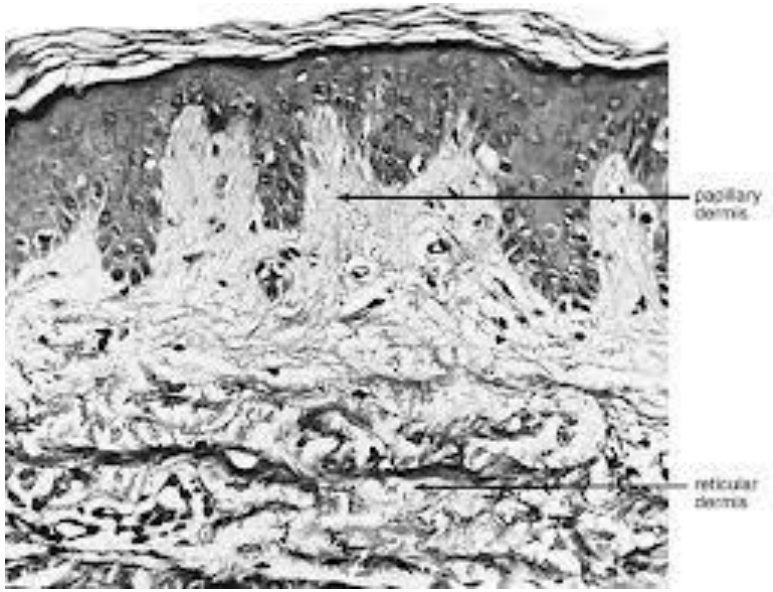




evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Dermis

- v příčném řezu 2 vrstvy:
- **horní vrstva – papilární**
  - charakteristická jemnějšími kolagenními vlákny
  - větší počet buněk a cév
  - spojení mezi dermis a epidermis prostřednictvím papil a čepů
  - papily – výběžky směrem nahoru
  - čepy – opačná orientace výběžků
  - výběžky zvětšují celkovou plochu rozhraní a zajišťují pevnost spojení
- **spodní vrstva – retikulární**
  - sousedí s hypodermis



esf evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Kolagen

- hlavní strukturní bílkovina *dermis* (70 – 80%)
- pevný vláknitý protein
- hlavní komponenta pojivových tkání živočichů (šlachy, chrupavky, kosti, zuby, kůže, cévy)
- kolagenní vlákna se vyznačují **vysokou pevností v tahu**

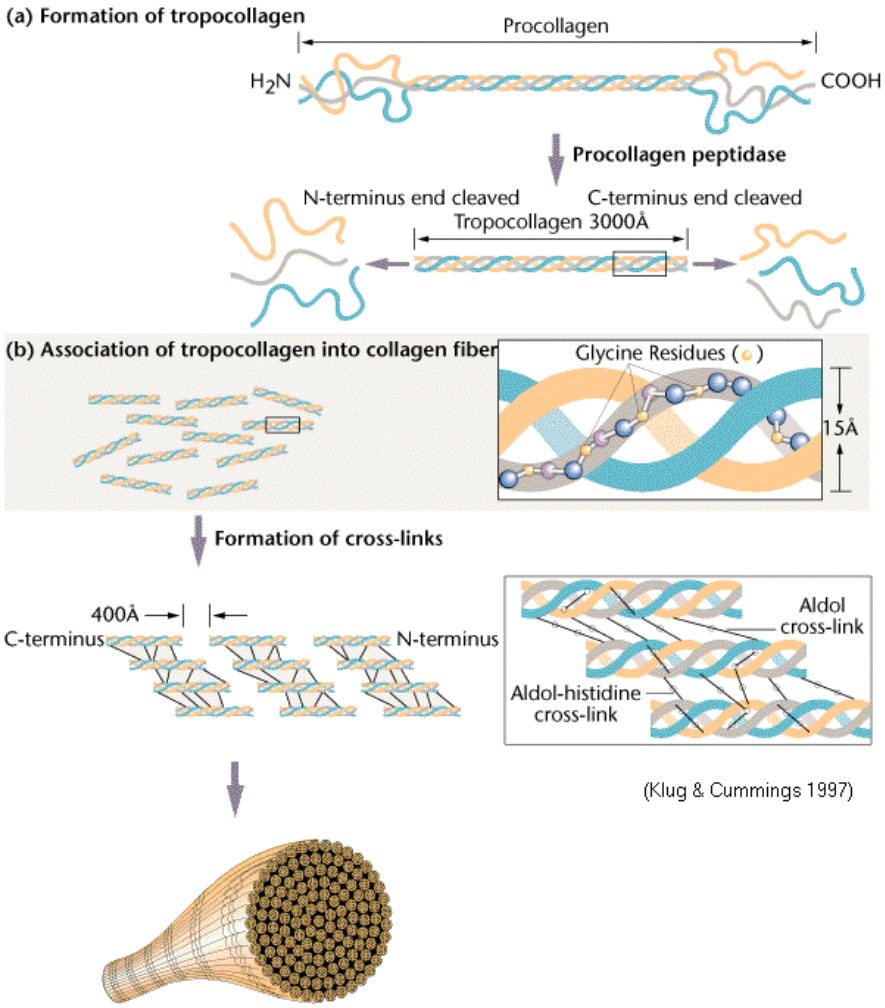
- kolagen je syntetizován ve **fibroblastech**

- při proteosyntéze na ribozomech fibroblastů vzniká prekurzor kolagenu tzv. **prokolagen**
- z prokolagenu vzniká **tropokolagen** – základní strukturní jednotka kolagenu

- vznik tropokolagenu je extracelulární – odštěpení C- a N-terminálních konců

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vznik tropokolagenu

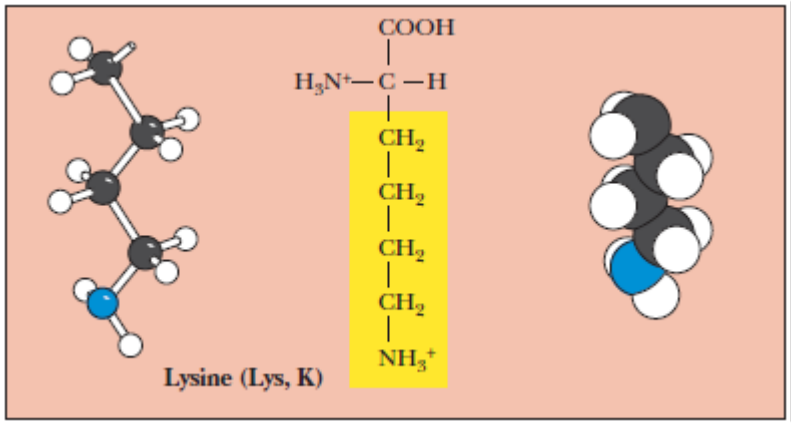


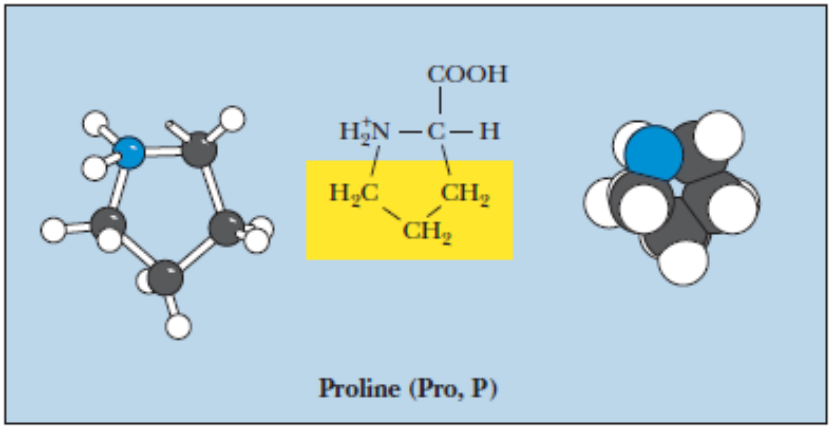
(Klug & Cummings 1997)

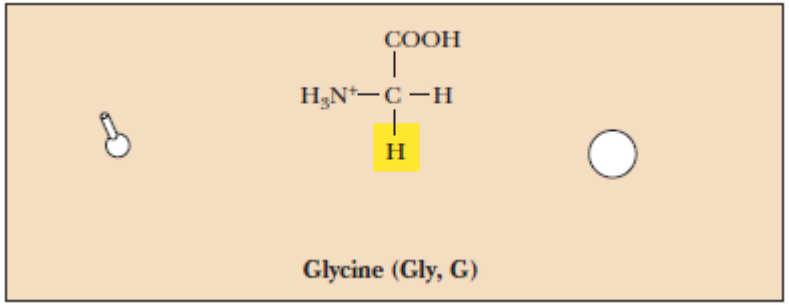
Kolagen

- **tropokolagen**
  - molekulová hmotnost cca 30 kDa
  - tvořen třemi polypeptidovými řetězci (každý cca 1000 amk) – každý řetězec je levotočivá šroubovice
  - délka 30 nm, průměr 1,4 nm
  - unikátní zastoupení aminokyselin
    - glycin, prolin, lyzin
    - 3 modifikované amk: 4-hydroxyprolin, 3-hydroxyprolin, 5-hydroxylyzin
  - při syntéze tropokolagenu z prokolagenu - důležitá role aminokyselin prolinu a lyzinu
  - zbytky těchto amk v řetězci jsou za přítomnosti specifických enzymů (**prolylhydroxyláza, lyzinhydroxyláza**) hydroxylovány na příslušné hydroxykyseliny → tropokolagen
  - díky vysokému obsahu glycinu, lyzinu, prolinu a hydroxyprolinu není kolagen tvořen z tradičních sekundárních struktur (α-helix, β-list)
  - ovíjení 3 polypeptidových řetězců → **triple helix –** stabilizace vodíkovými vazbami mezi řetězci (umožněno tím, že každá 3. amk je glycin)
  - **schopnost agregace do fibril**

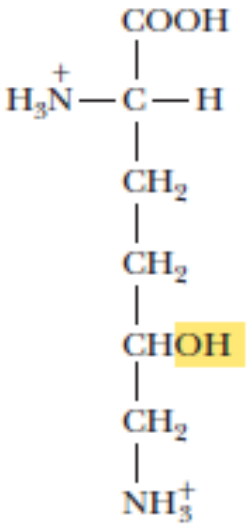
Aminokyseliny kolagenu



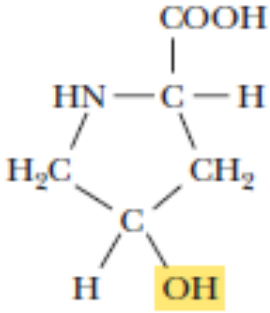




5-Hydroxylysine



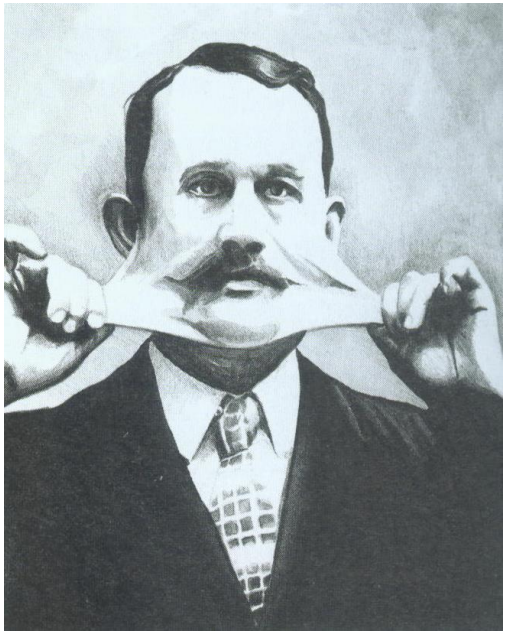
4-Hydroxyproline

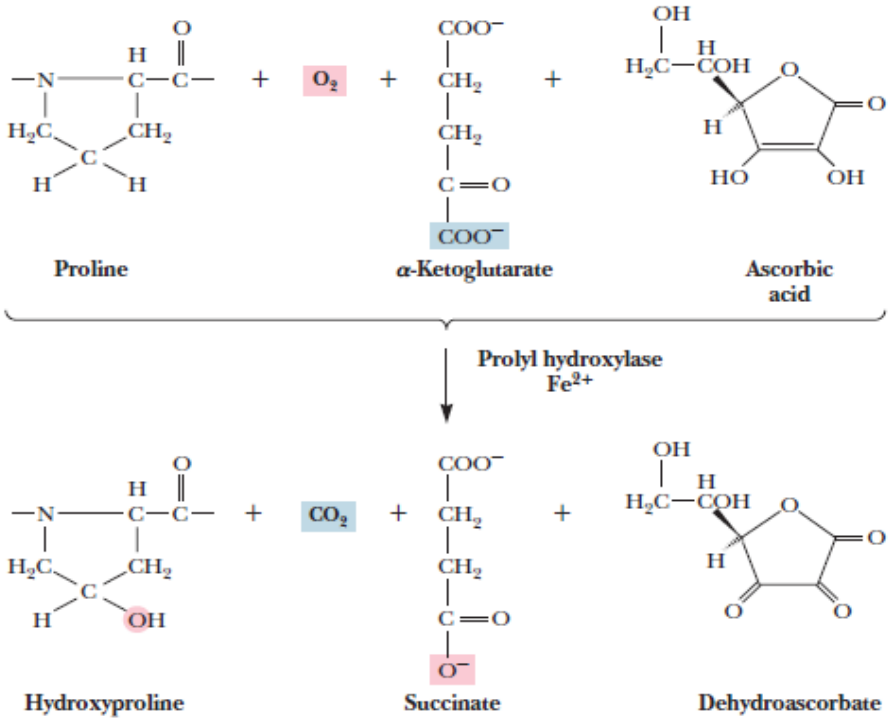


evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Aminokyseliny kolagenu

- hydroxylace amk prolinu a lyzinu vyžaduje molekulový kyslík, Fe^{2+} , kyselinu askorbovou a α-ketoglutarát
- nedostatek těchto látek (zejména vitaminu C) vede k vážným poruchám v tvorbě kolagenu





Struktura kolagenu

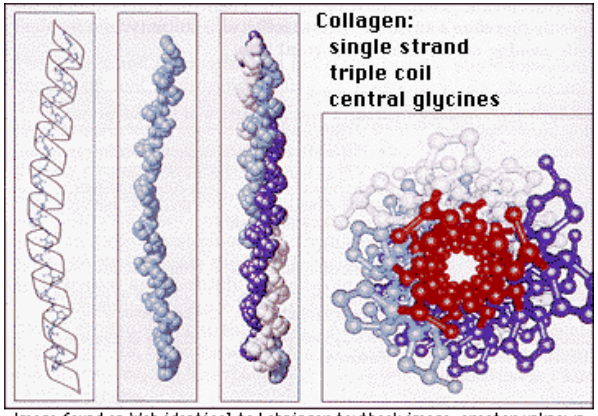
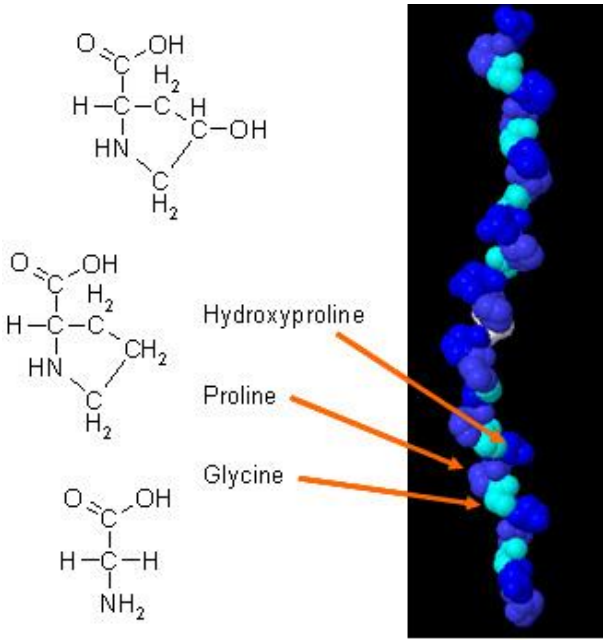
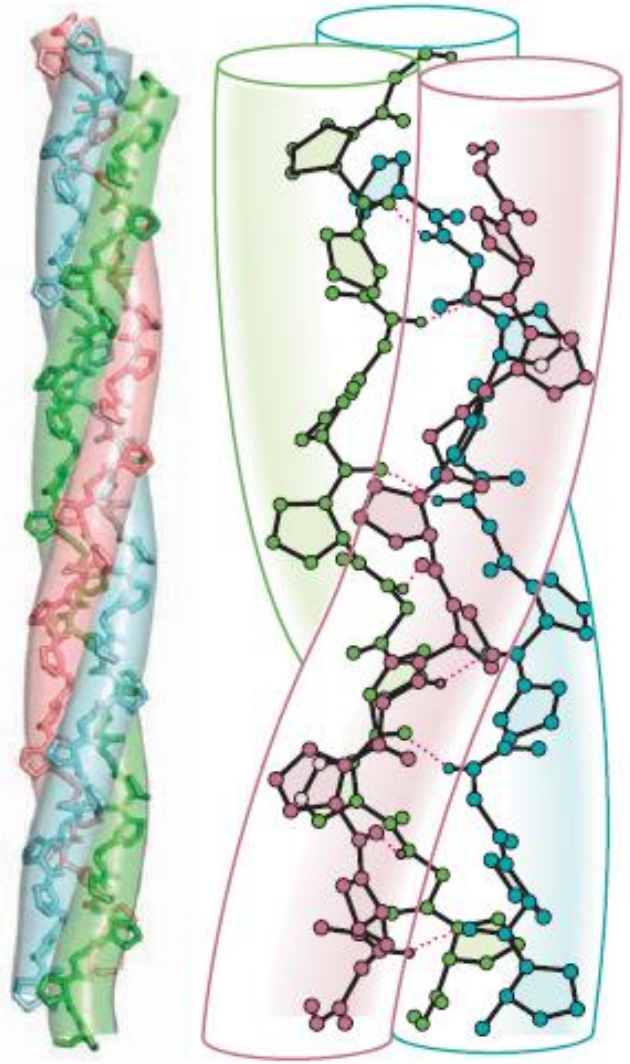


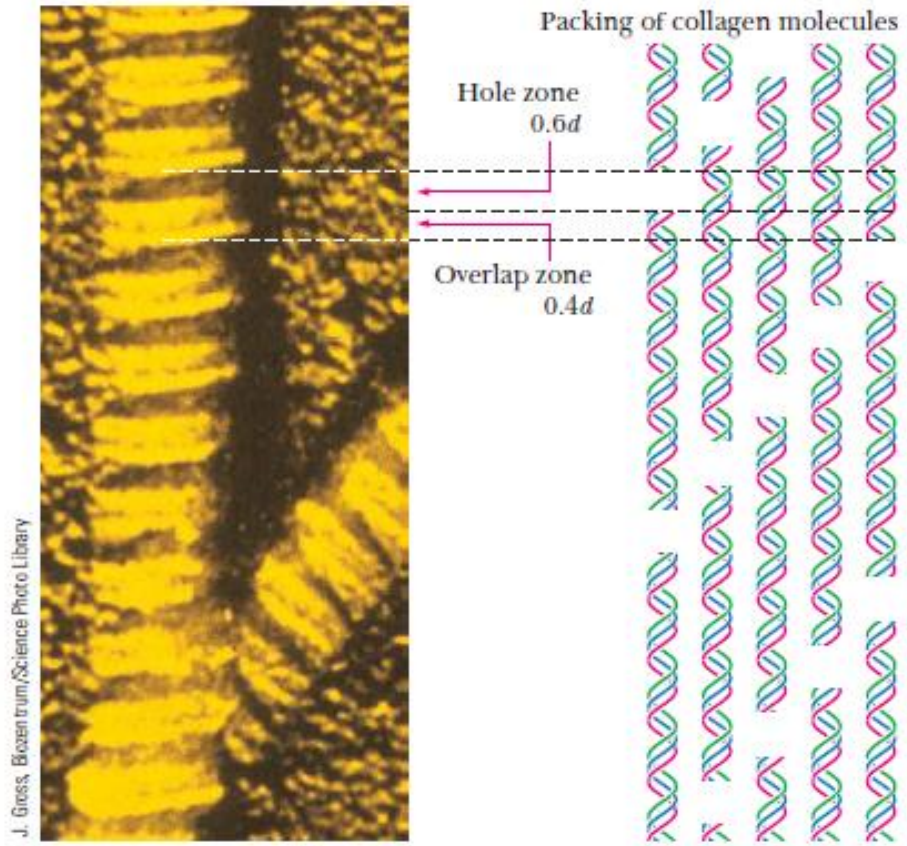
Image found on Web identical to Lehninger textbook image, creator unknown.





Agregace tropokolagenu

- agregace tropokolagenu → vznik mikrofibril kolagenu
- **mikrofibrily**:
  - průměr 30 – 100 nm
  - tloušťka roste s věkem
  - charakteristické příčné pruhování
    - molekuly tropokolagenu uspořádány v paralelních řadách
    - přesah o cca ¼ délky (v el. mikroskopu místo přesahu tmavší)
- k agregaci dochází extracelulárně



Vznik kolagenních fibril a vláken

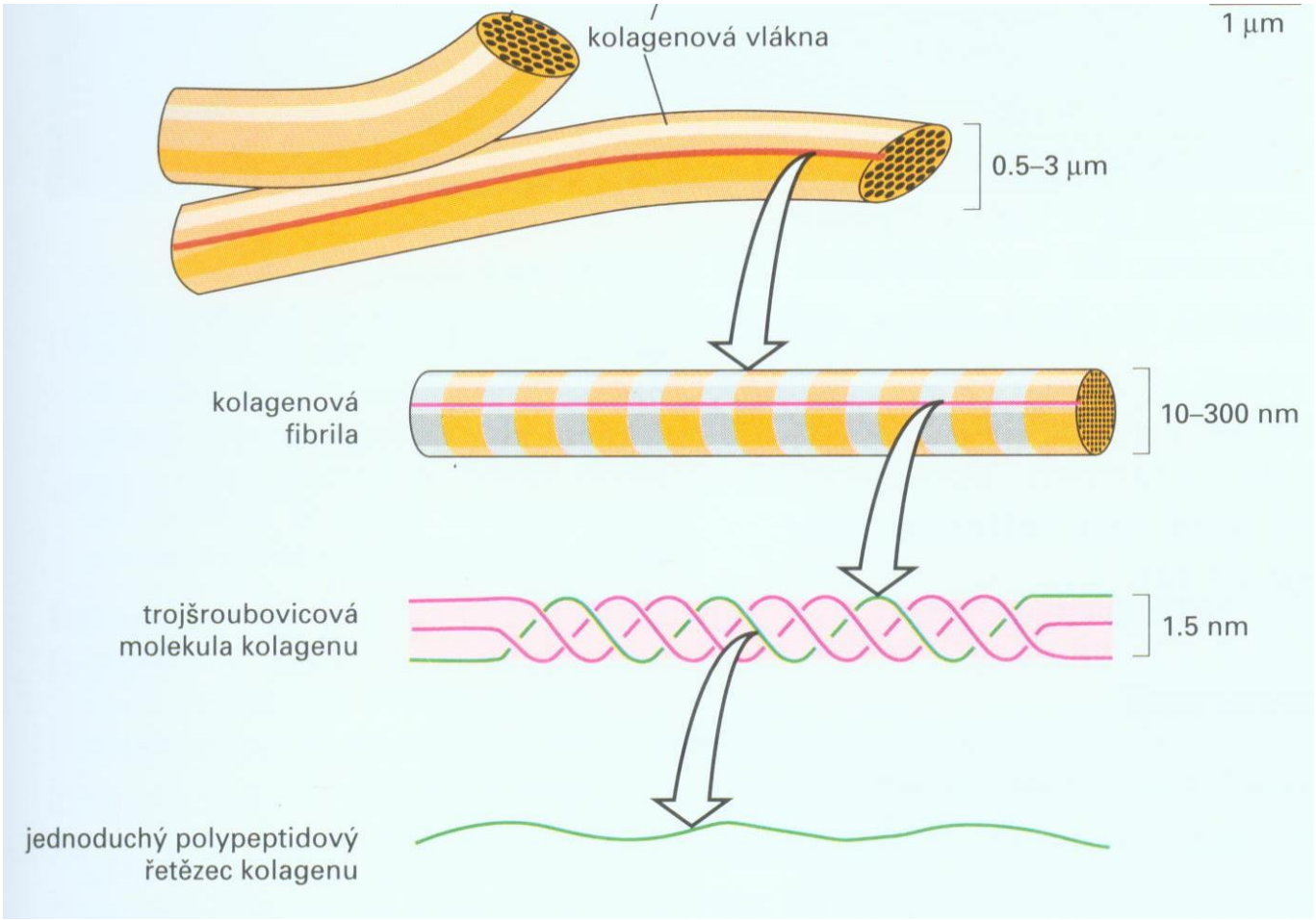
- uspořádání do **fibril** stabilizováno síťováním
- síťování se účastní lyzinové a hydroxylyzinové zbytky
- důležité enzymy lyzinoxidázy → vznik aldehydových vazeb → reakce s dalšímy zbytky lyzinu a hydroxylyzinu → vznik kovalentních vazeb
- výsledkem je **stabilní síť** → mechanické vlastnosti kolagenu

- větší počet fibril → **kolagenní vlákno** (průměr až několik mm, teoreticky neomezená délka)

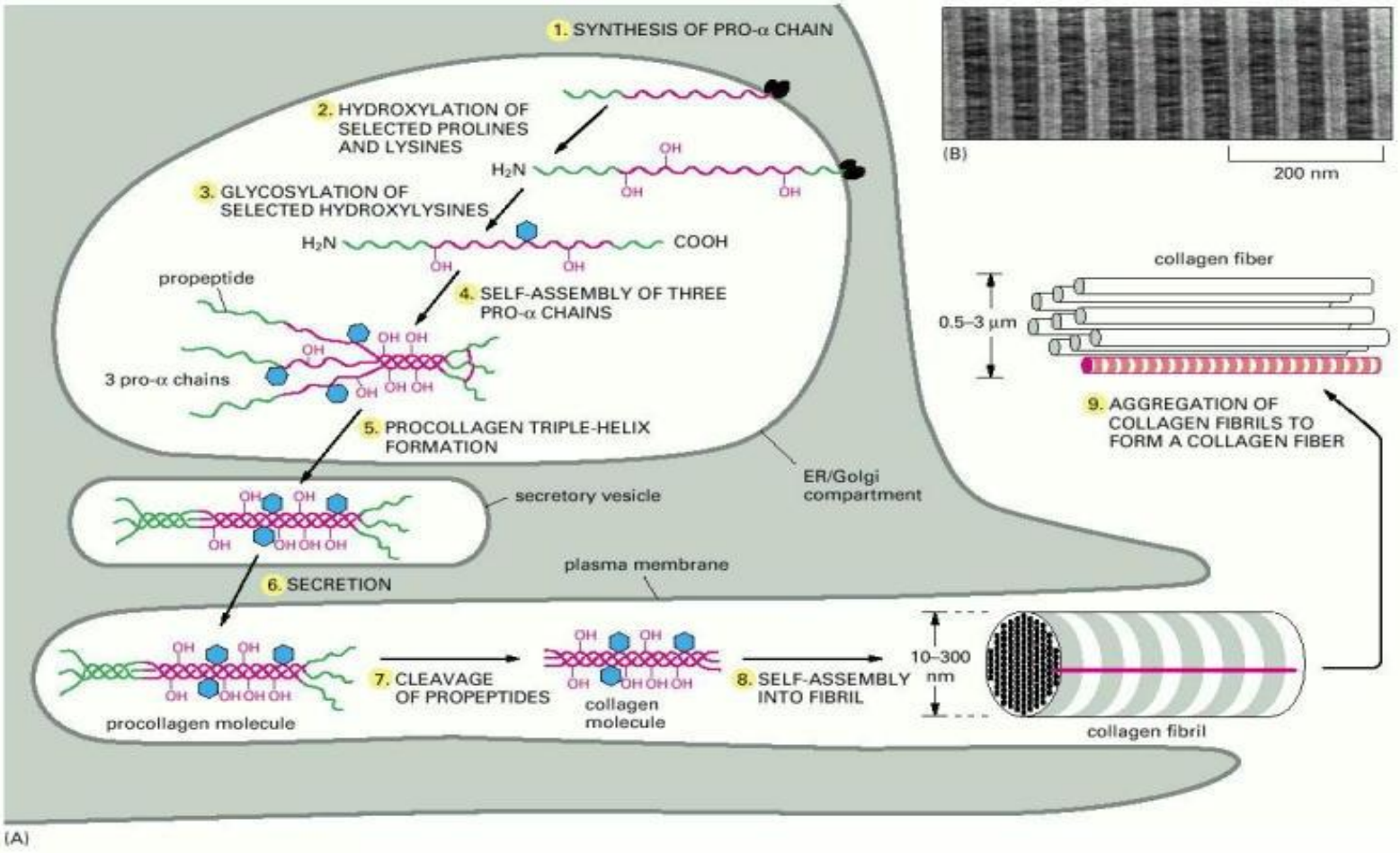
- rozklad kolagenu je extracelulární (enzymy **kolagenázy**)
- kolageny u všech obratlovců jsou **glykosylované** – glukóza a galaktóza vázané na hydroxylyzin
  - význam glykosylace: tvorba intra- a intermolekulárních vazeb

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Organizace kolagenu

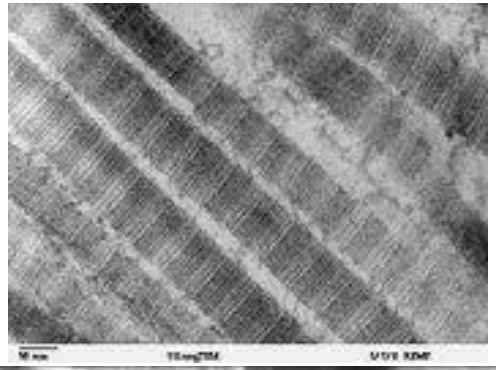


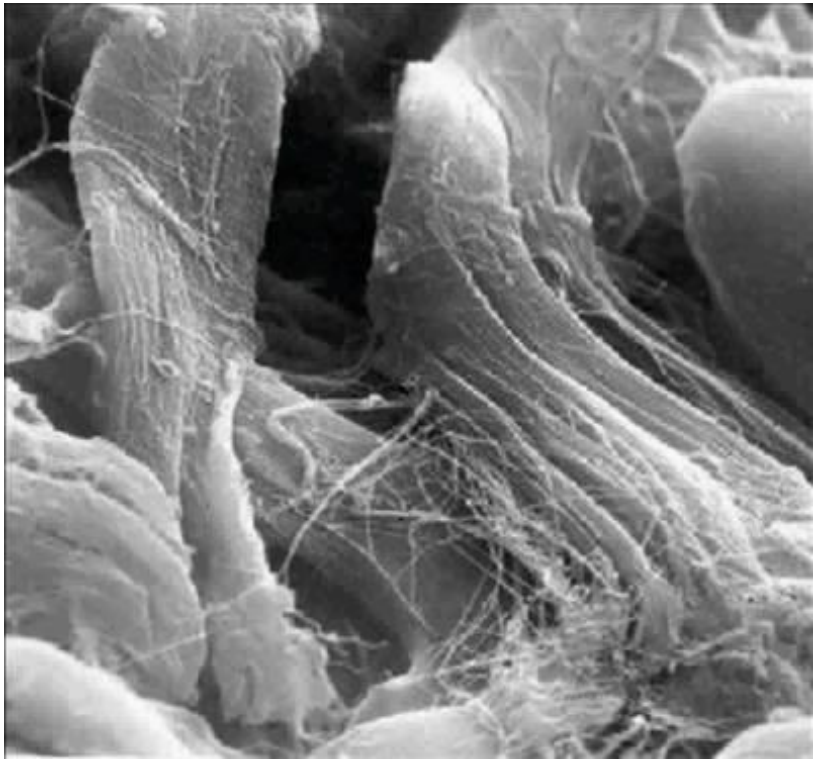
Vznik kolagenních vláken



Kolagen v těle

- 25–30 % všech proteinů v těle savců, ve formě kolagenních vláken
- hlavní nerozpustný fibrózní protein extracelulární matrix
  - mezibuněčné hmoty
- nejméně 27 rozdílných typů kolagenů
- důležitou roli i při stárnutí organizmu
- všeobecně vytváří bílé, neprůhledné vláknité útvary
  - jsou obaleny různým množstvím proteoglykanů a jiných bílkovin (podle druhu tkáně)
- více než 40 možných kolagenových genů





evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Kolageny v kůži

- **kolagen I**
  - patří k nejrozšířenějším skleroproteinům
  - v dermis tvoří až 80 % kolagenů
  - větší výskyt v retikulární vrstvě
  - nositelem pevnostních charakteristik kůže
  - výskyt i ve šlachách
- **kolagen III**
  - jemnější nadmolekulární struktura
  - papilární vrstva dermis
  - četný výskyt v cévách
- **kolagen IV a VII**
  - „kotvící“ fibrily v bazální membráně
  - spojení dermis a epidermis

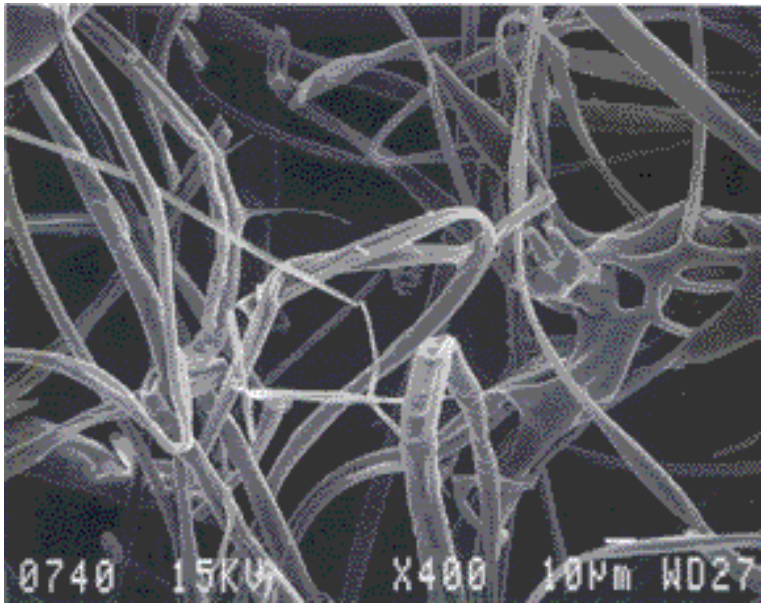
evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Elastin

- důležitý protein v extracelulárním matrix škáry, cca 750 amk
- v dermis obsah elastinu 2 – 3 % sušiny
- cévy vyšší obsah elastinu (aorta až 50 %)
- elastin zodpovídá za pružnost
- vzniká ve fibroblastech ve formě svého prekurzoru **tropoelastinu**
- řetězce tropoelastinu – síťování → vlastní polymer
- síťování probíhá v hydrofilní části popypeptidového řetězce, která je bohatá na **lyzin**
- působení lyzyloxidázy dochází k vzájemné interakci distálních aminoskupin lyzinu za vzniku **desmosinových** nebo **izodesmosinových** struktur → nerozpustná elastinová síť
- hydrofobní části řetězců (vysoký obsah glycinu, valinu a prolinu) zodpovídá za pružnost elastinu

Elastin

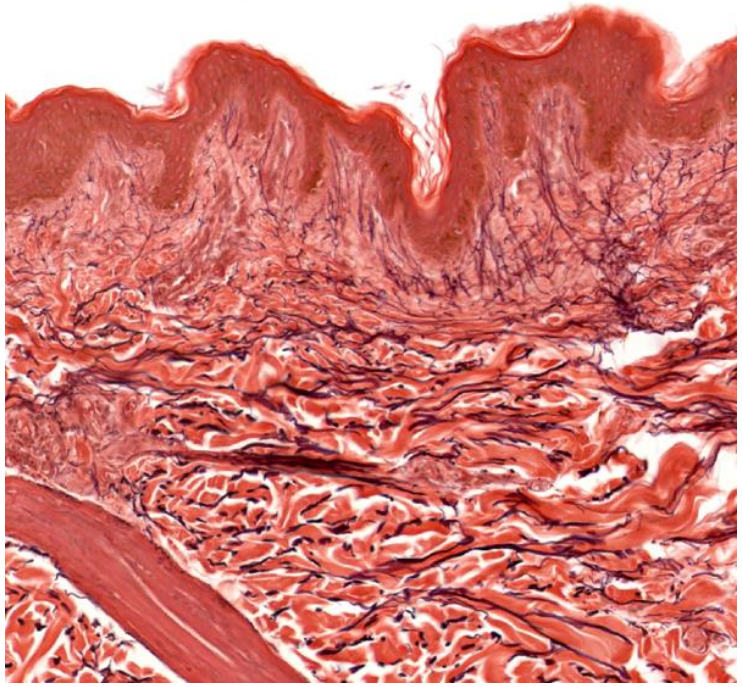
- **tropoelastin**
  - tvořen především nepolárními amk
  - příčné vazby (desmosin, izodesmosin) četnější než u kolagenu
  - u kolagenu se v amk sekvenci opakuje Gly-X-Y, typická sekvence elastinu je např.:
    - Gly-Gly-Val-Pro-
    - Pro-Gly-Val-Gly-Val-
    - Pro-Gly-Val-Gly-Val-Ala
  - neobsahuje hydroxylyzin
  - netvoří triple helix



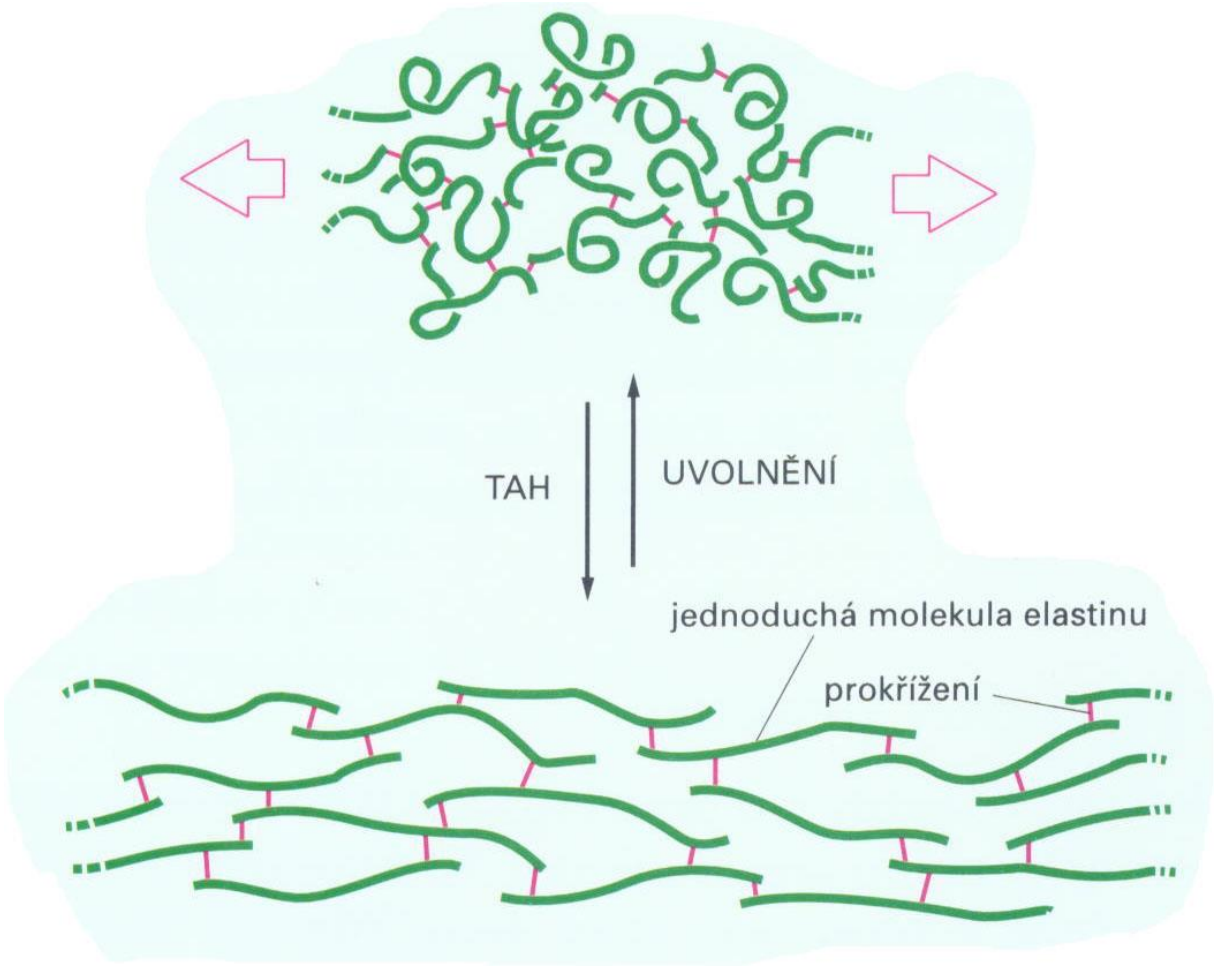
evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Elastická vlákna v dermis

- dvě komponenty:
  - elastin
  - glykoproteinové mikrofibrily (vláknité struktury)
- mikrofibrily tvoří kostru na kterou se uchycuje tropoelastin
- na mikrofibrilách probíhá vlastní tvorba elastinu
- elastin v dermis v různém stupni zralosti
  - v papilární vrstvě převažuje nejméně zesíťovaný elastin (oxytalan) – orientován kolmo na epidermis
  - v retikulární vrstvě postupně ukládána vlákna zesíťovaného elastinu (tzv. elauninová vlákna) – souběžně s kolagenními vlákny a rovnoběžně s rozhraním epidermis - dermis



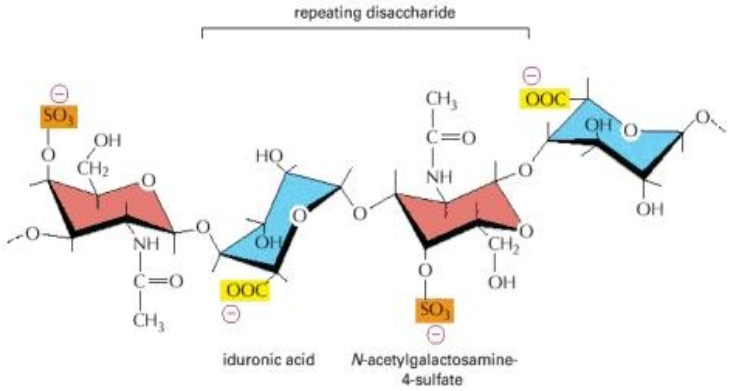
Struktura elastinu



evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

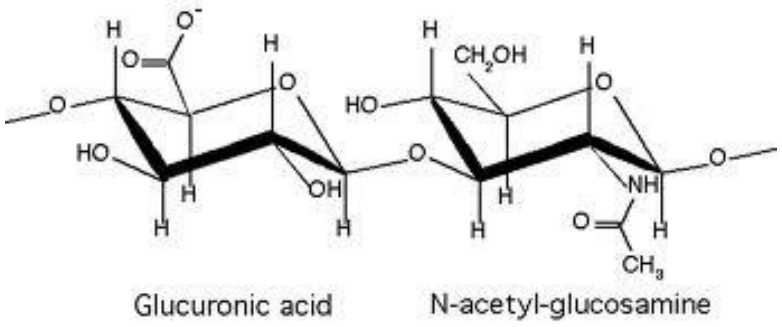
Tekuté pojivo

- prostor mezi buňkami a vlákny je v dermis vyplněn polymery (gel)
- komplexní systémy tvořené bílkovinami a glukosaminoglykany (GAG) – vazby kovalentní i nekovalentní
- glukosaminoglykany (GAG)
  - nerozvětvené polysacharidy s disacharidovou podjednotkou
  - tvořeny **aminocukrem** (N-acetylglukozamin, N-acetylgalaktozamin) a **uronovou kyselinou** (nejč. kys. glukuronová)
  - 7 různých GAG:
    - kyselina hyaluronová
    - chondroitinsulfát
    - keratansulfát I a II
    - heparin
    - heparansulfát
    - dermatansulfát
  - nejhojnější GAG v dermis kys. hyaluronová a dermatansulfát



GAG

- většina GAG je v dermis vázána s proteiny ve formě proteoglykanů
- bílkoviny které se s GAG vážou – **osové proteiny (core proteins)**
- komplexy obsahující jako GAG dermatansulfát a chondroitinsulfát se kromě dermis vyskytují i v chrupavkách
- vzhledem k svému složení mají všechny GAG charakter polyaniontů → zadržení vody
- nejdůležitější složkou dermis vázající vodu je **kys. hyaluronová**
- komplexy s kys. hyaluronovou jsou na povrchu kolagenních a elastinových vláken a zajišťují jejich hydrataci



kyselina hyaluronová

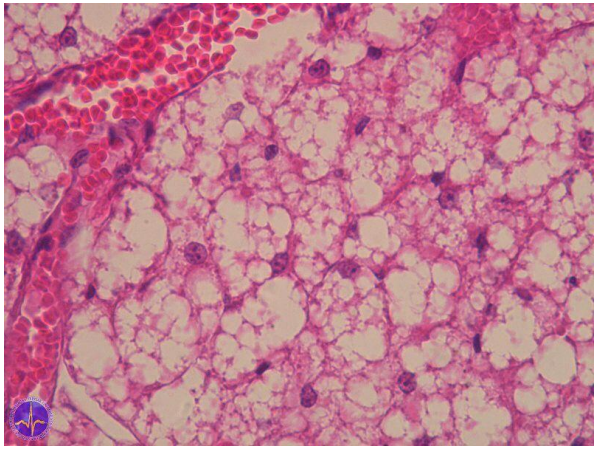
Subcutis (hypodermis) - podkožní vazivo

- největší část kůže
  - 10 - 15% hmotnosti (m) a 15 - 20 % hmotnosti (f)
- **adipocyty** - tukové buňky, dva typy:
  - bílé -
    - převládají v dospělosti, zodpovídají za tvorbu podkožního tuku
    - univakuolární - jediná tuková vakuola vytlačující jádro na perifirii buňky
  - hnědé
    - u novorozenců a hibernujících zvířat, multivakuolární
    - barva způsobena velkým počtem mitochondrií obsahujících cytochromy
    - význam: oxidace mastných kyselin za účelem tvorby tepla
- **funkce hypodermis:**
  - vytváření zásoby energie
  - tvorba vitaminů rozpustných v tuku
  - ochrana orgánů
  - tepelná ochrana (izolační vlastnosti tuku)
  - mechanická ochrana

FIGURE 23.1 Scanning electron micrograph of an adipose cell (fat cell). Globules of triacylglycerols occupy most of the volume of such cells.

Subcutis (hypodermis) - podkožní vazivo

- **3 vrstvy hypodermis:**
  - horní (apikální) vrstva
    - navazuje na dermis
    - obsahuje cévy, lymfatické žlázy, nervy
  - prostřední vrstva
    - nejtenčí
    - odlišný tvar adipocytů
  - spodní vrstva
    - největší
    - tloušťka závisí na výskytu, genetice, stravě…
    - změny v tloušťce a rozložení vrstvy ovlivňují vzhled kůže (celulitida)



evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tuková tkáň (adipózní tkáň)

- dlouho považována pouze za zásobárnu tuku a rezervoár energie
- **endokrinní aktivita:**
  - sekrece hormonů ovlivňujících stravovací návyky a kalorickou homeostázi
- **tvořena adipocyty**
- až 65 % tkáně tvořena triacylglyceroly (v adipocytech ve formě kapének)
- vysoká metabolická aktivita adipocytů
    - syntéza TAG
    - štěpení TAG
  - TAG jsou nejdůležitější formou „uskladnění“ energie
  - z molekuly tuku lze získat větší množství energie než z cukrů
  - uvolnění energetických zásob z adipocytů je řízeno hormonálně
    - receptory pro hormony v membráně adipocytů
    - hormony: adrenalin, glukagon, adrenokortikotropní hormon

Uvolnění energie z tukové tkáně

- vazba hormonu na receptor v membrár
- → aktivace adenylát cyklázy
- → štěpení ATP
- → vznik cAMP
- → aktivace proteinkinázy
- → fosforylace a aktivace TAG lipázy
- → štěpení TAG
- → DAG lipáza
- → MAG lipáza
- → glycerol a MK

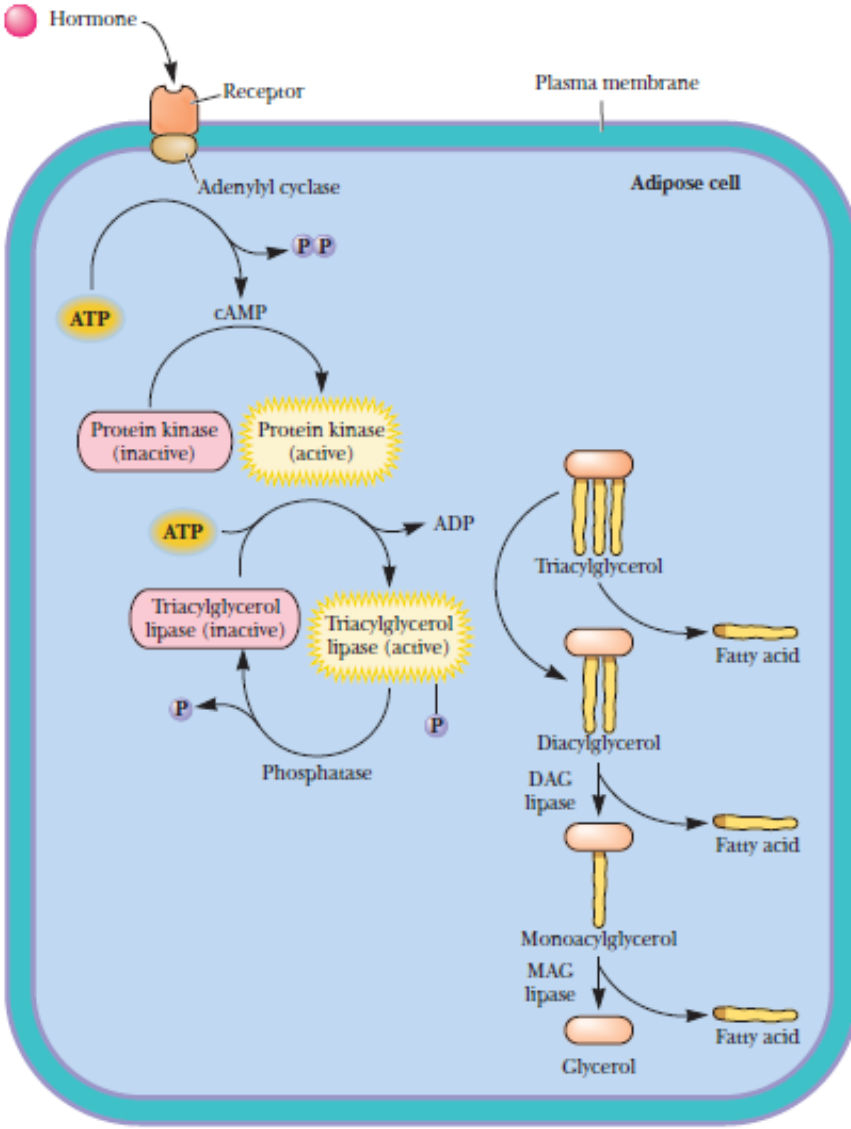


TABLE 23.1 Stored Metabolic Fuel in a 70-kg Person

Constituent	Energy (kJ/g dry weight)	Dry Weight (g)	Available Energy (kJ)
Fat (adipose tissue)	37	15,000	555,000
Protein (muscle)	17	6,000	102,000
Glycogen (muscle)	16	120	1,920
Glycogen (liver)	16	70	1,120
Glucose (extracellular fluid)	16	20	320
Total			660,360

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Uvolnění energie z tukové tkáně

- uvolnění MK do krve → transport na místo užitku
- štěpení MK procesem β **- oxidace**
- silně exergonická reakce
- odštěpení dvouuhlíkatých jednotek ve formě acetyl-CoA
- zisk elektronů → elektronový transportní řětezec → protonový gradient → tvorba ATP = univerzální zdroj energie

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ