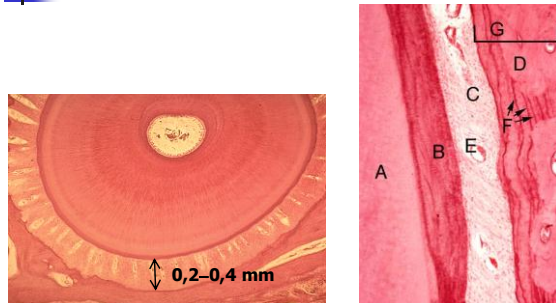


2



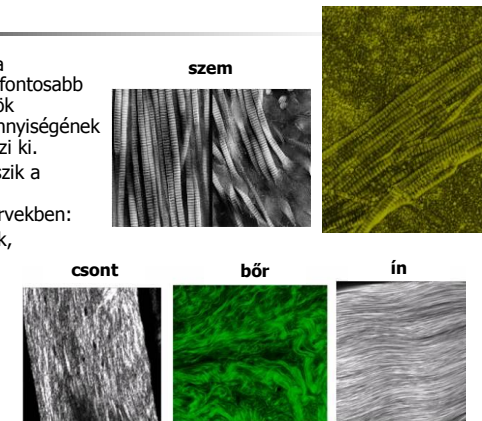
≈ kollagén

3

Szerkezeti fehérje, a kötőszövetek legfontosabb fehérjéje, emlősök összefehérje mennyiségének kb. negyedét teszi ki.

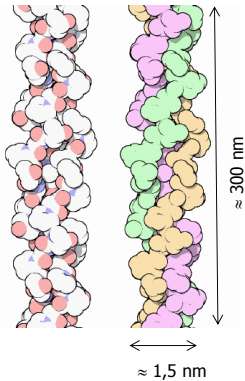
Fontos szerepet játszik a következő szövetekben/szervekben:

- inak, szalagok,
- bőr,
- porc,
- csont,
- fog,
- érfal
- üvegtest,
- szaruhártya,
- stb.



4

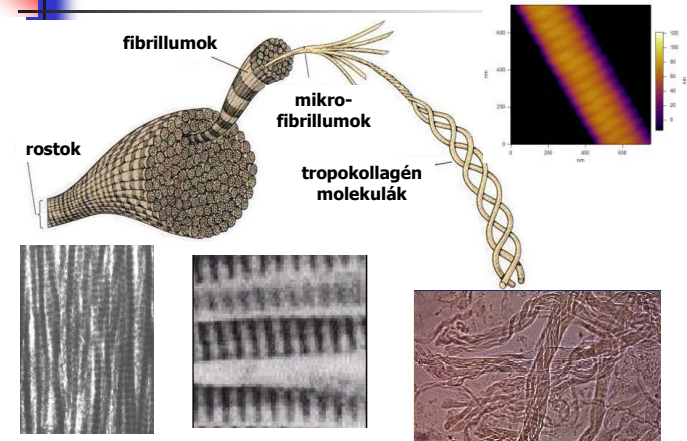
A kollagén molekula



- 1400 aminosav/lánc
- glicin (kb. 1/3),
prolin (kb. 1/10),
hidroxiprolin, ...
- 3 lánc → tripla hélix

5

Kollagén molekulák elrendeződése



6

Kollagénrost nyújtási diagramja

anyag	E (GPa)
fogzománc	≈ 100
dentin	≈ 15
acél	200-230
amalgám	50-60
arany	79
üveg	60-90
kerámák	60-130
porcelán	60-110
PMMA	2,4-3,8
szilikon	≈ 0,0003

σ_{SZ}

ϵ_{SZ}

ϵ

$E = 300 \text{ MPa} \dots 2500 \text{ MPa}$ („keményedés“)

Szakítási szilárdság:

$$\sigma_{SZ} \approx 60 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{SZ} \approx 0,08$$

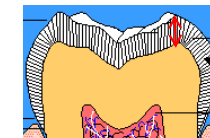
Közepesen rugalmas, viszonylag erős és szívós, de puha!

➡ inak, szalagok, bőr

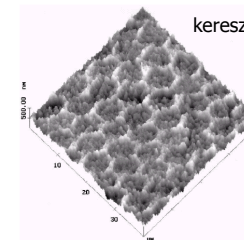
7

Fogzománc

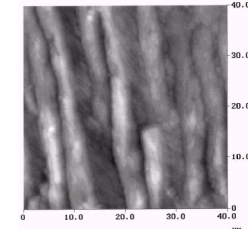
≈ 92% hidroxiapatit (HAP)



zománcprizmák



keresztmetszet

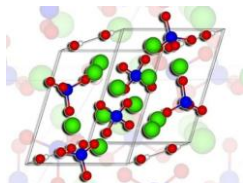


hosszanti
metszet

8

Hidroxiapatit

$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ hexagonális ionkristály

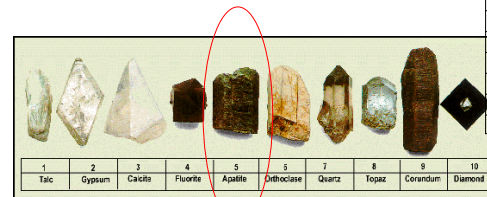


dentinben, csontban: 20-60 nm x 6 nm-es kristályok
zománcban: 500-1000 nm x 30 nm-es kristályok

9

Hidroxiapatit tulajdonságai

Moh skála:



anyag	HV (MPa)
fogzománc	≈ 3400
dentin	≈ 600
amalgám	≈ 1000
arany	
arany ötvözetek	600-250
Pd-Ag ötvözetek	1400-1900
Cu-Cr ötvözetek	≈ 4000
Ni-Cr ötvözetek	3000-4000
üveg	
porcelán	4500-7000
akárit	≈ 200

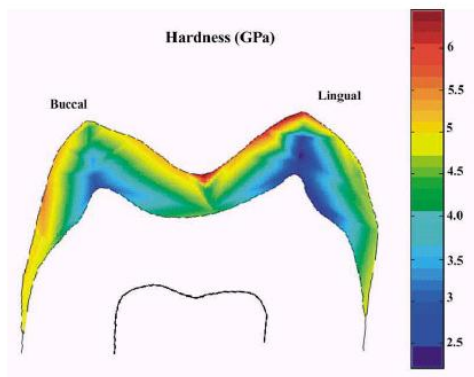
HAP: $HV \approx 6 \text{ GPa}$ $E \approx 140 \text{ GPa}$ $\sigma_{sz} \approx 60 \text{ MPa}$ (hajlítási)
 $\approx 500 \text{ MPa}$ (nyomási)

zománc: $HV \approx 3-6 \text{ GPa}$ $E \approx 90-100 \text{ GPa}$ $\sigma_{sz} \approx 50 \text{ MPa}$ (nyújtási)
 $\approx 400 \text{ MPa}$ (nyomási)

Merev, kemény, erős (nyújtásban, hajlításban kevésbé), de törékeny!

10

Fogzománc keménység-eloszlása



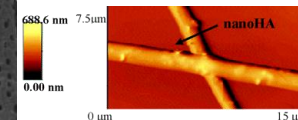
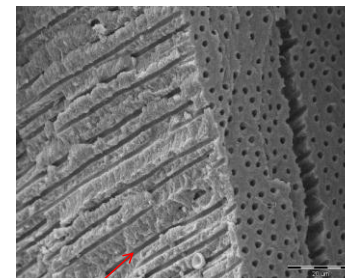
11

Dentin

≈ 35% szerves+víz (kollagén!)

≈ 65% HAP

kollagénrostok → mátrix
+
apatitkristályszerkezet

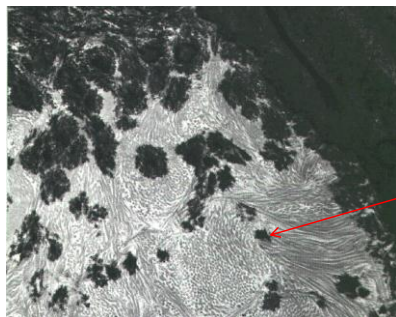


Elég kemény, szilárd,
ugyanakkor rugalmas, szívós!

tubulusok

12

Cement



≈ 50% szerves+víz (kollagén!)

≈ 50% HAP

HAP
kristálynövekedés

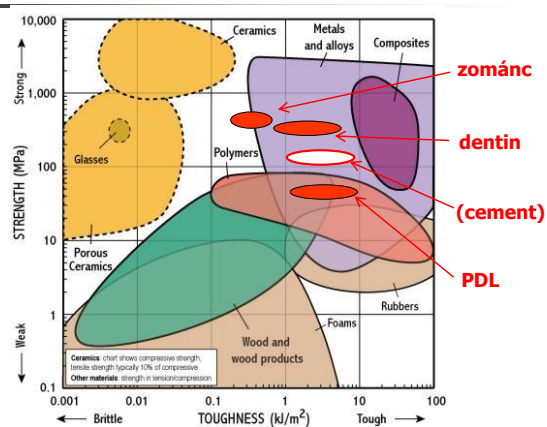
13

Összefoglalás

	PDL (≈ kollagén)	dentin (≈ 1/3 kollagén, 2/3 apatit)	zománc (≈ apatit)
merevség (E) (GPa)	0,3–2,5	10–20	90–100
szilárdság (σ_{\max}) (MPa)	60	110 (nyújtás) 300 (nyomás)	50 (nyújtás) 400 (nyomás)
szívósság (kJ/m ²)	1–10	0,5–5	0,1–1
keményység HV (GPa)		0,5–1	3–6

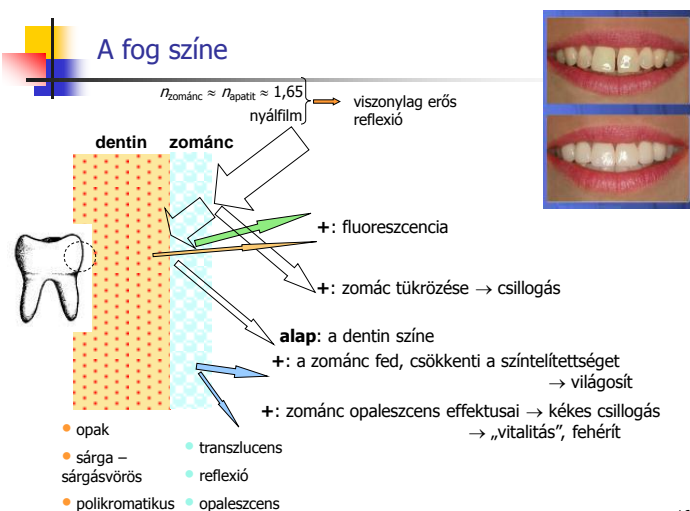
14

szemléletesen:



15

A fog színe



16