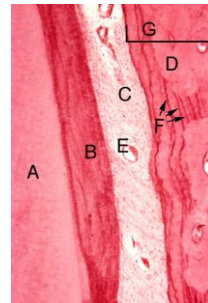
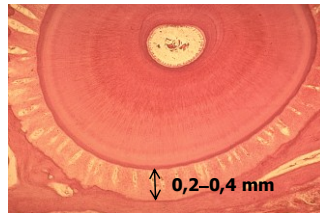




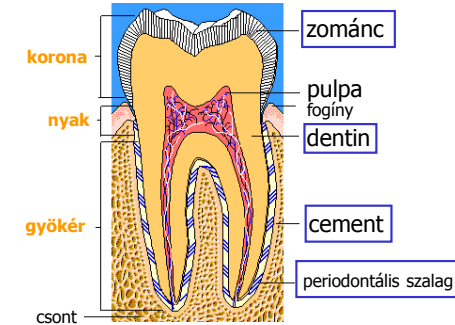
### Periodontális szalag (ligamentum periodontale)



≈ kollagén

polimer

### A fog szövetei és a fog körüli szövetek



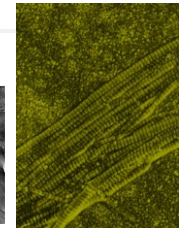
### Kollagén

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

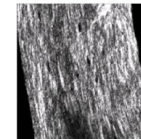
Fontos szerepet játszik a következő szövetekben/szervekben:

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

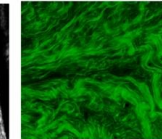
szem



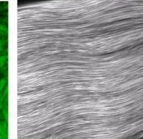
csont



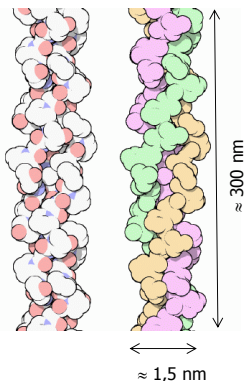
bőr



ín



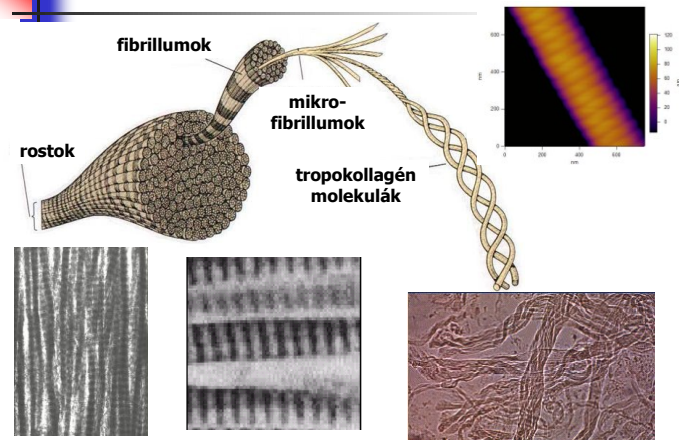
## A kollagén molekula



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

5

## Kollagén molekulák elrendeződése

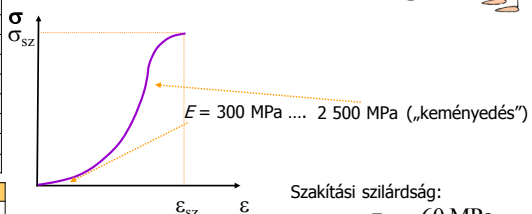


6

## Kollagénrost nyújtási diagramja

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

$\sigma_{sz}$



Szakítási szilárdság:  
 $\sigma_{sz} \approx 60 \text{ MPa}$   
 $\epsilon_{sz} \approx 0,08$

Közepesen rugalmas, viszonylag erős és szívós, de puha!

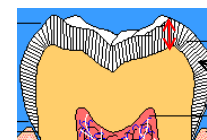
➡ inak, szalagok, bőr

7

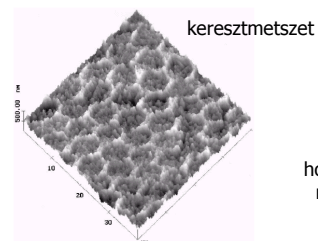
## Fogzománc

kerámia

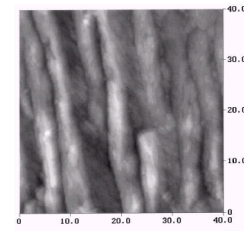
$\approx 92\%$  hidroxiapatit (HAP)



zománcprizmák



keresztmetszet

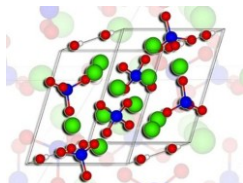
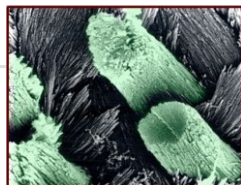


hosszanti  
metszet

8

## Hidroxiapatit

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

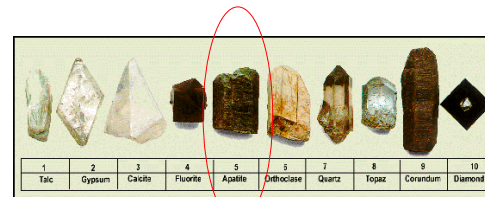


dentinben, csontban: 20-60 nm x 6 nm-es kristályok  
zománcban: 500-1000 nm x 30 nm-es kristályok

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

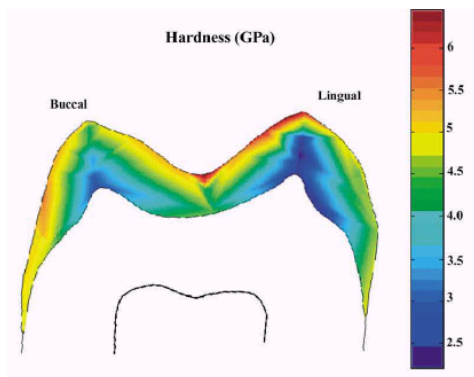
**HAP:**  $HV \approx 6 \text{ GPa}$   $E \approx 140 \text{ GPa}$   $\sigma_{sz} \approx 60 \text{ MPa}$  (hajlítási)  
 $\approx 500 \text{ MPa}$  (nyomási)

**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

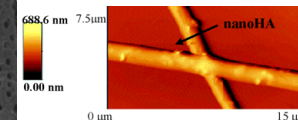
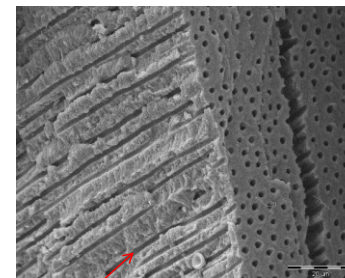
## Dentin

≈ 35% szerves+víz (kollagén!)

≈ 65% HAP

kompozit

kollagénrostok → mátrix  
+  
apatitkristályszerkezet

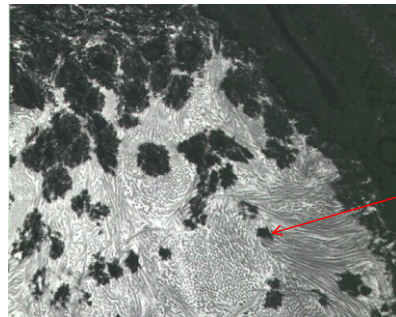


Elég kemény, szilárd,  
ugyanakkor rugalmas, szívós!

tubulusok

12

# Cement



≈ 50% szerves+víz (kollagén!)  
≈ 50% HAP

HAP  
kristálynövekedés

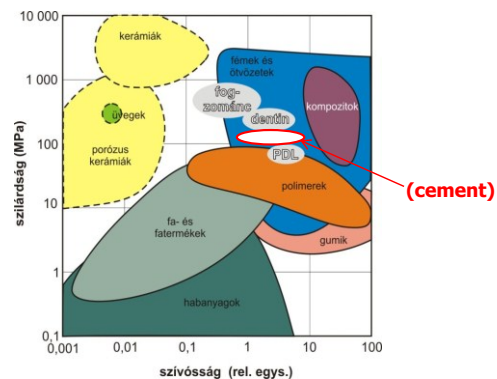
13

# Összefoglalás

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

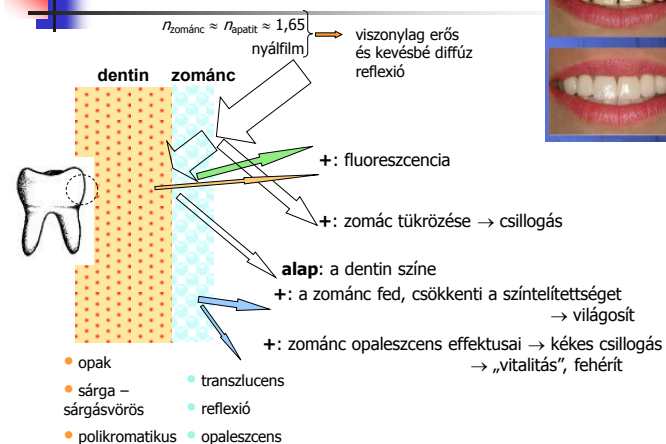
14

# szemléletesen:



15

# A fog színe



16