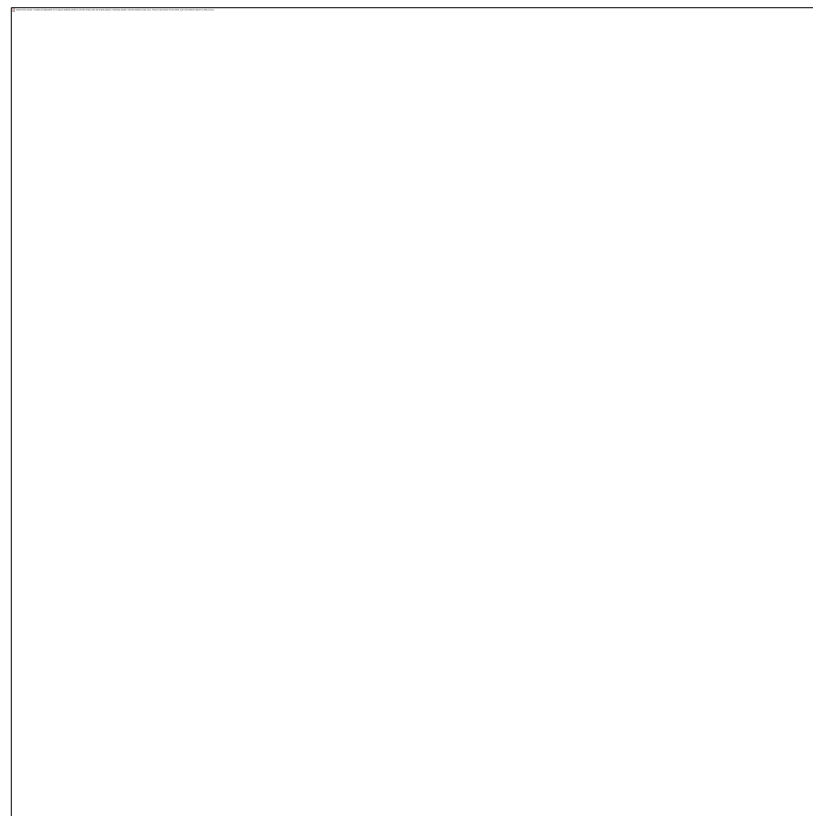
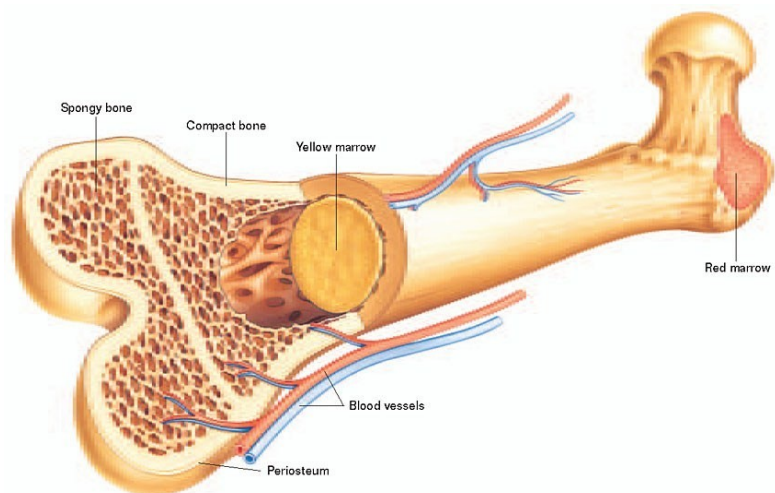


Metabolismus kostí, biochemické markery

Zdeňka Čermáková

Kostní tkáň

- Mechanická opora těla
- Ochrana měkkých tkání organismu
- Umožňuje pohyb
- Hematopoeza
- Zásobárna kalcia, fosforu, magnézia



Kostní tkáň

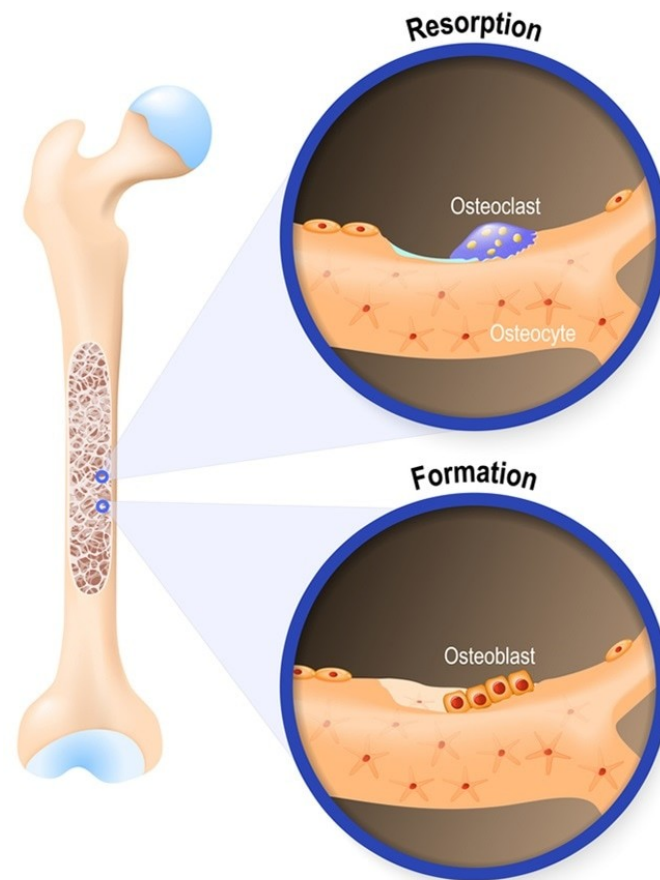
- Složení

- Kostní buňky

- Osteoblasty
- Osteoklasty
- Osteocyty

- Mezibuněčná hmota

- Bílkovinná složka – kolagen, osteokalcin...
- Kostní minerál – hydroxyapatit



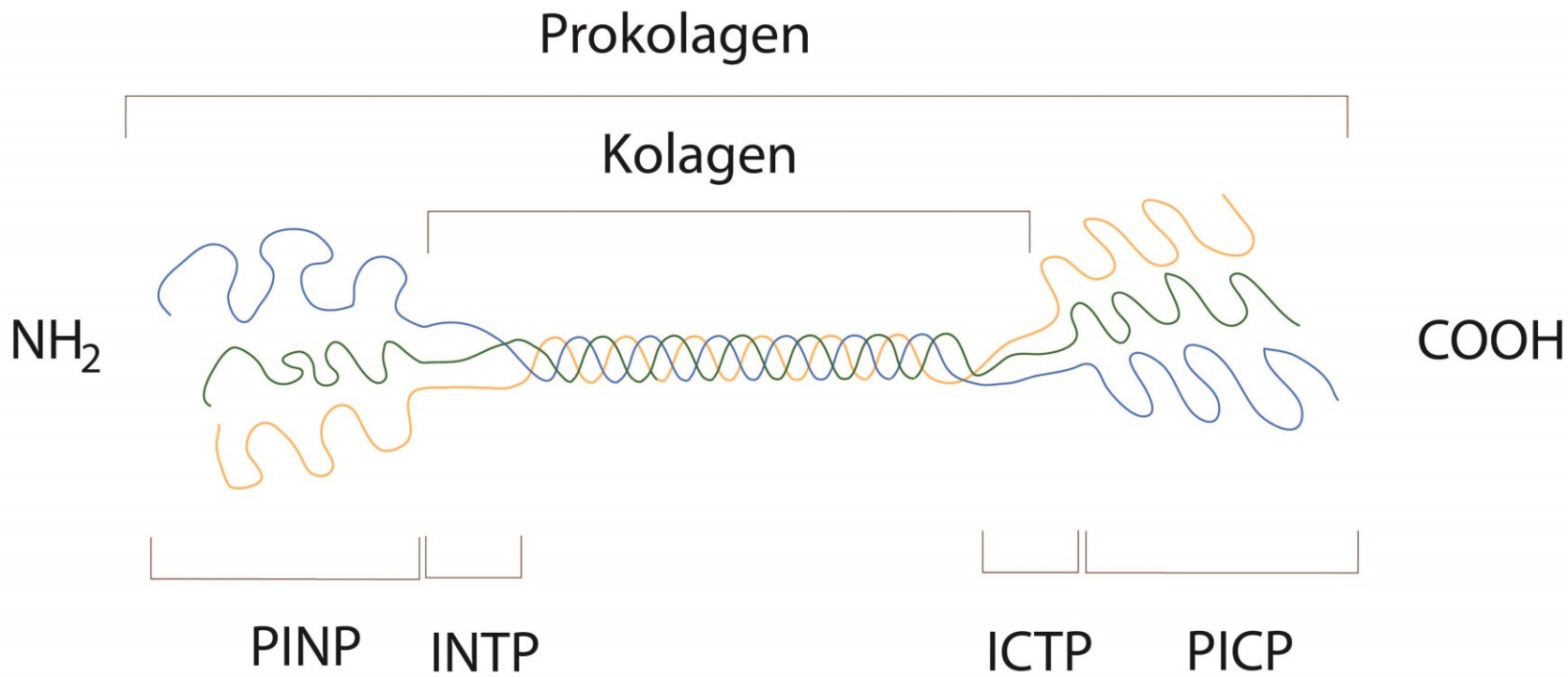
Remodelace kostí

- Probíhá během celého života
- Vrchol kostní hmoty je dosažen cca v 25 letech
- Po té pomalý úbytek – 0,5% za rok
- U žen po menopauze zrychlení úbytku – riziko rozvoje menopauzy

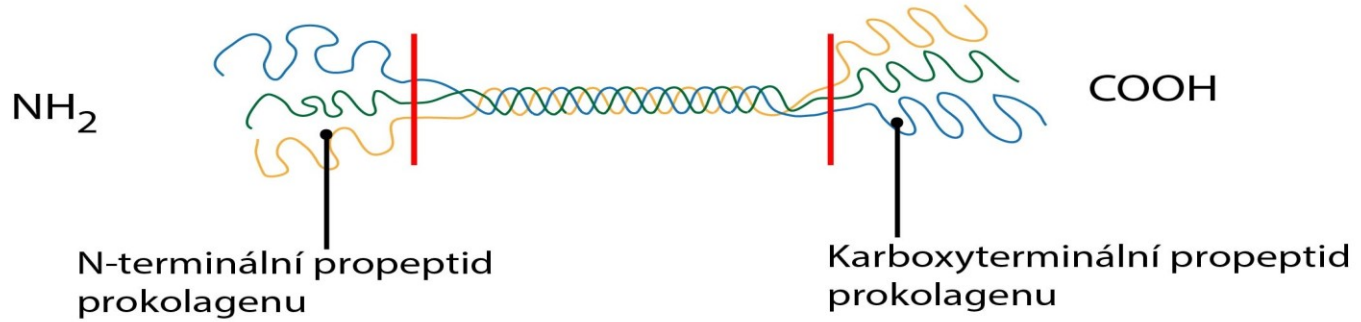
Regulace metabolismu kostí

- Hormonální
 - Parathormon
 - Vitamin D
 - Kalcitonin

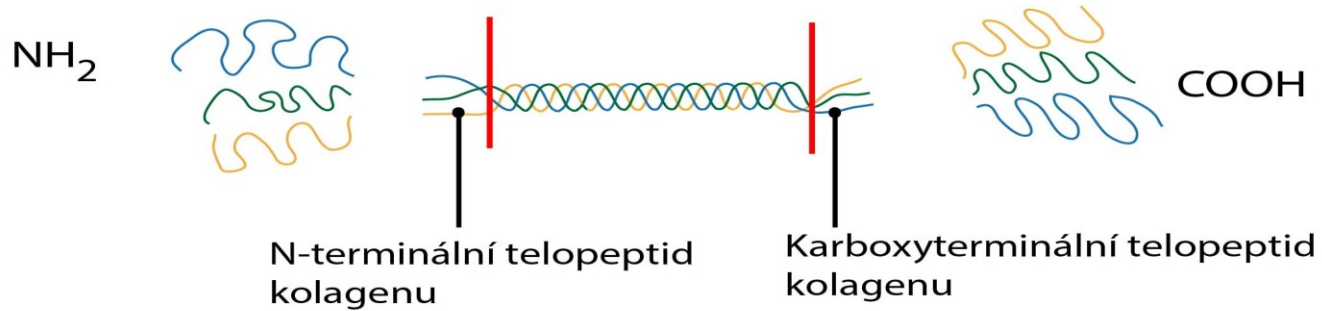
 - Estrogeny
 - Růstový hormon
 - Inzulin
 - Glukokortikoidy
 - Hormony štítné žlázy
- Mechanická stimulace



Štěpení při syntéze kolagenu



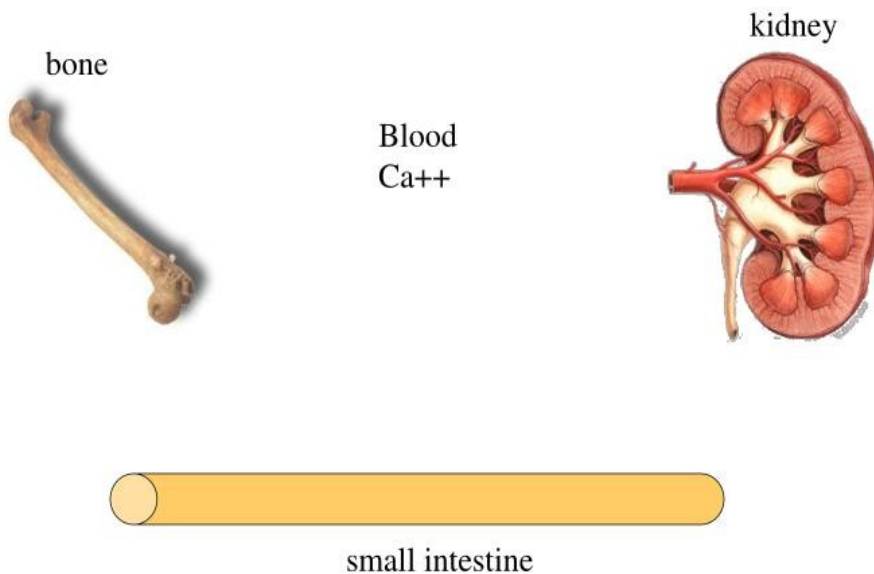
Štěpení při degradaci kolagenu

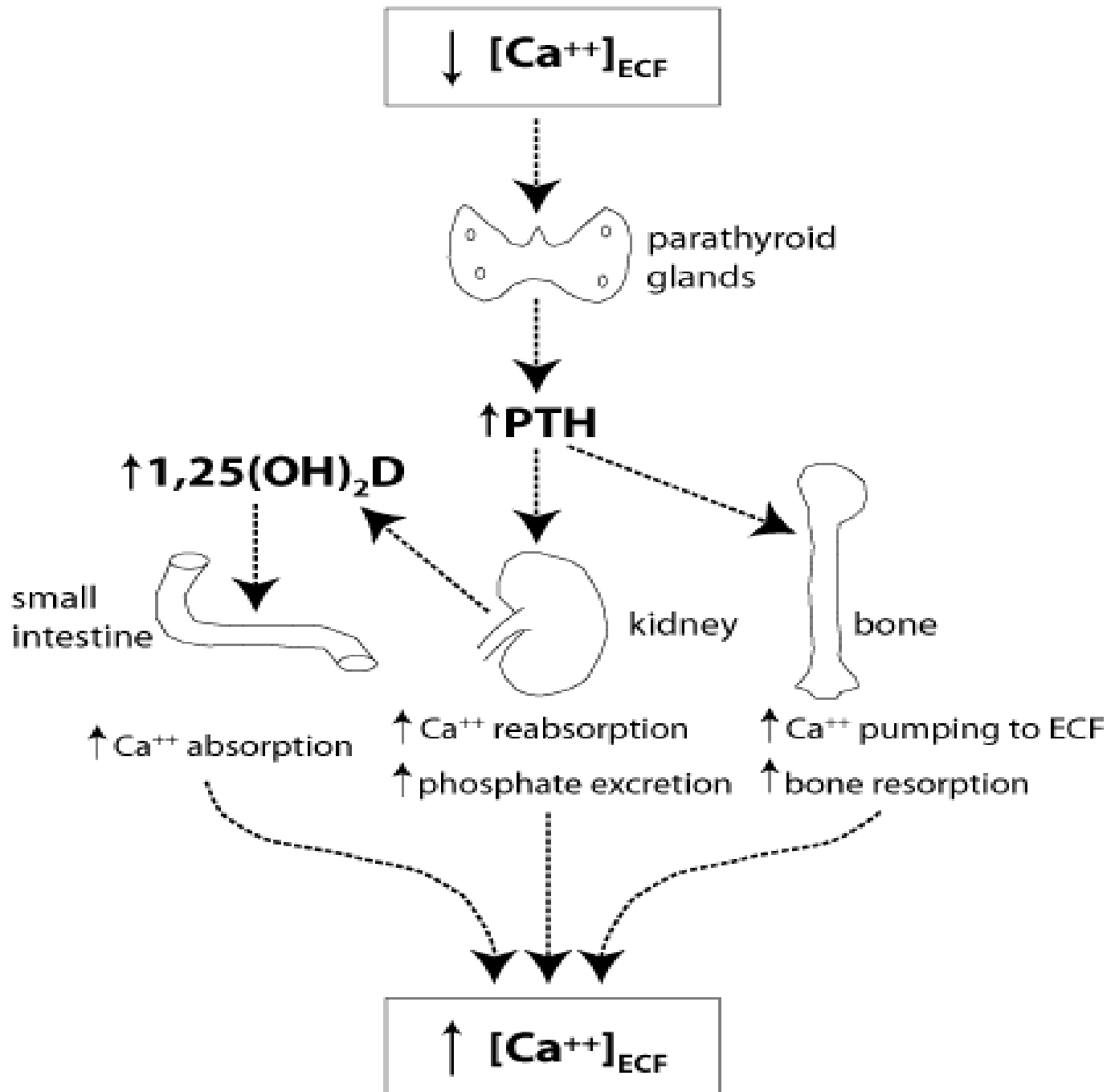


Metabolismus vápníku

- 1000g
- 98-99% v kostech
- 1% extracelulárně
- Intracelulárně malé množství

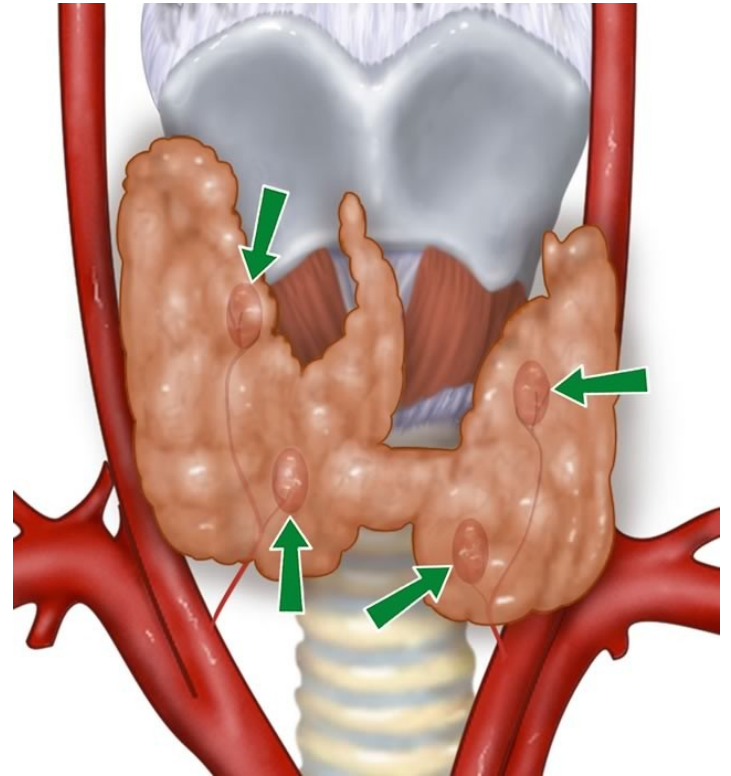
Calcium homeostasis



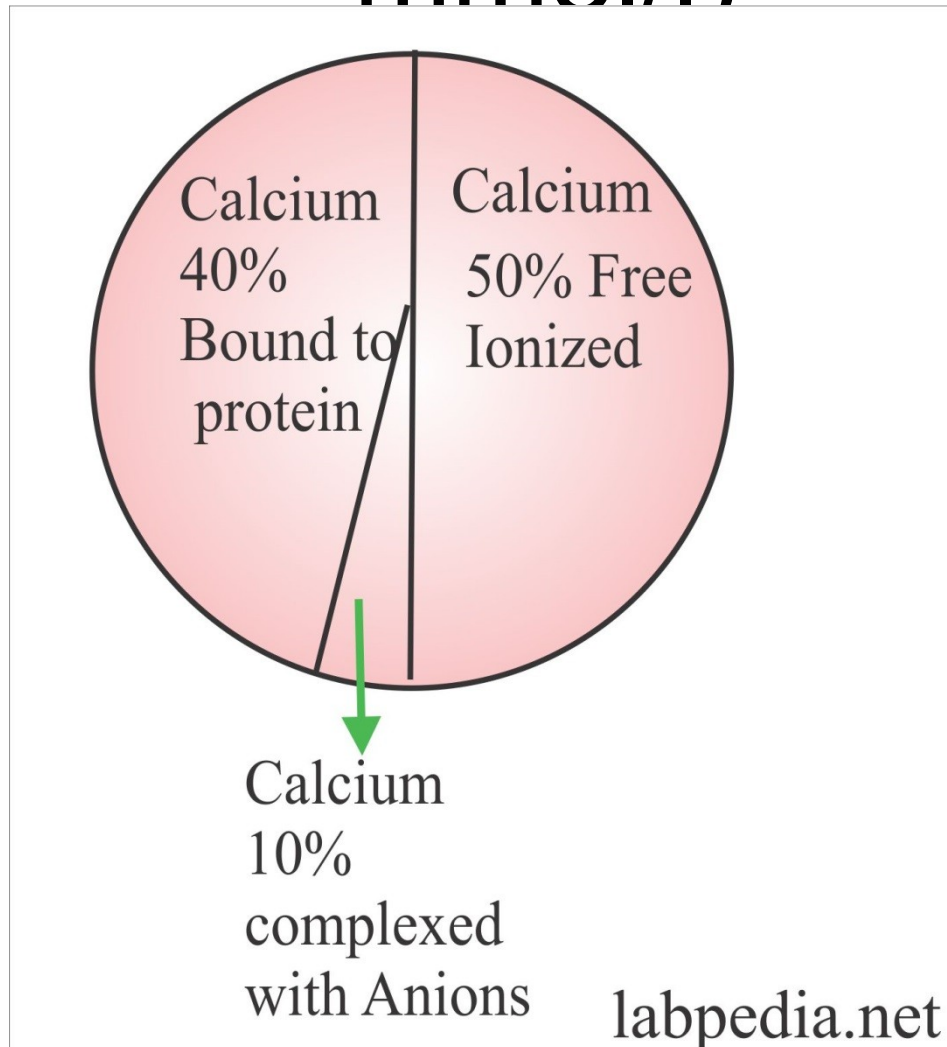


Parathormon

- Cílové tkáně pro PTH
- Kost - odbourání = vzestup Ca v krvi
 - ↑ činnosti osteoklastů, ↓ osteoblastů
- Ledviny
 - ↑ reabsorpce Ca, Mg
 - ↑ vylučování P
 - ↑ syntézy 1,25-dihydroxy vit. D



Vápník v séru (2,15-2,55 mmol/l)



Vápník v moči

- Množství vápníku v moči závisí na
 - Obsahu vápníku v potravě a jeho resorpci ve střevě
 - Stupni osteoresorpce
 - Funkci ledvinných tubulů

Sběr za 24 hod

Jednorázový odběr moče – poměr Ca/krea

Fosfor

- Strukturální součást buněk (DNA, fosfolipidy)
- Kostní tkáň
- Uchování energie ve formě makroergních sloučenin (ATP, kreatinfosfát)
- Regulace enzymové aktivity (fosforylace enzymů)
- Pufrovací systém (hydrogenfosforečnany a dihydrogenfosforečnany)

- 700 g fosforu
 - V kostech (80%)
 - Ve svalech a vnitřních orgánech (10-20%)
 - Extracelulární tekutina (1%)

Fosfor v séru

- Organický fosfor – součást fosfolipidů
- Anorganické fosfáty
 - Volná forma
 - Vázaný na bílkoviny
 - Vázaný v komplexech s Ca, Mg
- S- anorganické fosfáty (0,81-1,45 mmol/l)
- dU – anorganické fosfáty (13,0-42,0 mmol/l)

Biochemické ukazatele kostní přestavby

- Nejsou specifické pro určité kostní onemocnění
- Metabolický stav skeletu
- Posuzujeme společně s nálezy metabolismu kalcia a fosfátu

- Degradční produkty, které se uvolňují při odbourávání kosti
- Proteiny kostní matrix a kostní enzymy syntetizované v osteoblastech nebo osteoklastech a uvolňované do cirkulace

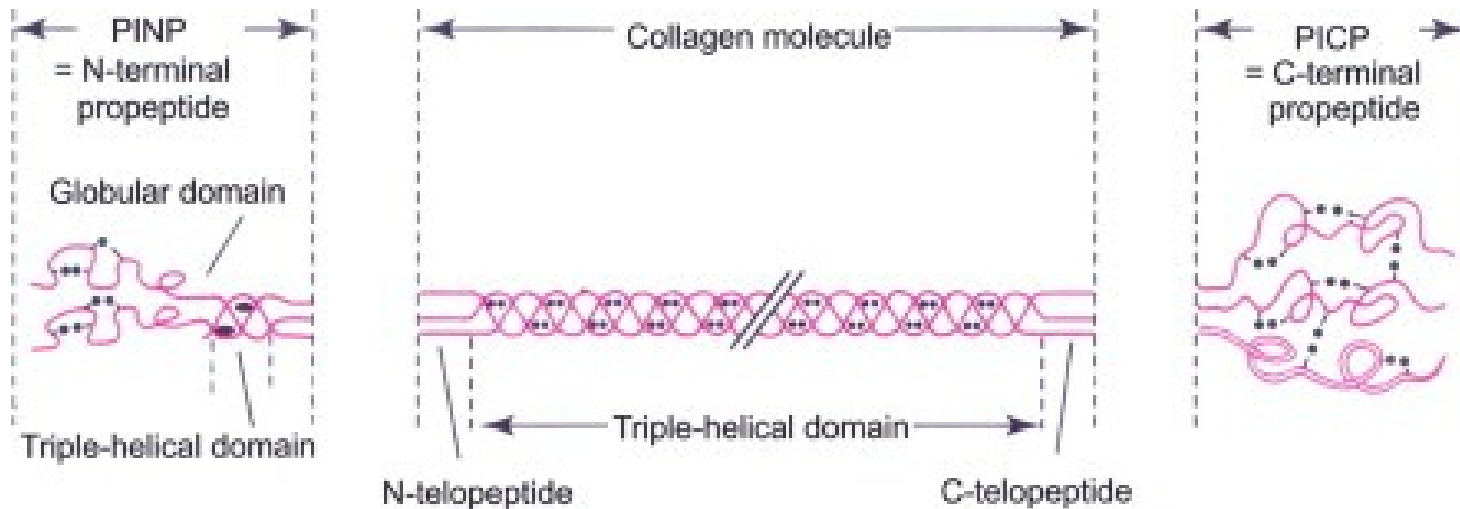
Ukazatele novotvorby kostní tkáně

- Amino a karboxyterminální propeptid prokolagenu typu I (PINP,PICP)
- Kostní izoenzym alkalické fosfatázy
- Osteokalcin

PINP: N-terminální propeptid prokolagenu I

PICP: C-terminální propeptid prokolagenu I

- Kolagen typu I = 90 % organické kostní hmoty, není specifický jenom pro kost (kůže, vazivo...)
 - Syntéza - prokolagen I
 - Odštěpení propeptidů C-terminální a N-terminální



Kostní ALP

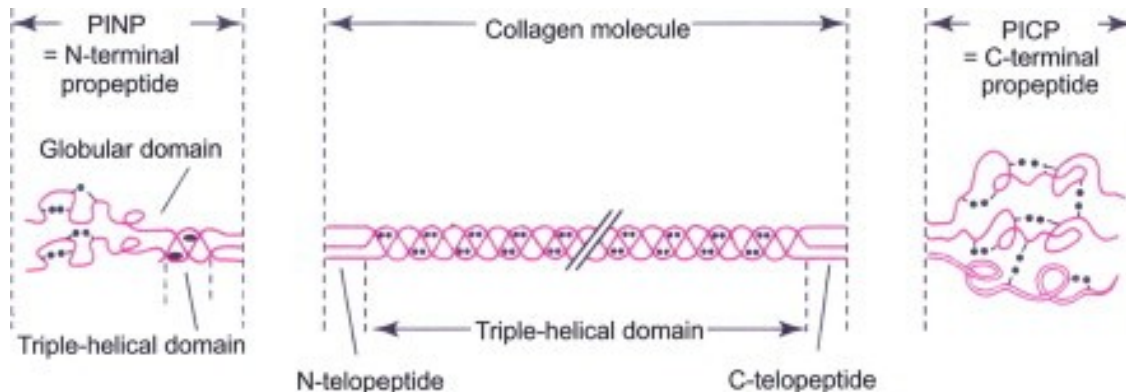
- Membrána osteoblastů
 - Aktivita osteoblastů
- Izoenzymy ALP
- Obtížné odlišení kostní a jaterní ALP
 - Podobná skladba molekul AMK

Osteokalcin

- Vedle kolagenu hlavní bílkovina kostní tkáně
 - Syntéza – karboxylace - vit. K,
 - Silná vazba k hydroxyapatitu
- Vlastnosti
 - Velmi malá molekula, rychle vyloučen močí
 - Zvýšená hladina při renální insuficienci
 - Diurnální rytmus - nejvíce v noci
- Dnes se považuje spíše za ukazatel celkového kostního obratu

Ukazatele odbourání kostní tkáně

- Rozpouštění minerální složky, odbourávání kostní matrix
- Vyplavení vápníku, fosforu, enzymů a degradačních produktů matrix do krve a do moči
- Odpad vápníku močí
- Karboxyterminální telopeptid kolagenu I (ICTP)



Novotvorba x odbourávání kosti

- Novotvorbu zvyšuje
 - STH, insulin, vit. D, fyzická aktivita
- Odbourávání zvyšuje
 - PTH, glukokortikoidy, T3, T4, fyzická inaktivita
- Odbourávání snižuje
 - Kalcitonin, estrogeny

Metabolická onemocnění kostní tkáně

- Osteoporóza – úbytek kostní hmoty (rovnoměrný úbytek organické i anorganické matrix) – zvýšená fragilita
- Civilizační onemocnění – postihuje 7-8% populace
- Starší ženy – postmenopauza

- Dg. – měření denzity kostní tkáně
- Laboratorní parametry – sledování úspěšnosti léčby

Metabolická onemocnění kostní tkáně

- Osteomalácie – snížení minerální komponenty následkem porušené mineralizace
- Křivice – osteomalácie u dětí
- Příčina nedostatek vitamínu D
- Nízká kalcémie, fosfatémie
- Dg. – laboratorní vyšetření, zobrazovací metody