

Periost ja periosti reaktsioon



Gretel-Marie Siimar
I aasta resident
26.4.2023

Periosteal Pathologic Conditions: Imaging Findings and Pathophysiology

Hailey Allen, MD • Nicholas C. Barnthouse, MD • Brian Y. Chan, MD

Author affiliations, funding, and conflicts of interest are listed at [the end of this article](#).

Anatoomia

Periost on tihe vaskulariseeritud sidekude, mis katab kortikaalset luud.

- V.a. sünoviaalliigeste liigespinnad, hüaliinkõhrega kaetud liigespinnad; kõõluste ja ligamentide kinnituskohad, seesamluud (k.a. patella)!

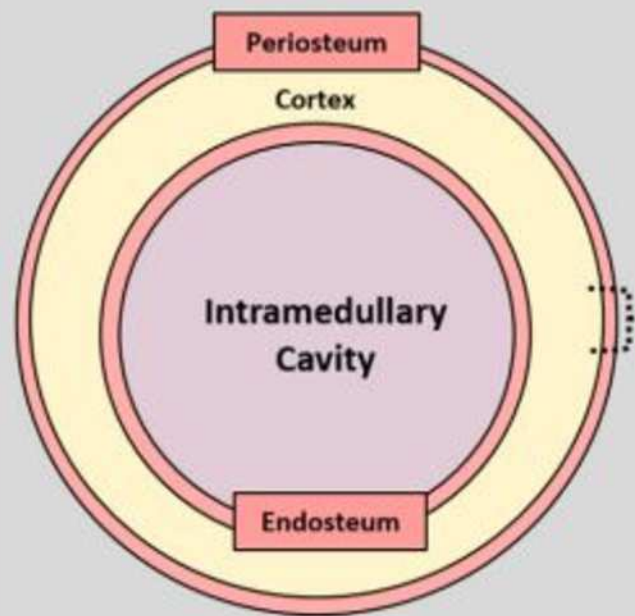
Kaks kihti:

- **Väline fibrooskiht** - tagab struktuursuse
 - Fibroblastid, kollageen, elastiin
 - Liigeskapsli ja epimüüsiumi jätk
 - Periostealsed arterid, mis varustavad periosti O2 ja toitainetega
 - Tihedalt notsiseptiivseid närvikiude
- **Sisemine kambiaalkiht** - osteogeneetiline potentsiaal
 - Osteoblastide ja kondroblastide eelarakud, mis on võimelised luud moodustama -> transversaalne luu kasv (diameetri suurenemine)
 - Kambiumi arterid
 - Sümpaatilised närvikiud ümber arterite. Tagavad veresoonte toonuse ja moduleerivad luu adaptiivset remodelatsiooni.

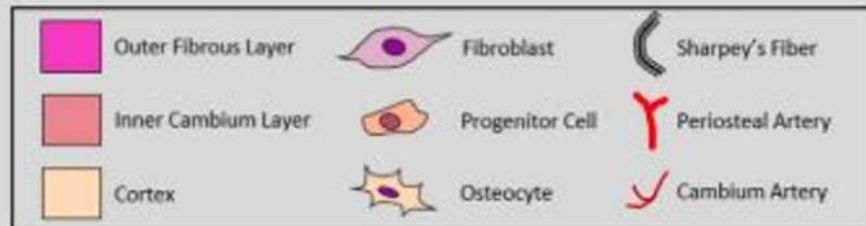
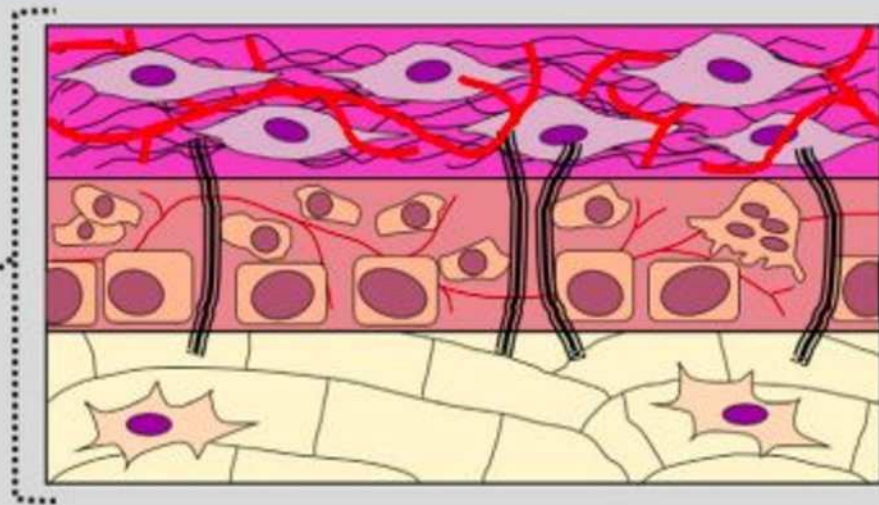
Fibrooskiht ja kambiaalkiht on fikseeritud korteksile tugevate sidekoeliste väätidega (Sharpey kiud)



Patella *sleeve* avulsioonmurd
Punktiiriga märgitud periost



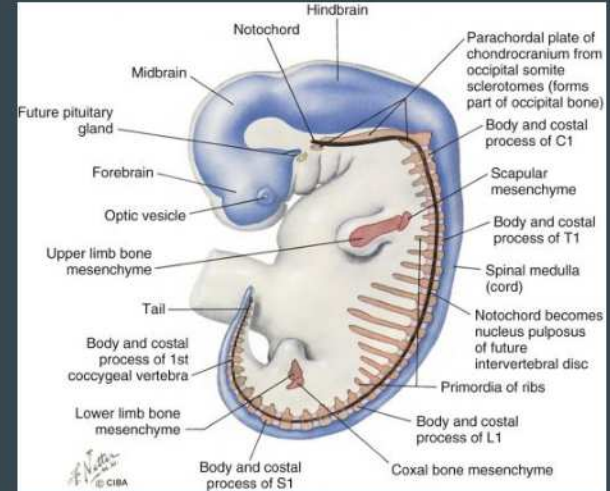
Cross-Sectional Model of Long Bone



Luude areng

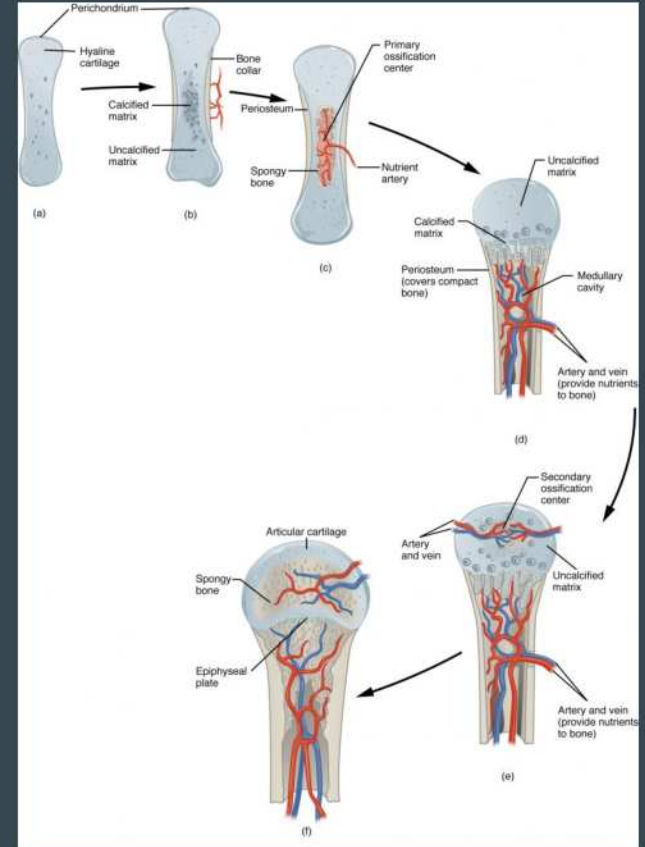
Luud arenevad endokondraalse luustumise (enamik luid) ja intramembranoosse luustumise kaudu (kolju ja näoluud, rangluu mediaalne osa).

1. embrüonaalkuul liiguvad mesenhümaalsed rakud tulevaste luude asukohta ja tekib **mesenhümaalne 'skelett'**, tulevaste luude algeid ei saa selles staadiumis veel eristada (mesenhümaalne arengustaadium)-> see faas on ühine intramembranoossele ja endokondraalsele luustumisele.



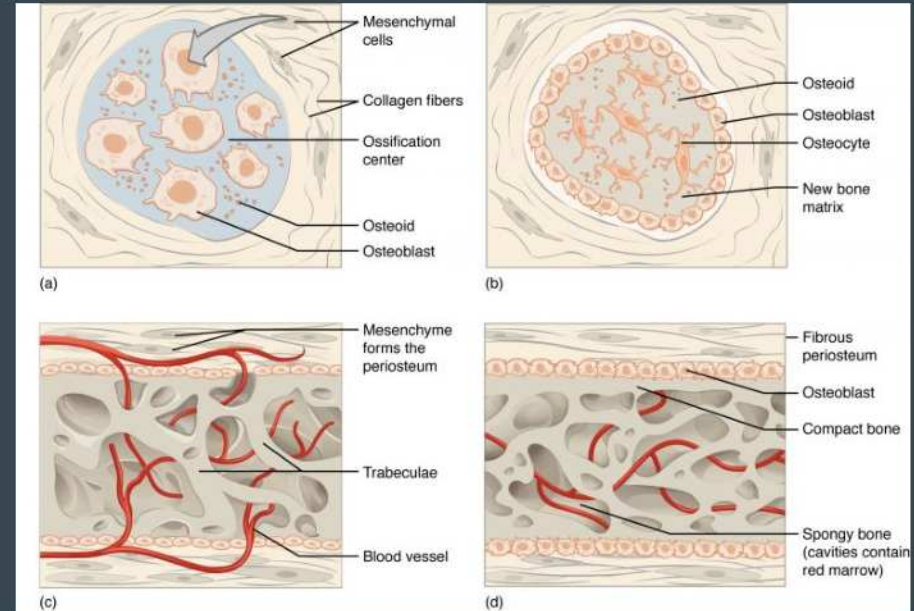
Endokondraalne luustumine

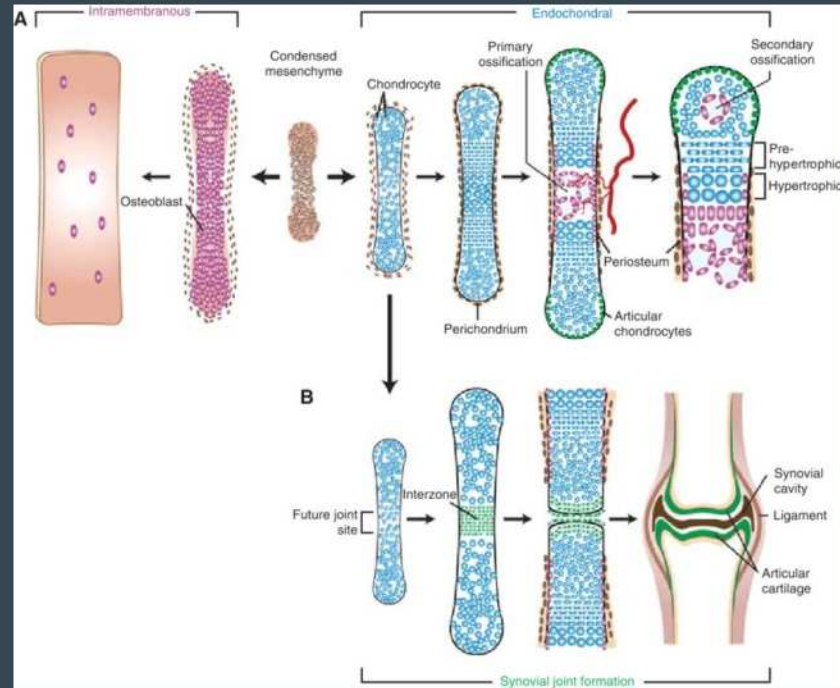
- Kõhreline arengustaadium: 2.embrüonaalkuul mesenhümaalne 'skelett' asendub kondroblastidest tekkinud nn kõhrelise mudeliga (*cartilage model*), mis kasvab nii pikkusesse kui ka laiusesse. Kõhrelise struktuuri pinnale jäävad mesenhüümi rakud, millest tekib perikondrium.
- Perikondrium vaskulariseerub ja kondroblastid diferentseeruvad osteoblastideks -> periost.
- Luuline arengustaadium: 2.embrüonaalkuu lõpus algab ja lõpeb 25.eluaasta paiku. Kõhrelise struktuuri tsentraalsesse ossa tekib luustumistuum, millest luustumine levib perifeersemale (diafüüsis primaarne luustumistuum, epifüüsis sekundaarne).
- Luustumistuumade vahele jääb kõhreline osa (kasvuplaat), mis võimaldab pikisuunalist kasvu. Kõhreline struktuur asendub luuga.
- Luude otstes kõhreline osa ei luustu -> liigeskõhr.
- Endokondraalne luustumine toimub suuremas osas luudest.



Intramembranoosne luustumine

- Kolju lamedad luud (+ fontanellid), enamik näo luid, mandibula, rangluu mediaalne osa.
- Ei läbi kõhrelist ja luulist arengustaadiumit.
- Mesenhümaalne 'skelett' asendub luuga (mesenhümaalsed rakud diferetseeruvad osteoblastideks, tekib luustumistuum ja formeerub luu maatriks).
- Luu pinnale jäävad mesenhümaalsed tüvirakud ja nendest areneb periost.
- Sõltumata luustumise viisist tekib luukude alati mesenhümaalse päritoluga rakkude, osteoblastide tegevusel. Erinevalt teistest kudedest, mis kasvavad nii pinnal kui ka koe sees (nt kõhrkude), kasvab luukude eranditult ainult apositsiooni teel s.t. uue luukoe ladestumise teel juba olemasoleva luu pinnale.





Mesenhümaalsed rakud tekitavad liigeskapsli sarnaselt periostile - liigeskapsel on embrüonaalselt periosti jätk.

Periost erineb vanuseti

Perikondrium on kõige paksem ja vaskulaarsem luu arengu varases faasis, see tagab pideva rakkude jagunemise ja küpsemise.

Lastel on Sharpey kiud üsna hõredalt -> luu ja periosti/perikondriumi vaheline ühendus nõrgem.

- Seetõttu saab lastel toimuda kiire luu kasv (selgitab laste ulatuslikumat periosti reaktsiooni)
- Lapsed on dispooneeritud teatud tüüpi vigastustele nt *periosteal entrapment*



14.a M, korvpalli mängides vigastas põlve.
Salter Harris I, *periosteal entrapment*

Täiskasvanutel kambiaalkiht jääb õhemaks, vaskularisatsioon ja rakuline aktiivsus vähenevad.

- Vigastatud/kahjustatud luus võib kambiaalkiht revaskulariseeruda, et mesenhümaalsete tüvirakkude hulka periostis suurendada -> luu parandamiseks või mehhaanilisest koormusest tingitud muutustele reageerimiseks.
- Vanuse tõustes on see protsess vähem efektiivsem ja periostaalse uue luu formeerumine aeglustub.

Sisemine kambiaalkiht produtseerib pidevalt uusi luulamelle - remodelatsioon -> pidev aeglane luu diameetri suurenemine.

- Pikad toruluud muutuvad jäigemaks -> kompenseerib füsioloogilist endokortikaalse luu kadu (naistel ja osteoporoosi puhul vähem väljendunud).

Periostaalne reaktsioon

Periosti sisemine kambiaalkiht tekitab uue luukihi mingi mõjuri foonil. (Sünonüümid kirjanduses: *periostitis/periosteitis, periosteal new bone formation*)

Jaotus:

- Mitteagressiivne/beniigne (A-D)
- Agressiivne (E-I) ← Ei võrdu benigne ja maliigse protsessiga!
- Fokaalne (trauma, tuumor, infektsioon)
- Difuusne/multifokaalne

Mitmeid eri tüüpe võib olla samaaegselt - protsessi agressiivsust hinnata kõige agressiivsema tüübi järgi.

*Radioloogiliselt normis periost ei ole korteksist eristatav.

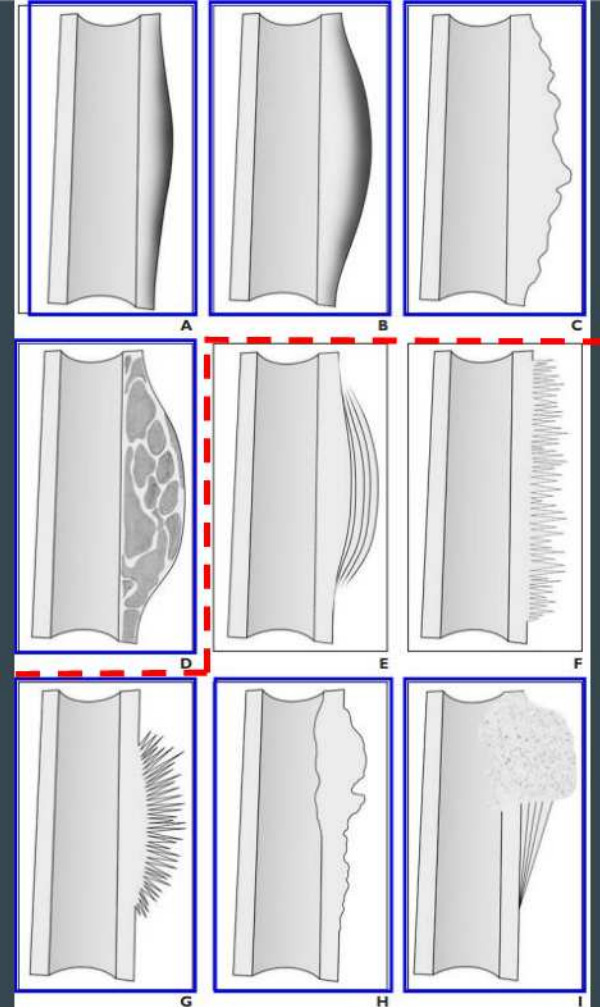


Fig. 1—Various subtypes of nonaggressive and aggressive periosteal reaction. A–I. Diagrams show thin (A), solid (B), thick irregular (C), septated (D), laminated (onionskin) (E), perpendicular/hair-on-end (F), sunburst (G), disorganized (H), and Codman triangle (I) periosteal reactions. (Courtesy of Larson ME, Boston, MA)

Radioloogilised modaliteedid periosti hindamiseks

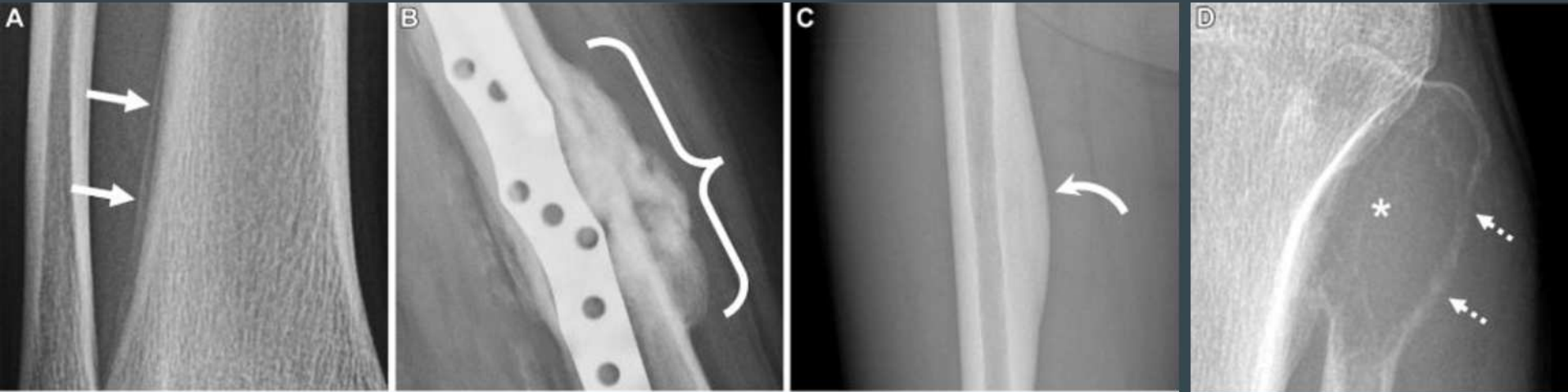
RÖ - esmane diagnostika. Saab hinnata maatriksi mineralisatsiooni ja periosti reaktsiooni.

KT- lihtsam hinnata periosti reaktsiooni piirkondades, kus kattuvaid struktuure palju nt kolju ja vaagen. Väikeste lesioonide hindamiseks parem nt osteoid osteoom.

MRT- norm periost on ühtlaselt hüpodensne kõikides sekventsides. MRT-ga võimalik hinnata mitte mineraliseerunud periosti ja mõningaid murru komplikatsioone nt subperiostaalne hematoom ja *periostal entrapment*. Õhukest mineraliseerunud periosti on raske hinnata, abiks oleks kui oleks Rö/KT kõrval. Periosti reaktsiooni korral on periost heterogeensem ja tõusnud signaaliga, ümber tursesignaal. MRT puhul saab lisainfot luuüdi kohta ja saab hinnata lesiooni/infektsiooni ulatust.

Mitteagressiivne periostaalne reaktsioon

- Aeglased ja organiseeritud protsessid, pigem beniigsed protsessid.
- Luul on aega reageerida ja formeerida uus luu kiht. Periosti reaktsioon on ühtlane ja katkematu.
- Nt trauma, iatrogenne luukahjustuse (osteotoomia) ja aeglaselt kasvavate tuumorite korral



Thin

Thick irregular

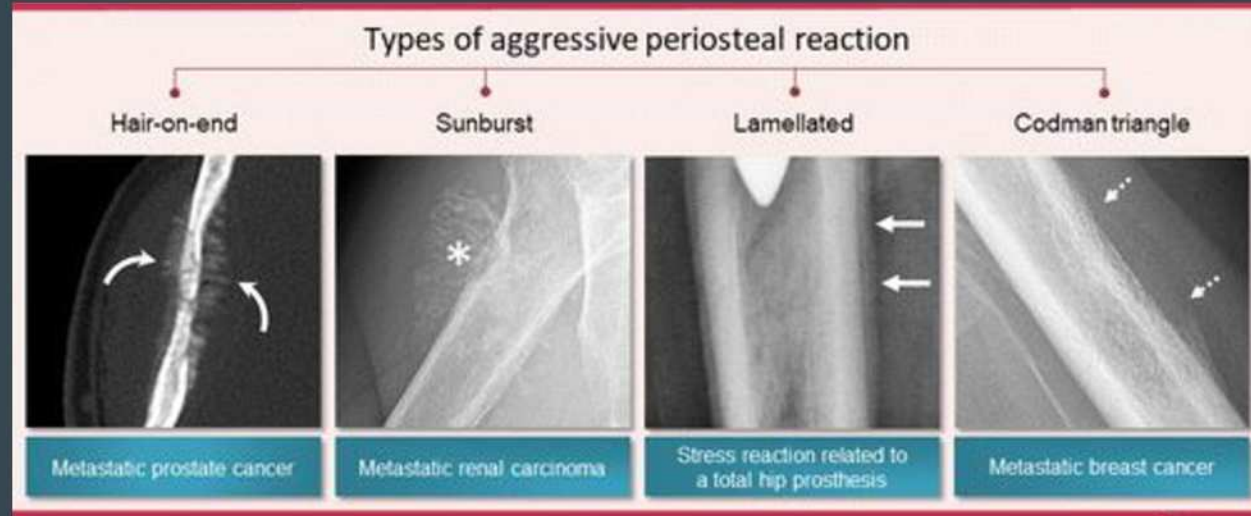
Solid

Shell

Agressiivne periostaalne reaktsioon

Luid kahjustav protsess on kiirem kui luu reparaatsioonivõime -> kompleksem ja disorganiseeritum periostaalne reaktsioon. Tavaliselt maliigsed protsessid.

- '**Onion skin**' muster: Periooditi/katkendlikult kasvav lesioon võimaldab periostil formeeruda nendel perioodidel kui aeglasem kasv ja perioodil kui on kiirem kasv, siis tekib periosti elevatsioon
- Kiire ja pidev protsess ei lase periostil formeeruda ja venitatakse välja Sharpey kiud, mis ossifitseeruvad, perpendikulaarsed korteksiga (**hair-on-end**) või lähtuvad radiaalselt tsentrist (**sunburst**)
- **Codman triangle**: Kiiresti kasvava massi puhul jõuab periostaalne reaktsioon tekkida vaid lesiooni ääres -> nurga all asetsev õhukene katkev periosti reaktsioon.



Fokaalne periosti reaktsioon

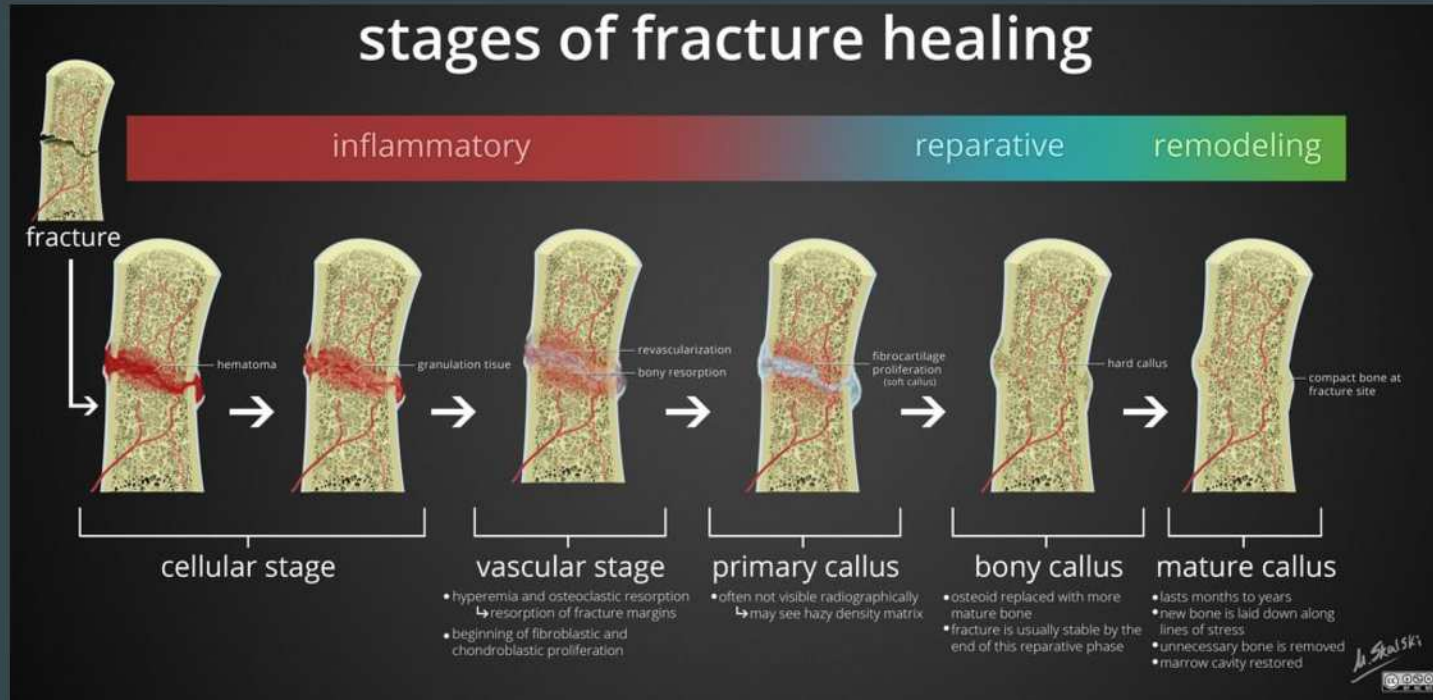
1) Traumaatiline

- Korteksi kahjustus -> füsioloogiline periosti reaktsioon -> murru paranemine
- Laste vigastused
 - subperiostaalne hematoom sagedamini
 - *periosteal entrapment*



15.a M. Tibia Salter-Harris II murd.
Periosti elevatsioon ja subperiostaalne hematoom.

Luumurru normaalse paranemise korral on näha, kuidas periost aitab säilitada normaalset luude struktuuri. Periosti kambiaalkihist migreeruvad diferentseerumisvõimelised rakud kahjustatud kohta.



Radioloogiliselt on periosteaalne reaktsioon näha:

- täiskasvanutel 10 päeva - 3 nädala pärast
- lastel 5 päeva pärast

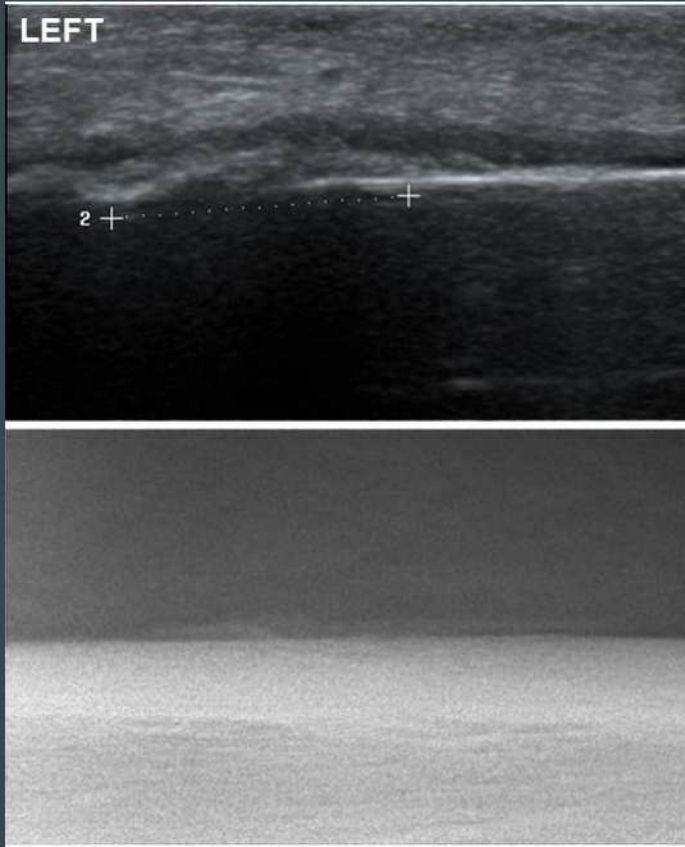
12.a M, kodarluu metafüüsi murd



Subperiostaalne hematoom.

Periosti reaktsioon.
Mesenhümaalsed tüvirakud +
granulatsioonkude ja
neovaskularisatsioon.

Kallus formeerunud.
Osteoklastid lõhustavad seda
järg-järgult ja tekib luu.



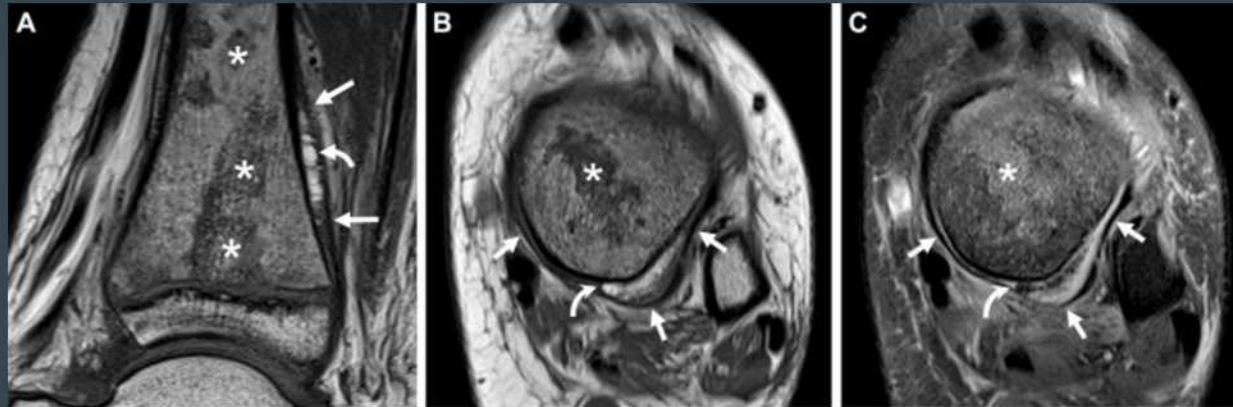
50.a M alustas hiljuti intensiivse jooksutreeninguga. Tugev tuim valu säärtes, mis koormusega süveneb. Periosti reaktsioon, teisel jalal sarnane leid -> Mediaalse tibia stress sündroom MRT kõige sensitivsem.

2) Infektsioosne

- Nii ägedad kui kroonilised infektsioonid
- Periosti reaktsiooni morfoloogia oleneb tekitajast ja selle agressiivsusest.

Ägedad infektsioonid nt äge osteomüeliit: Purulentne materjal koguneb luus -> tekitab intramedullaarse rõhu tõusu. Lastel võib kergemini periost ülesse tõusta ja sinna alla võib mäda koguneda, tekib subperiostaalne abstsess, mida peab kirurgiliselt lahendama. Luuüdi isheemia või bakterite vabastatud lüütilistele ensüümide tõttu võivad rasvarakud pääseda subperiostaalsesse ruumi -> subperiostaalsed rasva gloobulid või rasva-mäda kihid.

Kroonilise infektsiooni puhul organism üritab tekitada kapsli infektsiooni ümber, kolde ümber on periost irregulaarne ja korteks paksenenud.



12.a M, äge osteomüeliit, palavik, atraumaatiline vasaku hüppeliigese valu ja turse. Distaalses tibias T1-s(A,B) laiguline luuüdi hüpointensiivsed alad (*), periosti elevatsioon (sirge nool). Subperiostaalselt globulaarselt hüperintensiivne signaal. PDW FS kujutisel subperiostaalsel näha signaali kadu -> rasvarakke sisaldav.

3) Neoplastiline

Primaarsed kasvaja ja metastaasid.

Periosti reaktsiooni tüüp ei ole otseselt seotud lesiooni tüübiga, kuid annab vihjeid selle agressiivsuse kohta.

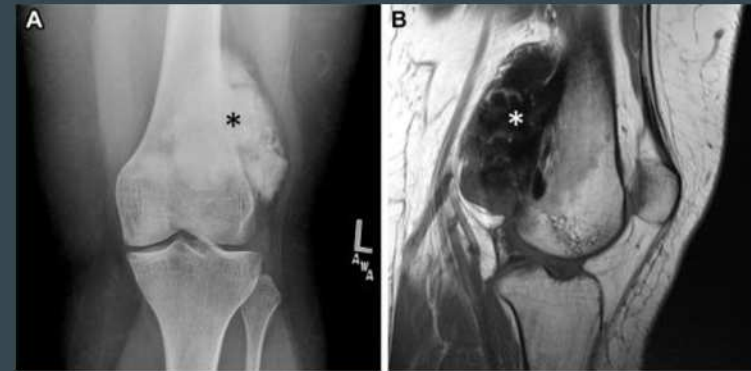
Metaboolselt aktiivsemad ja kiiresti kasvavad tuumorid destruierivad korteksit kiiremini kui organism seda parandada jõuab. Seetõttu tekib agressiivne periosti reaktsioon.

Mitteagressivse lesiooni korral tekkinud oodatust agressiivsem periosti reaktsioon võib viidata, et lesiooni foonil tekkinud patoloogiline murd. Nt suure luutsüsti kõrval murd.

Tüüpilisema radioloogilise pildiga leiud: osteoid osteoom, parostaalne osteosarkoom, periostaalne osteosarkoom.



Osteoid osteoom



Parosteaalne osteosarkoom

Osteoid osteoom. Beniigne tuumor

Lastel. Öösel süvenev tuim valu, NSAID-idega leeveneb. Kõige sagedamini reieluu kaelas. Röntgen võib olla normis. Hõredam niidus, mille ümber ühtlane periosti reaktsioon ja korteks paksenenud.

Parostaalne osteosarkoom. *Low-grade* tuumor

Noortel täiskasvanutel ja 3. dekaadis. Asümptomaatiline. Periosti fibrooskihist. Enamasti metafüüsis, sagedamini distaalse reieluu tagaosas. Eksofüütne lobulaarne mass, luuga ühenduses tsentraalselt tihedam ala. *String sign* (õhukene joon eraldab Tu ja korteksit). Kortikaalne paksenemine ilma agressiivse periosti reaktsioonita.

Periostaalne osteosarkoom. *Intermediate-grade* tuumor

Turse +/- valu nädalaid/kuid. Periosti kambiaalkihist. Enamasti diafüüsis, sagedamini reieluus ja sääreluus. Laial pinnal osaliselt mineraliseerunud pehme koeline mass, lesiooni aluse diafüüsi tihenemine ja selles erosioonid. Perpetikulaarne või *spiculated* periosti reaktsioon. Tavaliselt hõlmab korteksi diameetrist 50%.



Periostaalne osteosarkoom

Difuusne/multifokaalne periostaalne reaktsioon

- Tavaliselt morfoloogiliselt mitteagressiivne sümmeetriline periosti reaktsioon.
- Sagedamini süsteemne haigus põhjuseks -> kliinik on oluline!

Causes of Diffuse or Multifocal Periosteal Reaction

Trauma

- Nonaccidental trauma (child abuse, elder abuse, intimate or partner violence)
- Repetitive falls or injury due to chronically impaired balance or weakness

Neoplastic

- Metastatic disease
- Langerhans cell histiocytosis

Hematologic

- Leukemia
- Lymphoma

Congenital

- Physiologic periostitis of the newborn
- Infantile cortical hyperostosis (Caffey disease)
- Sickle cell anemia

Inflammatory

- Psoriatic arthritis
- Reactive arthritis

Vascular

- Chronic venous insufficiency

Metabolic

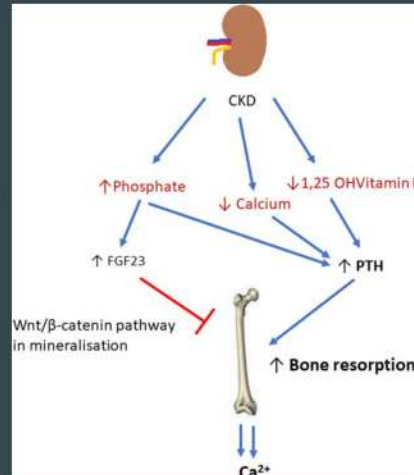
- Hypertrophic osteoarthropathy
- Thyroid acropachy
- Hypovitaminosis C (scurvy)
- Fluorosis
- Rickets
- Hypervitaminosis A

Drug related

- Voriconazole
- Prostaglandins

Difuusse periostaalse reaktsiooni miimik: difuusne subperiostaalne resorptsioon

- Sekundaarne hüperparatüroidism (nt. renaalse osteodüstroofia korral)
- Periostaalne reaktsioon tekib luu korteksi peal ja luu maht näib olevat tõusnud. Subperiostaalne resorptsioon tekib sügaval korteksis ja luukoe maht näib vähenevat.
- Pildiliselt võib olla sarnane. Ligamentide kinnituskohdade alusi luu resorptsioon aitab eristada (periosti seal ei esine ja seega ka periostaalset reaktsiooni).



30.a N, krooniline neerupuudulikkus ja PTH tõusnud.
Proksimaalsete ja mediaalsete faalanksite radiaalsetes külgedel subperiostaalne resorptsioon

1) Hematoloogiline

Leukeemia

- Leukeemilised rakud infiltreerivad luuüdi õõnt ja liiguvad mööda Haversian ja Volkmann kanaleid pidi korteksisse, mis kombinatsioonid intramedullaarse rõhu tõusuga põhjustavad periosti elevatsiooni.
- Periosti reaktsioon tüüpiliselt hõlmab pikki luid (eriti tibia ja fibula diafüüsi) ja ilmselt seotud valuga. Tavaliselt õhukene/lamellaarne, kuid võib olla ka agressiivsem.
- Lisaks: Röntgenoloogiliselt hõredad metafüüsi väädid, difuusne luuüdi *replacement*, hepatosplenomegalia.

Lümfoom

- Võib tekitada periosti reaktsiooni.
- Sagedasemad hoopis fokaalsed lesioonid, mis laienevad luu väliselt ilma korteksi destruktsioonita või periostaalse reaktsioonita.

Fig. 2—8-month-old girl with periosteal reaction due to acute myeloid leukemia. **A and B.** Anteroposterior (**A**) and lateral (**B**) radiographs of right femur show smooth periosteal reaction (arrows). Left femur (not shown) had similar appearance.

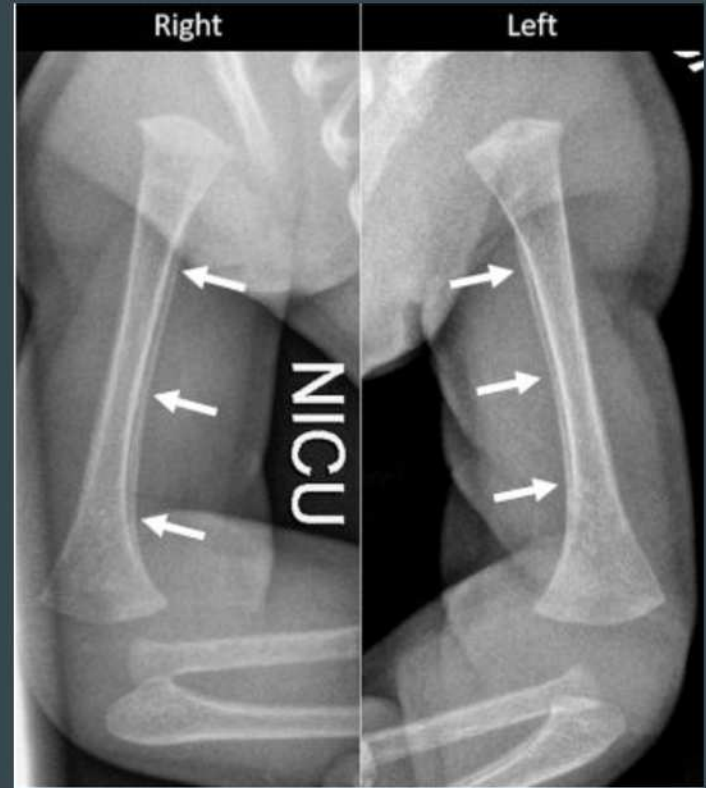


2) Kongenitaalne

Füsioloogiline periostiit

- Vastsündinu füsioloogiline periostiit tekib tavaliselt kuni 6 kuustel ja põhjuseks arvatakse olevat kiire sünnijärgne luude kasv.
- Tavaliselt juhuleid.
- Tavaliselt bilateraalne sümmeetriline pikkade toruluude diafüüsis, õhukene kiht ümber luu (rõ võib tunduda, et prevaleerub vaid ühel pool).
- Trauma tuleb välistada.

DDx: Caffey tõbi ehk infantiilne kortikaalne hüperostoos, kollagenopaatia tüüp I. Palavik, valulik pehme koe turse, põletikumarkerite tõus, enamasti iselimeeruv 2-3 aastaga. Sarnasel ajal esinevad.



8-nädalane beebi. Periosti reaktsioon bilateralselt õlavarreluu diafüüsis - füsioloogiline periostiit.

3) Põletikuline

Patoloogiline osteoproliferatsioon võib olla seotud kõikide seronegatiivsete artriitidega, kuid sagedamini psoriaatilise artropaatiaga.

- Tavaliselt esinevad naha muutused u 10 a enne osteoartikulaarseid muutuseid, väiksel osal pt-dest võib artropaatia tekkida esimesena või koos naha muutustega.
- Periostiit väljendub kortikaalse paksenemise või korteksile uue luukihi formeerumisega proksimaalsete ja mediaalsete faalanksite radiaalsel küljel.



45.a M, psoriaatiline artriit, parema käe valu ja turse. Äärmised erosioonid (punktiirnool), periostiit (sirge nool), fusiformne pehme koe turse (kaarjas nool).

4) Vaskulaarne

Venoosne puudulikkus

- Suurenenud interstitsiaalne vedelik tekitab survet periosteumile. See põhjustab reaktiivse, bilateraalselt sümmeetrilise periostaalse reaktsiooni.
- Sagedamini tibial ja fibulal.
- Lisaks võivad olla pehme koe kaltsifikatsioonid, fleboliidid ja subkutaane ödeem.
- Venoosse staasi puhul on periosti reaktsioon juhuleid ja ei oma prognostilist väärtust. Periosti reaktsiooni ulatus oleneb patsiendi vanusest ja kui pikalt venoosne staas kestnud.



79.a N, venoosne puudulikkus ja
jalgade turse.
Periosti reaktsioon (nooled)

5) Metaboolne

Hüpertroofiline osteoartropaatia

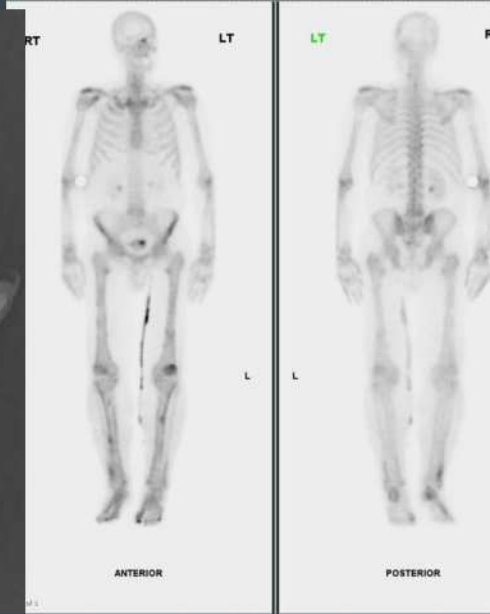
- Periosti reaktsioon ilma allasetseva luulesioonita. Enamasti sümmeetriline pikkade toruluude ja lühikeste tubulaarsete luude diafüüsi piirkonnas.
- Enamasti sekundaarne muutus (97%), primaarselt on kardiopulmonaarne, GI, endokriinne, hematoloogiline või põletikuline haigus.
- Sagedamini hüpertroofiline pulmonaarne osteoartropaatia mitte-väikerakk kopsuvähi korral.
- Pehme koe ebanormaalse proliferatsiooni tõttu võivad tekkida trummipulksõrmed.

Skorbuut

- Hüpvitaminoos. Meremeeste haigus. Vitamiin C on vajalik normaalse kollageeni sünteesiks. Varud lõppevad 1-3 kuuga.
- Sidekoe nõrkus -> naha, luu ja vaskulaarsete struktuuride kahjustus.
- Osteopeenia, kortiksi õhenemine, kostokondraalse ühenduse vahandid ja patoloogilised murrud, Subperiostaalne hemorraagia (vaskulaarsete struktuuride nõrkusest) tekitab periosti elevatsiooni ja turset.



Sümmeetriline periosti reaktsioon hüpertroofilise pulmonaarse osteoartropaatia korral.



Tc99m MDP stsintigraafia. "tram-track" või "double stripe" muster metafüüsides hüpertroofilise osteoartropaatia puhul.
DDx: venoosne puudulikkus.

Tänan!

Kasutatud kirjandus:

- <https://pubs.rsna.org/doi/epdf/10.1148/rg.220120>
- <https://radiopaedia.org/>
- Lepp, A. (1974). *Inimese anatoomia I*. Tallinn: Valgus.
- <https://open.oregonstate.edu/aandp/chapter/6-4-bone-formation-and-development/>
- <https://radsourc.us/trapped-periosteum/>
- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2826636/>
- <https://www.istockphoto.com/vector/spongy-vs-compact-bone-comparison-with-anatomical-structure-outline-diagram-gm1364561321-435734282>
- <https://www.ajronline.org/doi/pdf/10.2214/AJR.19.21833>
- <https://radiologykey.com/fetal-musculoskeletal-system-3/>
- <https://rad.washington.edu/about-us/academic-sections/musculoskeletal-radiology/teaching-materials/online-musculoskeletal-radiology-book/periosteal-reaction/>
- <https://www.ajronline.org/doi/pdfplus/10.2214/AJR.09.3300?src=recsys>