

Reieluu proksimaalse osa tugevus ja Singhi indeks

Rein Koha – Sotsiaalkindlustusameti ekspertarst

reieluukaela trabekulaar-arhitektoonika, Singhi indeks, vedelkristallid, luu tugevus

Ekspirimendis, kus reieluu pähikut mõjutati reieluu diafüüsiga ristisuunalise jõuga kuni reieluumurrud tekkeni ning leiti, et reieluukaela piirkonna mineraalainete sisalduse ja luu tugevuse vahel puudub korrelatsioon. Seega, osteoporoosi väljendusaste ei ole alati luu tugevuse näitajaks. Luu tugevuse tagab ka I tüüpi kollageeni fraktsioon, tema vedelkristallilised omadused.

Huvitava kontseptsiooni esitasid M. Singh ja kaasautorid 1970. aastal, näidates, et frontaal-tasapinnas tehtud röntgeniülesvõttel reieluukaela säsiolluse trabekulaar-arhitektoonika muutuste järgi saab määrata osteoporoosi intensiivsust (1). Trabekulite puudumisel (Singhi indeks 1–2) diagnoositi väljakujunenud osteoporoosi. Singhi indeks 5–6 iseloomustas kõikide trabekulaargruppide olemasolul kahjustamata luud. Kirjeldatud meetodit kasutati mitmes uuringus (2), kuid hilisematel uuringutel selgus, et see meetod ei ole osteoporoosi hindamiseks adekvaatne (3, 4). Artiklis on tutvustatud eksperimenditaalset uuringut, kus hinnati seost Singhi indeksi ja luu tugevuse vahel.

Uurimismaterjal ja meetod

Kasutati 77 laiba skeletereitud reieluud ning luumurrud kutsuti esile eespool kirjeldatud meetodil, nii et reieluu pähikule mõjuv jõud oli ristisuunaline reieluu diafüüsiga (5). Pärast murdude tekitamist tehti röntgeniülesvõtted reieluu proksimaalsest osast kahes projektsioonis ning määrati Singhi indeks (1). Korrelatsiooni arvutamisel kasutati programmi Chart Exel.

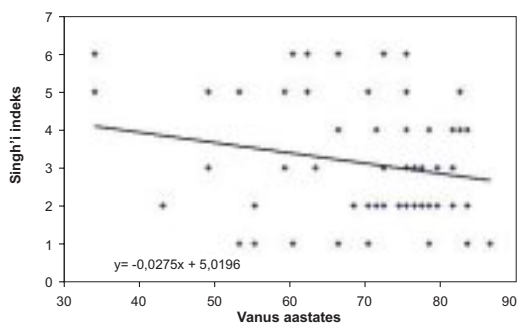
Tulemused

Singhi indeksi ja murru tekitamiseks kulunud jõu vahel korrelatsiooni ei leitud: $r = -0,107$; $p > 0,05$. Ilmnes negatiivne lineaarne korrelatsioon luu vanuse ja murruks kulunud jõu vahel: $r = -0,414$; $p < 0,0005$ (vt jn 1). Samuti leiti negatiivne korrelatsioon Singhi indeksi ja luu vanuse vahel: $r = -0,230$; $p < 0,025$ (vt jn 2).

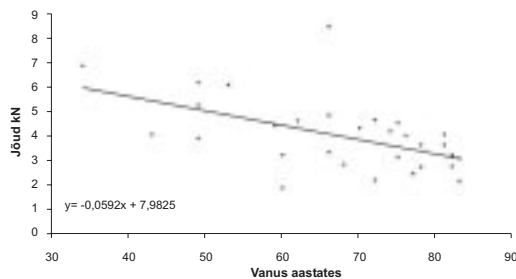
Arutelu

Ekspirimendis ilmnis, et juhtudel, kui röntgeniülesvõtetel luu trabekulaarne arhitektooniline struktuur puudus (Singhi indeks I–II), kulus luu murruks tunduvalt rohkem jõudu kui nendel juhtudel, kui arhitektoonika oli selgesti eristatav (Singhi indeks IV–VI). Tulemused on esitatud fotodel 1 ja 2. Meie materjali analüüsil ilmnis selgelt, et vananedes väheneb röntgenoloogiliselt eristatav luu trabekulaarsus, kuid see ei ole alati luu nõrkuse näitajaks. Teatavasti kujutab inimese reieluu endast keerulist haprast materjalist koosnevat mittehomoogeenset varrast. Nii on leitud eksperimendis positiivne lineaarne korrelatsioon reieluukaela säsiolluse mineraalide tiheduse ja murruks kulunud jõu vahel, seda aga ei täheldatud reieluukaela kortikaalse osa mineraalide tiheduse ja murdu esilekutsunud jõu vahel (6). Reieluukaela isoleeritud murdude esilekutsumisel eksperimendis ei leitud vanemate naiste (67–80 a) luude puhul korrelatiivset seost kaelapiirkonna mineraalide tiheduse ega luu murruks kulunud jõu vahel (5). Igapäevases kliinilises praktikas sõltub reieluukaela murru iseloomu reie asendist inimese kukkudes. Samuti peab arvestama ka teatavat reieluu elastsust, mille tagavad luu orgaanilised komponendid, eelkõige I tüüpi kollageeni fraktsioon, mis moodustab 90% luu orgaanilistest komponentidest (8).

Oma füüsikalistelt omadustelt kujutavad kollageenmolekulid endast vedelkristalle – A-smektikuid (9). A-smektikutele iseloomulikud omadused tulevad esile luule mõjuvate tugevate jõudude korral, mida saame sedastada ka tavalises valgus-



Joonis 1. Korrelatsioon Singh'i indeksi ja luu vanuse vahel eksperimentis.



Joonis 2. Korrelatsioon murraks kulunud jõu ja luu vanuse vahel eksperimentis.

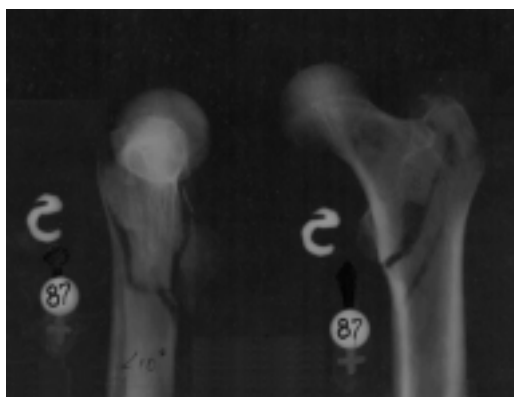


Foto 1. Eksperimentis tekitatud reieluukaela trohhanteerne murd 82aastase naise reieluul (jõudu kulunud 2,7 kN; Singh'i indeks 5).

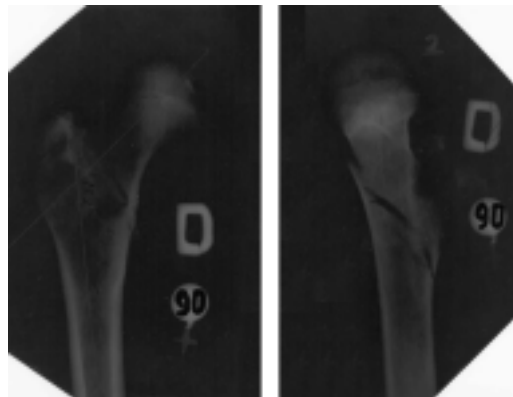


Foto 2. Eksperimentis tekitatud reieluukaela trohhanteerne murd 77aastase naise reieluul (jõudu kulunud 4,1 kN; Singh'i indeks 2).

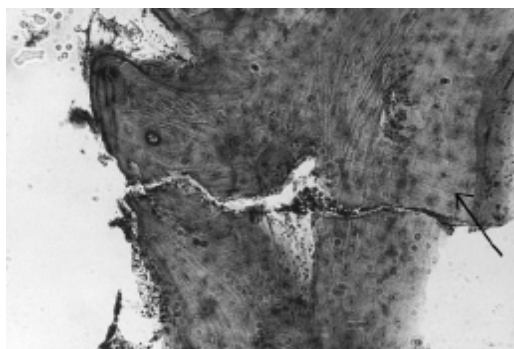


Foto 3. Mikrofoto 66aastase naise reieluukaela trohhanteerse piirkonna trabekulaaralast (48kordne suurendus, värvitud hematoksüliin-eosiiniga). Eksperimentaalne murd on tekitatud survega reieluu pähikule jõuga 3,3 kN. Nähtav luu rakuline ehitus. Foto alumises osas on nähtavad paralleeljooned, mis on tekkinud vedelkristallide transformatsioonist surve tõttu.

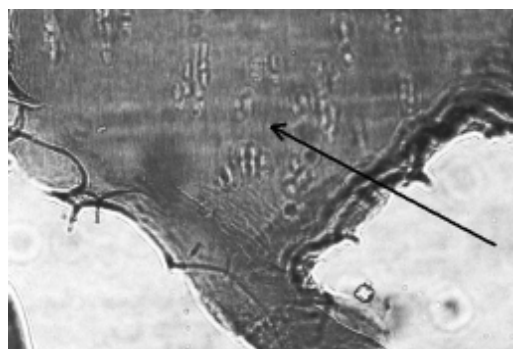


Foto 4. Mikrofoto 77aastase naise reieluu pähiku piirkonnast (48kordne suurendus, värvitud hematoksüliin-eosiiniga). Nähtav luu rakuline ehitus. Foto alumises osas nähtavad paralleeljooned näitavad surve tõttu tekkinud vedelkristallide transformatsiooni. Varemalt esinenud reieluukaela murd (osutatud joonega).

mikroskoobis (vt foto 3) (10). Luu interstiitsiaalses koes tekivad jõu suunale risti- või tangentsiaalses suunas kollageenmolekulide nihkumised – smektikud käituvad kui vedelikud. Jõu suunale aga töötavad nad vastu nagu kristallid. Nihkumise tulemusena näeme histoloogilistes lõikudes paralleeljooni, nende joonte suunas tekib ka molekulaahelate lahtirebimisi, mis lõpptulemusena võivad viia murruni. Selline A-smektikutele iseloomulik fenomen on demonstreeritav ka elupuhuselt mõjuvate jõude korral, kui need põhjustavad luumurru (vt foto 4).

Kirurgilises praktikas luudel opereerides võib veenduda tihti luukoe väikses vastupidavuses, samal ajal olid need patsiendid enne operatsiooni normaalselt koormatud ja neil ei tekkinud luumurdu.

Alati jääb vastamata küsimus, miks ei teki murdusid habrastel luudel nende tavalisel koormamisel – käimine, väheste raskuste kandmine. On võimalik, et see on tingitud vedelkristallide – A-smektikute omadustest: nad töötavad vastu luudele mõjuvale jõule kui tahked kristallid (9). Vedelkristallides on võimalik muutusi esile kutsuda ka väheste energiakuluga. Võib eeldada, et neurogeensete mõjutustega on võimalik vedelkristalle transformeerida ja sellega luu tugevust mõjutada. Näiteks on treenitud tsirkuseartistid labakäe servaga lüües suutelised purustama telliseid või laudu. Ühelt poolt on see lihastreeningu tulemus, et lüüa küllalt tugeva jõuga; teiselt poolt võib see olla kollageenkiudude neurogeenne mõjus, et nad suudavad töötada jõu suunale vastu. Teadaolevalt sisaldavad peale luukoe ka pehmed koed rohkelt kollageenkiude.

Kirjandus

1. Singh M, Nagrath AR, Maini PS. Changes in trabecular pattern of the upper end of the femur as an index of osteoporosis. *J Bone Joint Surg* 1970;52:457–67.
2. Dretakis EM, Christotoulou NA. Significance of endogenic factors in the location of fractures of the proximal femur. *Acta Orthop Scand* 1983;54:198–203.
3. Eriksson SAF, Widhe TL. Bone mass in women with hip fracture. *Acta Orthop Scand* 1988;59:19–23.
4. Pogrand H, Rigal WM, Makin M, Robin G, Menzel J, Steinberg R. Determination of osteoporosis in patients with fractured femoral neck using the Singh index: a Jerusalem study. *Clin Orthop Rel Res* 1981.
5. Ruga L, Saar A, Koha R. Reieluu proksimaalse osa murdude etioloogia. *Eesti Arst* 2001;80:531–6.
6. Alhio A, Torstein H, Hoiseth A. Bone mineral content and mechanical strength: an *ex vivo* study on human femora at autopsy. *Clin Orthop* 1988;227:292–7.
7. Dalen N, Hellström LG, Jacobson B. Bone mineral content and mechanical strength of the femoral neck. *Acta Orthop Scand* 1976;47:503–8.
8. Lind M. Growth factor stimulation of bone healing. Effects on osteoblasts, osteotomies, and implant fixation. *Acta Orthop Scand* 1998;69:283.
9. Hukins DW. Bone stiffness explained by the liquid crystal model of the collagen fibril. *J Theor Biol* 1978;71:661–7.
10. Ruga L, Saar A, Tõdernitšenko S, Koha R. Inimese luu- ja kõhrkoe muutustest tugeva muljumise korral. *Eesti Teadlaste Kongress*. Tallinn; 1996.lk32.

Summary

Strength of the proximal femur and the Singh index

Experimentally, a fracture was generated on the neck of the femur of 77 cadavers. The relationship between bone mineral content (the Singh index was determined) and the force applied to inflict the fracture was established. A negative correlation was found between bone age and the force used to generate the fracture, whereas no correlation was revealed between the Singh

index and the force used to generate the fracture. The author concludes that bone mineral content is not the only factor determining bone strength. Possibly, bone strength is also dependent on the liquid crystal properties of the type I collagen fraction.

rein.koha.001@mail.ee