

# Polvilumpion anatomia ja biomekaniikka sekä radiologia

Arsi Harilainen

Sairaala ORTON

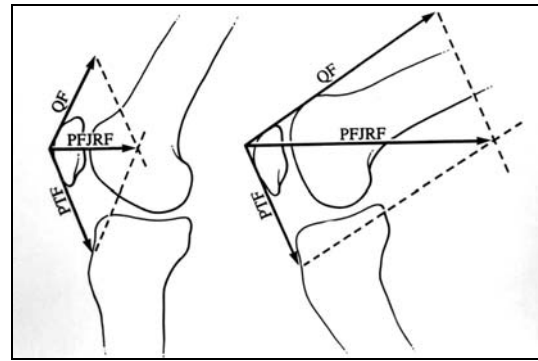
Patella on suurin "sesamliu", jossa voidaan erottaa jopa seitsemän erikokoisesta fasettia, kolme mediaalista ja kolme lateraalista (1,2). Mediaalipuolella sijaitsee "lisä"- fasetti (odd-facet). Yleensä puhutaan vain patellan mediaalisesta ja lateraalisesta osasta (fasetista).

Patella sijaitsee lateraalisesti täydessä ojennuksessa mutta siirtyy mediaalisuuntaan fleksiassa. Täydessä ojennuksessa polvilumpio on suprapatellaarisessa tilassa nivelkalvon ja rasvan pehmustamassa kuopassa (3). Ensimmäinen kontakti patellan ja femurin välillä tapahtuu 10-20 asteen fleksiassa, jolloin patellan nivelruston distaalisin kärki osuu sulcus femorikseen. Sen jälkeen patella liukuu s-muotoista liikerataa kohti sulcusta ja kontaktipinta patellassa leviää proksimaalisemmaksi ja vastaavasti sulcuksessa distaalisemmaksi. Porraskävelyn ja kyykistymisen aikana patellan nivelpintaan voi kohdistua 7-8 kertaa kehon painon ylittävä voima (Kuva 1). Koukistuksen lisääntyessä kasvaa patellaan kohdistuva voima enemmän kuin patellan niveltyvän alueen pinta-ala (2).

Patellan kulkua ohjaavat quadriceps-mekanismiin vetosuunta ja patellajänteen kiinnityskohdan sijainti sääriluussa. Spina iliaca anterior superiorin ja patellan keskipisteen sekä patellan keskipisteen ja tibian tuberculumin välisen kulmaa sanotaan quadriceps-kulmaksi (Q-kulma, Kuva 2). Normaaliarvoina pidetään miehillä 8 - 14 astetta ja naisilla 11 - 20 astetta (4).

Polvilumpion tärkein funktio on quadricepslihaksen voiman välittäminen patellajänteen kautta sääriluuhun. Pitkien vipuvarsiensa (femur ja tibia) kautta välittyvä voima tehostuu myös siksi, että ojentajalihas kiinnittyy patellan päälle (väkipyöräefekti) - kauemmaksi polven rotation keskipisteestä (Kuva 1). Tällä tavoin ojennusvoima kasvaa noin 30%. Polvilumpionivelen kitka on rustopinnojen ominaisuuksista johtuen varsin pieni, jolloin energiahukka on vähäistä. Polvilum-

pionivelen muoto (kolmiomainen poikkileikkaukseltaan ja molemmat fasetit sulcus femorista vasten nivellyen) mahdollistaa myös puristusvoiman tasaisen jakautumisen nivelleen. Polvilumpionivelen muodon ansiosta nivel pysyy paikoillaan, siihenhän kohdistuu lateralisoiiva voimavektori johtuen "quadriceps-kulmasta" (Q-kulma, kuvat 2 ja 3).



Kuva 1. Polvilumpionivelen kohdistuvat voimat.

Kuva 2. Polvilumpioon kiinnittyvät lihakset ja niiden "vetosuunnat".

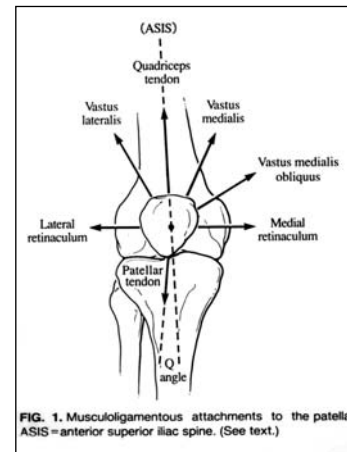
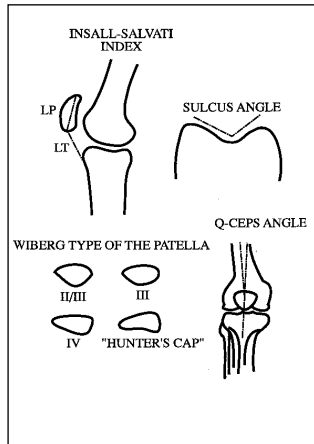
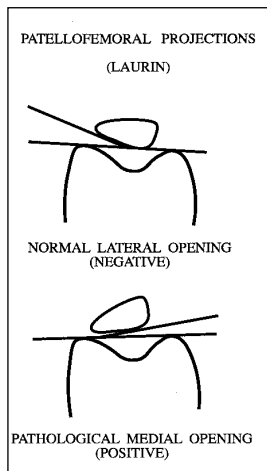


FIG. 1. Musculoligamentous attachments to the patella. ASIS = anterior superior iliac spine. (See text.)

Polvilumpion asymmetrinen muoto, prominoivampi lateraalinen fasetti sekä sulcus femoriksen leveämpi sekä ventraalisempi ulompi (Kuvat 3-5) osa mahdollistavat ojennusvoiman välittymisen tibiofemoraalinivelen yli vaikka nivelessä on 5-7 asteen valgus. Kahdella rajalla kävelyn onnistumiseksi on polvet ja nilkat saatava lähelle toisiaan. Tämä on mahdollista kun nivelessä on valgusasento.



*Kuva 3. Polvilumpionivelen korkeusindeksi Insall-Salvatin mukaan (LT/LP), Sulcus-kulma, Wibergin mukainen patellan muoto ja q-ceps kulma.*



*Kuva 4. Laurinin projektio, patellofemoraalisen kulman mittaaminen. Ylemmässä kuvassa kulma aukeaa lateraalisesti (normaali tilanne). Alemmassa kuvassa mediaalinen aukeama, joka on patologinen.*

Nelijalkaisilla tällainen ei ole välttämätöntä, koska jompikumpi vastakkaisista raajapareista voi liikkua aina samanaikaisesti kuormitettuna. Polvilumpionivelen muoto onkin antropologien mielestä merkittävin todiste ihmislajin kahdella raajalla kävelystä (5).

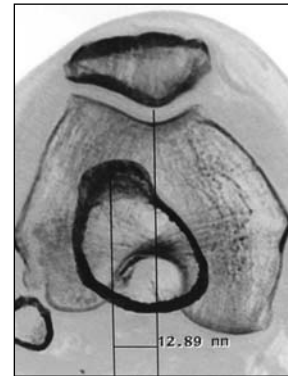
Patellaan kiinnittyvä lihas-jänneyksikkö ohjaa niveltä ojennus-koukistusliikkeessä. Nelipäisen reisilihaksen ulompi osa (vastus lateralis) on voimakkain ja se vetää lumpiota ylöspäin sekä myös pyrkii lateralisoimaan sitä. Heikompi vastus medialis-lihas pystyy neutraloimaan lateralisation, koska sen kulkusuunta on horisontaalisempi ja kiinnityminen lumpioon on myös distaalisempi. Tärkein osa tässä mielessä on vastus medialis obliquus. Rectus femoris ja vastus intermedius toimivat puhtaasti aksiaalisesti femurin pituusakselin mukaisesti (Kuva 2). Mediaalinen ja lateraalinen retinaculum vahvikkeineen (patellofemoraaliset ligamentit) auttavat patellan pysymisessä sulcus

femoriksessa. Luisen rakenteen ja lihas-jänneyksikön poikkeavuudet saavat aikaan mitä moninaisempia häiriöitä polvilumpionivelen toiminnassa. Lateraalisen retinakulum hypertrofia ja kontraktura lisäävät patellaan kohdistuvaa lateralisoivaa voimavektoria.

## Radiologia

Patellajänteen pituuden (LT) suhteella patellan pituuteen (LP) mitataan patellan suhteellista korkeutta (Kuva 3). Normaalisti suhdeluku on  $1.02 \pm 0.13$  (6). Patella altaksi kutsutaan tilannetta, jossa patella sijaitsee ylhäällä (LT/LP-suhde  $> 1.2$ ). Patella bajaksi (infera) kutsutaan alhaalla sijaitsevaa patellaa (7), jolloin LT/LP-suhde on  $< 0.80$ .

*Kuva 5. TT-kuvaus, jossa sekä polvilumpionivel että tuberositas tibiae on "editoitu" samaan kuvaan.*



Radiologisesti (aksiaaliprojektio) voidaan polvilumpioissa erottaa erilaisia muotoja. Tunnetuin on Wibergin (8) kehittämä luokittelu, jossa lähinnä mediaalisen fasetin suhteellisen koon mukaan voidaan erottaa 5 erilaista tyyppiä. Tavallisimmat ovat tyypit I-III ja mitä kapeampi mediaalinen fasetti on sitä "patologisempaa" kyseistä rakennetta voidaan pitää (Kuva 3).

Patellan asentoa arvioidaan lateraalisen patellofemoraalisen kulman avulla (LPA, Laurinin kulma, Kuva 4). Kulma muodostuu femur-kondylien ja patellan lateraalisen fasetin välille (9). "Normaaleissa" polvissa kulma aukeaa lateraalisesti 97 %:ssa ja vain 3 %:ssa linjat ovat yhdensuuntaiset. Patellan sublukaatiotilanteissa linjat olivat 60 %:ssa yhdensuuntaiset ja 40 %:ssa kulma aukei mediaalisesti (9). Lateraalista patellan siirtymää (LPD) arvioidaan femurkondylyt yhdistävää janaa vasten piirretyn kohtisuoran avulla (9). Normaalisti patellan mediaalisen reuna sijaitsee mediaalisemmin kuin edellä mainittu kohtisuora tai enintään 1 mm siitä lateraalisesti (1).

Sulcus-kulma (10, Kuva 3) kuvaa femurin kondyleiden väliin jäävän uran syvyyttä. Normaaliarvona pidetään  $137 \pm 8$  astetta (2). Sulcuksen syvyys on tärkeä tekijä patellan "paikallaan" pysymiseen ja oikeaan liikerataan (11).

Patellan kongruenssikulma (CA) muodostuu sulcus-kulman kahtia jakavan suoran (AO) ja sulcuksen pohjasta patellan alimpaan pisteeseen kulkevan suoran (AD) välille. Kongruenssikulma on positiivinen, mikäli AD-suora kulkee AO-suoran lateraalipuolella sekä negatiivinen päinvastaisessa tapauksessa. Normaalin patellofemoraalinivelen kongruenssikulma on  $-8 - +10$  astetta (12). Kongruenssi-kulman avulla arvioidaan patellan sublaxatiota (13).

Tietokonekerroskuvauksella voidaan polvilumpionivelen rakenteesta saada lisätietoa. Aksiaaliset leikkeet ovat "tarkempia" verrattaessa rtg-kuviin (Laurinin projektio), mutta kuvien tulkinta on ongelmallista ja saattavat johtaa virhearviointeihin. TT-kuvat on yleensä otettu täydessä ojennuksessa, jolloin patellan kuuluukin sijaita patologiselta näyttävällä tavalla. Tietokonetekniikka mahdollistaa kuvien käsittelyn työasemalla, jolloin saadaan demonstroitua esimerkiksi kuinka tuberositakseen kohdistuvat toimenpiteet muuttavat anatomiaa (Kuva 5). TT-kuvaukset (eri fleksioasenoissa otetut) voidaan myös "tulostaa" kinemaattisina, jolloin saadaan käsitys polvilumpionivelen käyttäytymisestä. Sama informatio saadaan myös magneettitutkimuksessa ja lisätietoa helposti rustopintojen rakenteesta.

## Kirjallisuutta

1. Greenfield M, Scott N: Arthroscopic evaluation and treatment of the patellofemoral joint. *Orthop Clin North Am* 23: 587-600, 1992
2. Tria jr A, Palumbo R, Alicea J: Conservative care for patellofemoral pain. *Orthop Clin North Am* 23: 545-54, 1992
3. Thabit III G, Micheli L: Patellofemoral pain in the pediatric patient. *Orthop Clin North Am* 23: 567-85, 1992
4. Zappala F, Taffel C, Scuderi G: Rehabilitation of patellofemoral joint disorders. *Orthop Clin North Am* 23: 555-66, 1992
5. Heipe KG, Lovejoy CO: The distal femoral anatomy of Australopithecus. *Ann J Phys Anthropol* 35: 75-84, 1971
6. Insall J, Salvati E: Patella position in the normal knee joint. *Radiology* 1: 101-4, 1971
7. Carson WG Jr, James SL, Larson RL, Singer KM, Winternitz WW: Patellofemoral disorders: physical and radiographic evaluation. Part II: radiographic examination. *Clin Orthop* 185: 178-85, 1984
8. Wiberg G: Roentgenographic and anatomic studies on the femoropatellar joint. With special reference to chondromalacia patellae. *Acta Orthop Scand* 12: 319-410, 1941
9. Laurin CA, Dussault R, Levesque HP: The tangential x-ray investigation of the patellofemoral joint. *Clin orthop* 144: 16-26, 1979
10. Brattström H: Shape of the intercondylar groove normally and in recurrent dislocation of patella. *Acta Orthop Scand (suppl. 68)*: 1-148, 1964
11. Davidson K: Patellofemoral pain syndrome. *Am Fam Phys* 7: 254-62, 1993
19. Merchant AC, Mercer RL, Jacobsen RH, Cool CR: Roentgenographic analysis of patellofemoral congruence. *J Bone Jt Surg* 56A: 1391-96, 1974
20. Bentley G, Dowd G: Current concepts of etiology and treatment of chondromalacia patellae. *Clin Orthop* 189: 209-28, 1984