

SÄÄRILUUN OSTEOTOMIAN LUUTUMINEN

Kokkonen Santeri

Syventävien opintojen tutkielma

Lääketieteellinen tutkinto-ohjelma

Lääketieteellinen tiedekunta

5.2021

Oulun yliopisto

Ohjaaja Jukka Ristiniemi

Johdanto

Osteotomia eli luun katkaisu- ja kääntöleikkaus on toimenpide, jossa luukudosta poistetaan, murtumaraon virheasentoa korjataan tai luupintoja asetellaan uudelleen tavoitteena parantaa luuhun kohdistuneen trauman tai sairauden aiheuttamaa vammaa korjaamalla kuormitusakselia. (1,2,3) Polven tapauksessa painosta aiheutuva voima ohjataan jakautumaan nivelpinnoille paremmin (4).

Osteotomia oli 1960-luvulta lähtien suhteellisen yleinen toimenpide polven sisäsyrtjän nivelrikon hoidossa (5). Tekonivelleikkaukset ovat vähentäneet osteotomiamääriä 90-luvulta alkaen, koska suurelle osalle nivelrikkopotilaista suositellaan nykyään tekonivelleikkausta (6). Tekonivelleikkaus soveltuu huonosti nuorille potilaille, joilla on varhaisvaiheen artroosi. Osteotomialeikkausmenetelmät ja luun kiinnityksessä käytettävät instrumentaatiot ovat huomattavasti kehittyneet 2000-luvulla(6,7). Valikoitu potilasryhmä voi hyötyä sääriluun osteotomiasta, josta voidaan tarvittaessa edetä tekonivelleikkaukseen artroosin myöhemmässä vaiheessa.

Nykyisin sääriluun osteotomioita tehdään erityisesti aktiiviliikkuville sekä polvivammojen jälkitilojen hoidossa. ISAKOS:n mukaan sääriluun mediaalinen osteotomia soveltuu parhaiten isoloitusta mediaalisesta polvikivusta kärsiville 40-60-vuotiaille tupakoimattomille normaalipainoisille ($BMI < 30 \text{ kg/m}^2$), normaalisti kipua sietäville, fyysisesti aktiivisille potilaille, joilla polven liikerata on täysi ja ligamenttibalanssi sekä lateraali- ja patellofemoraalikomponentit normaaleja (6). Lisäksi polven varusvirheasennon tulisi olla alle 15° ja tibian nivelpinnan yläosan kallistuman alle 5° varussuuntaan (6).

Toimenpidettä voidaan harkita myös potilaille, joilla on ojennusvajaus $< 15^\circ$, ikä 60-70 tai alle 40, ristisidevammasta johtuva tai polven ulkokulman väljyys, keskivaikea patellofemoraalinivelrikko, tai jos potilas toivoo pystyvänsä jatkamaan kaikkea urheilua (6). Osteotomiaan eivät sovellu potilaat, joilla on bikompartmentaalin

nivelrikko, ojennusvajaus $> 25^\circ$, obesiiteetti (BMI $> 30 \text{ kg/m}^2$) tai joilla on poistettu ulompaa nivelkierukkaa (6).

Merkittävin toimenpiteeseen liittyvä ongelma on osteotomiaraon hidas luutuminen. Tässä tutkimuksessa selvitetään OYS:ssa vuosina 2011-2018 tehtyjen sääriluun avautuvan kiilan osteotomioiden tuloksia arvioimalla leikkauksen jälkeistä osteotomiaraon luutumista seurantaröntgenkuvista.

Leikkaustekniikka ja kuntoutus

Osteotomioissa voidaan käyttää avoimen tai sulkeutuvan kiilan tekniikkaa(2,7,8,9,10). 60-80-luvuilla käytettiin yleisimmin sulkeutuvan kiilan tekniikkaa, jossa avaus tehdään polven ulko-etuosaan (6,11). Sääriluusta poistetaan kiilamainen kappale, minkä jälkeen syntynyt rako painetaan kiinni ja kiinnitetään tavallisimmin levyllä. Tämä leikkaustekniikka vaatii joko ylemmän sääriluun pohjeluun-nivelen avauksen tai pohjeluun yläosan osan poiston, jotta sääriluun kääntö onnistuu. Pohjehermo (nervus peroneus) kulkee pohjeluun ympäri ja leikkaukseen liittyy peroneushermovaurion riski (10,11).

Nykyisin yleisempi leikkaustekniikka on avautuvan kiilan osteotomia, joita OYS:ssa tehdään 30-40 kappaletta vuosittain. Leikkaus suunnitellaan alaraajan kuormitusakselin röntgenkuvan avulla. Säären yläosan sisäsyrylle tehdään ihoavaus, josta edetään sääriluun sisä-etuosaan. Polvilumpiojanteen kiinnittymiskohtaan sääriluun etummaisesta kyhmyn taakse tehdään koronaalisuuntainen sahaus ja varsinainen osteotomiasahaus tehdään hanhenjalkakalvon yläpuolelta kohti tibian proksimaalisen kasvulevyarven ulko-osaa. Uloin 10 mm jätetään sahaamatta. Osteotomiarakoa venytetään vähitellen auki ja kun on saavutettu tavoiteltu kiilan korkeus, avaus tuetaan osteotomialevyllä. Yleisimmin on käytetty Synthesin Tomofix-levyä (6). Luun linjaus tarkistetaan leikkauksen yhteydessä läpivalaisukontrollissa. Lopuksi haava suljetaan anatomisesti kerroksittain.

Nykyiset osteotomialevyt kestävät hyvin varausta. Kyynärsauvoja käytetään, kunnes kävely alkaa normalisoitua. Kuten kaikki luuleikkaukset, osteotomiakin on varhaisvaiheessa suhteellisen kivulias (6). Potilaille järjestetään ohjattua fysioterapiaa, reisilihasten toiminnan ylläpitämiseksi myös osteotomian luutumisen aikana. Valtaosalta potilaista osteotomialevy poistetaan 1-2 vuoden kuluttua leikkauksesta (6).

Menetelmät

Teoreettinen tausta

Avautuvan kiilan osteotomia on yleisimmin käytetty menetelmä polven mediaalisen artroosin hoidossa (1,2,6,11,12,13,14,15). Huolellisella tekniikalla saavutetaan hyvä leikkauksen jälkeinen linjaus sekä koronaali- että sagittaalisuunnassa, mutta menetelmän merkittävimpiä ongelmia on osteotomiarakon hidas luutuminen. Luutuminen alkaa osteotomiarakon lateraalipuolelta, missä luu on ehjää. Luutuminen etenee kohti tibian mediaalireunaa (6).

Luutumisen arviointi on kaikkein luotettavinta tietokonetomografiakuvauksella (1,6,16), mutta siihen liittyvä säderasitus estää menetelmän käytön potilaiden rutiininomaisessa seurannassa. Täten käytännöllisintä on arvioida luutumista natiiviröntgenkuvista. Osteotomialinja voidaan AP-suuntaisessa röntgenkuvassa jakaa 5 alueeseen ja arvioida luutumisen etenemistä kontrollikuvausten välillä (16). Osteotomian luutumisenopeuteen mahdollisesti vaikuttavat osteotomiarakon suuruus eli kiilan korkeus sääriluun sisäosan korteksista mitattuna sekä osteotomian stabiliteetti. Stabiliteettiin vaikuttavat mahdollinen lateraalisen ”saranan” murtuminen sekä lukuisat potilaasta johtuvat tekijät (12,13,15,16).

Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimusongelma

Tässä tutkimuksessa selvitetään sääriluun avautuvan kiilan osteotomioiden tuloksia arvioimalla leikkauksen jälkeistä osteotomiarakon luutumista seurantaröntgenkuvista.

Luutumisen katsotaan olevan riittävää, mikäli 60 % osteotomiarasta luutuu 6 kk:ssa. Tutkimuksessa selvitetään, kuinka suurella osalla potilaista luutuminen on riittävää sääriluun avautuvan kiilan osteotomialeikkausten jälkeen.

Tutkimusaineisto ja tutkimusmenetelmä

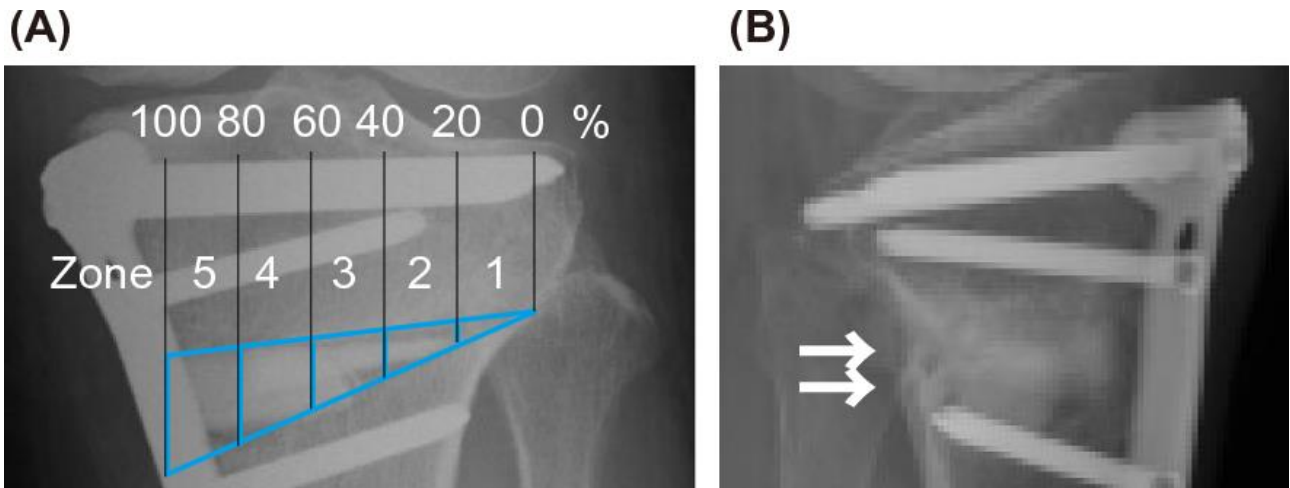
Tutkimusaineisto koostuu OYS:ssa vuosina 2011-2018 hoidetuista potilaista, joille on tehty avoimen kiilan osteotomia. Potilastiedot haettiin poiminta-ajolla toimenpidekoodilla NGK30 OYS:n potilastiedoista. Suljetun kiilan, kaarimaisen kiilan tai muilla tekniikoilla tehdyt osteotomiat suljettiin pois tutkimusaineistosta. Potilastiedoista poimittiin tiedot iästä, sukupuolesta, komplikaatioista sekä jatkotoimenpiteiden tarpeesta.

OYS:ssa käytäntönä on ottaa leikkauksen jälkeen alaraajan kuormitusakselin sekä polven sivusuunnan röntgen-kuvat. Kolmen kuukauden kohdalla kontrolloidaan polven röntgen-kuvat ja 6 kuukauden kohdalla useimmiten kuormitusakselin röntgen-kuvat. 9 kuukauden kontrollissa kuvataan polven röntgen-kuvat ja tarvittaessa 12 kuukauden kohdalla järjestettävässä kontrollissa kuvataan harkinnanvaraisia tutkimuksia.

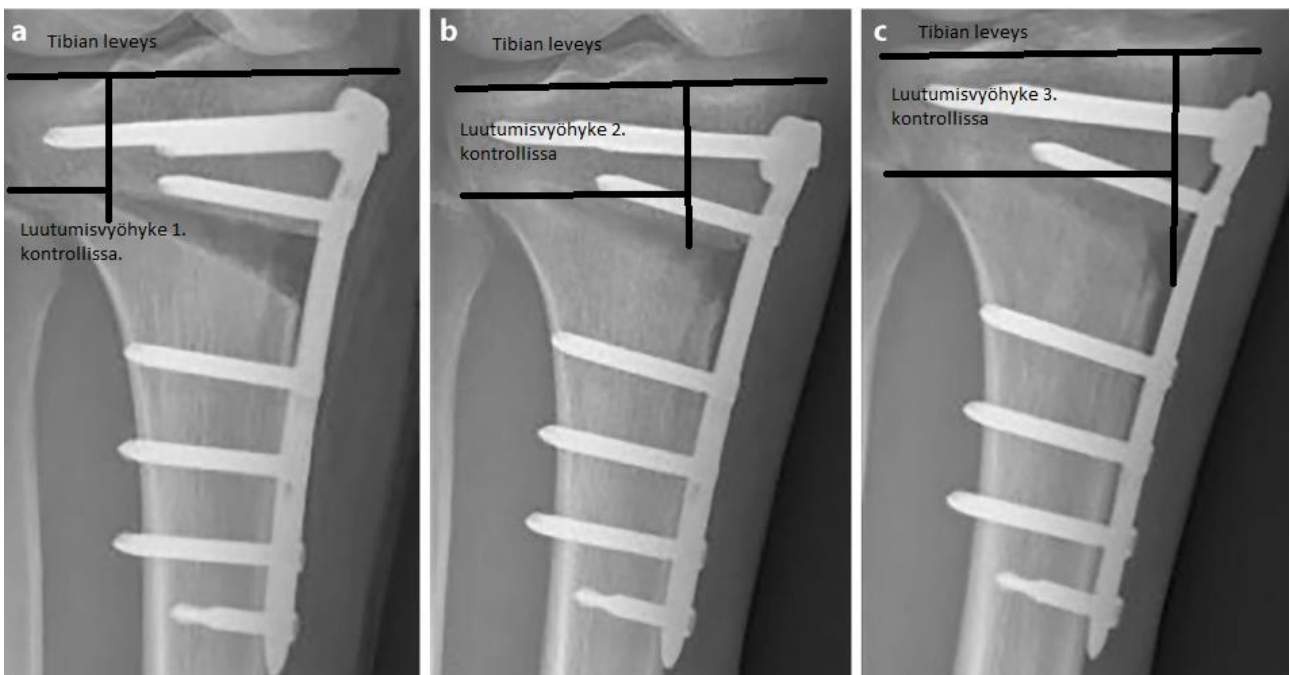
Osteotomiaroon luutumista mitataan potilaiden röntgenkuvista modifioidulla Kobayashin menetelmällä luutumisen lähtökohdasta, eli tibian lateraaliosasta mediaalisuuntaan aina uudisluun reunaan saakka (mm) (Kuvio 2). Tämän mitan suhde sääriluun proksimaalipään paksuimman kohdan läpimittaan lasketaan osteotomiaroon luutumisen laajuuden arvioimiseksi asteikolla 0-20 %, 21-40 %, 41-60 %, 61-80 %, 80-100 % (Kuvio 1). Lisäksi röntgenkuvista arvioidaan artroosin Kellgren-Lawrence (KL) -luokitus ja lateraalisen luusaranan mahdollinen murtuminen sekä mitataan osteotomiaroon korkeus.

Tutkimuksen vastemuuttuja on normaali luutuminen 3, 6, 9 ja 12 kk seurannassa. Luutuminen katsotaan normaaliksi sen edettyä vähintään tasolle 50 %.

Päätemuuttujana on uusintaleikkaus luuduttamiseksi. Kliininen seuranta-aika laskettiin vuorokausina toimenpiteestä 5.5.2019 asti, ja radiologinen seuranta-aika toimenpiteestä viimeisimmän röntgenkuvan päivämäärään.



Kuva 1. Alkuperäinen Kobayashin menetelmä (16). A) kuvassa on AP-suunnan kuvanmukaisesti merkitty luutumisyöhykkeet kobayashin menetelmän mukaisesti. B) Sivukuva osteotomiarakon luutumisesta.



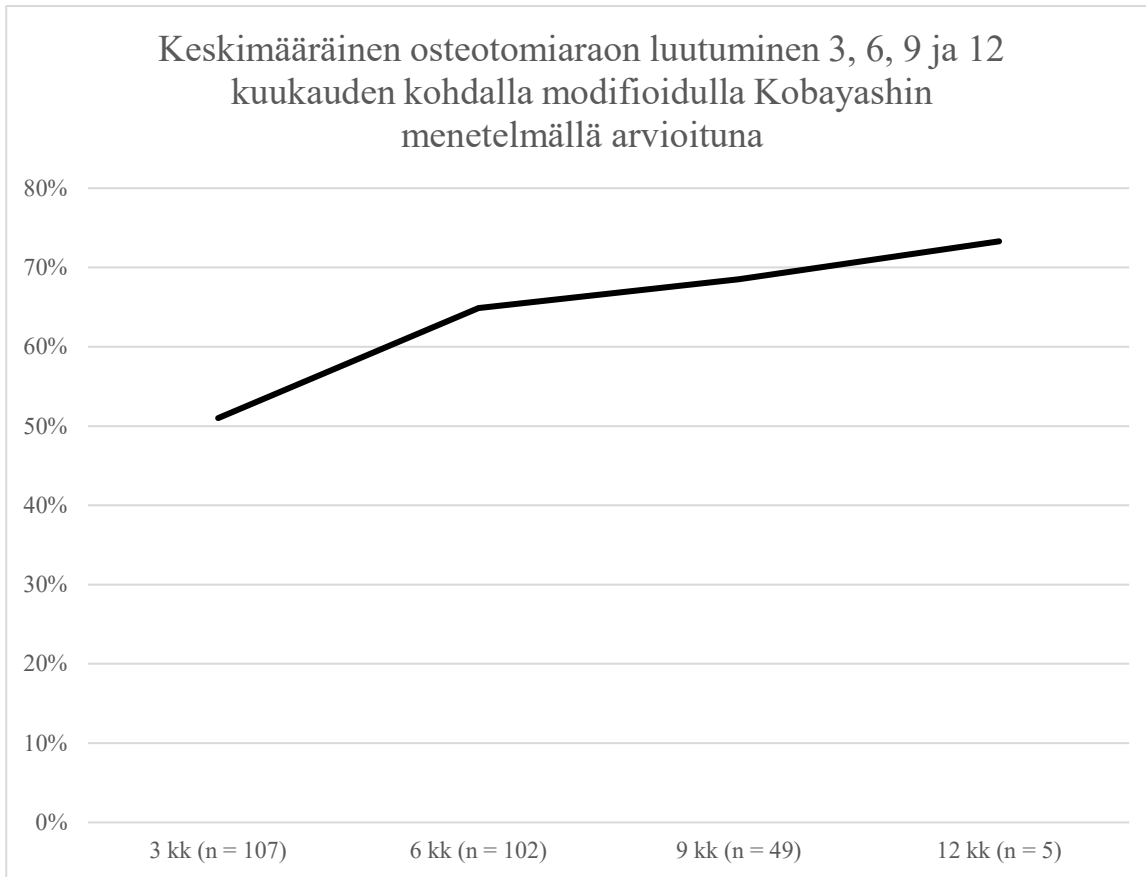
Kuva 2. Modifioitu Kobayashin menetelmä. Mitattu tibian leveys, sekä luutumisyvyöhykkeen leveys, jota verrataan tibian leveyteen. Luutumista seurtaan kontrollikuvien (A, B ja C). Muokattu lähteestä (1).

Tulokset

Tutkimusaineisto käsitti 179 polvea. 43 polvea suljettiin pois edellä esitettyjen eksklusiokriteereiden mukaisesti. Täten lopullinen tutkimusaineisto käsitti 136 mediaalista avoimen kiilan tekniikalla tehtyä sääriluun osteotomiaa.

3 kk kontrollikäyntejä oli 107 (79 %), 6 kk kontrollikäyntejä 102 (75 %), 9 kk kontrollikäyntejä 49 (36 %) ja 12 kk käyntejä viisi (4%) kappaletta. 3 kk myöhemmissä kontrollikuvissa ei ollut käynyt potilaita, jotka eivät olisi käyneet 3 kk kontrollikuvassa.

3 kk kohdalla normaali luutuminen (osteotomiarakon leveys vähintään 50 % sääriluun leveimmästä kohdasta) havaittiin 64 (67 %) polvessa. Kuuden kuukauden kohdalla 80 (89%) polvessa, 9 kk kohdalla 40 (91 %) polvessa ja 12 kk kohdalla 100 (%) polvessa.



Myöhemmin tehtiin 46 (34 %) levyn poistoa, kolme (2 %) tekonivelleikkausta, kaksi (1 %) nivelkierukan kiinnitystä, yksi (1 %), kolme (2 %) eturistisiteen rekonstruktioita. Komplikaatiot olivat kolme (2 %) uusintaosteotomiaa, kolme luudutusleikkausta (2 %), luudutusmateriaalin uusintakiinnitys 1 (%) osteotomialeikkauksen jälkeinen yksi leikkausalueinfektio sekä 1 (%) materiaalin poiston jälkeinen yksi leikkausalueinfektio. Potilaiden kliininen seuranta-aika osteotomiatoinenpiteestä 5.5.2019 mennessä laskettuna oli keskimäärin 231 viikkoa ja vaihteluväli 15-434 viikkoa. Radiologinen seuranta-aika osteotomiatoinenpiteestä viimeisimpään kontrollikuvaan oli keskimäärin 40 viikkoa ja radiologisen seuranta-ajan vaihteluväli oli 10-206 viikkoa.

Luudutusleikkauksia jouduttiin tekemään oireisen jalan sekä luutumattomuuden takia. Näistä tehtiin kolme kappaletta, yksi 9kk kohdalla toimenpiteestä, yksi 10kk toimenpiteestä ja yksi 11kk toimenpiteestä.

Pohdinta

Tärkein huomio oli, että osteotomian luutumattomuus oli harvinaista, vaikka osteotomialinjaa ei täytetty millään, esimerkiksi omalla tai pankkiluulla. Ainoastaan kolmessa tapauksessa 136:sta jouduttiin luudutusleikkaukseen.

Kaksi kolmasosaa potilaista oli saavuttanut riittäväksi katsottavan normaalin luutumisen jo 3 kk kohdalla modifioidulla Kobayashin menetelmällä arvioituna (osteotomiarakon leveys vähintään 50 % sääriluun leveimmästä kohdasta). Luutumisen rutiininomainen seuranta röntgen-kuvin ei vaikuta perustellulta, mikäli normaali luutuminen on saavutettu jo aiemmin. Huomionarvoista on, että tämän tutkimuksen laskelmissa ei otettu huomioon uusintaluudutuksiin tai muihin jatkotoimenpiteisiin joutuneita potilaita eli komplikaatioon joutuneista potilaista ei otettu jatkomittauksia modifioidulla Kobayashin menetelmällä, eikä tutkimus ota kantaa kuvantamisseurannan tarpeeseen muista syistä.

Tämän tutkimuksen perusteella polven mediaaliseen valgisoivaan osteotomiaan liittyy vähäinen määrä infektiivisiä komplikaatioita (1 %) sekä jatkoleikkauksia komplikaatioiden takia (6 %). Luonnollisesti myös osteosynteesimateriaalin poistotoimenpiteeseen, joka tehtiin n. joka kolmannelle potilaalle (33 %), liittyy vähäinen komplikaatoriski, tässä tutkimuksessa yksi infektiokomplikaatio.

Vahvuudet ja heikkoudet

Tässä tutkimuksessa käytetyllä modifioidulla Kobayashin menetelmällä osteotomiarakon luutumista voidaan arvioida perinteistä menetelmää tarkemmin, koska instrumentaatio aiheuttaa vähäisemmän kuvantamisartefaktan tibian paksuimpaan kohtaan kuin osteotomiarakon lateraalireunaan. Käytetty asteikko eroaa

alkuperäisestä Kobayashin viisiportaisesta asteikosta, koska modifioidulla menetelmällä mitattuna luutumisen ei käytännössä voi saavuttaa 100 %, koska tibian paksuin kohta on anatomisesti osteotomiarakoa leveämpi. Täten normaalin luutumisen raja-arvona käytettiin tässä tutkimuksessa 50 %.

Tutkimuksessa ei tilastoanalyysin käsitelty luutumiseen yleisesti vaikuttavia seikkoja, kuten ikää, sukupuolta tai elämäntapoihin liittyviä seikkoja.

Tarkin menetelmä luutumisen arvioimiseksi olisi tietokonetomografiakuvaus (1,6,17). Menetelmä ei kuitenkaan ole säderasitukseltaan, hinnaltaan tai saatavuudeltaan käyttökelpoinen osteotomiatilaiden rutiiniseurannassa. Näistä syistä röntgenkuvantaminen on vakiintunut osteotomian luutumisen seurantamenetelmä. Röntgenkuvantamisseurannan tulokset ovat todennäköisesti samansuuntaiset kuin tietokonetomografiakuvauksen.

Osteotomian luutumattomuus on harvinaista. Rutiininomaisesta röntgenkuvauksesta ainakin 3 kuukauden kontrollissa voidaan tämän tutkimuksen tulosten perusteella luopua.

Lähteet

1. Nemecek E, Chiari C, Valentinitsch A, et al. Analysis and quantification of bone healing after open wedge high tibial osteotomy. *Wiener Klinische Wochenschrift*. 2019;131(23-24):587-598.
2. King A, Wall O. Osteotomies around the knee. *Orthopaedics and Trauma*, 28(6), 388–395.
3. Ogawa H, Matsumoto K, Yoshioka HH, Sengoku M, Akiyama H. Fracture of the tibial tubercle does not affect clinical outcomes in medial opening wedge high tibial osteotomy with distal tibial tubercle osteotomy. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*. 2020;1.
4. Cantivalli A, Rosso F, Bonasia DE, Rossi R. High tibial osteotomy and anterior cruciate ligament reconstruction/revision. *Clinics in sports medicine*. 2019;38(3):417-433.

5. Day M, Wolf BR. Medial opening-wedge high tibial osteotomy for medial compartment arthrosis/overload. *Clinics in sports medicine*. 2019;38(3):331-349.
6. Brinkman, J.-M.; Lobenhoffer, P.; Agneskirchner, J. D.; Staubli, A. E.; Wymenga, A. B.; van Heerwaarden, R. J. (2008). Osteotomies around the knee: PATIENT SELECTION, STABILITY OF FIXATION AND BONE HEALING IN HIGH TIBIAL OSTEOTOMIES. *Journal of Bone and Joint Surgery - British Volume*, 90-B(12), 1548–1557.
7. Liu JN, Agarwalla A, Gomoll AH. High tibial osteotomy and medial meniscus transplant. *Clinics in sports medicine*. 2019;38(3):401-416.
8. Liu X, Chen Z, Gao Y, zhang J, Jin Z. High tibial osteotomy: Review of techniques and biomechanics. *Journal of healthcare engineering*. 2019; 2019:8363128-12.
9. Morin V, Morin V, Pailhé R, et al. Gait analysis following medial opening-wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2018;26(6):1838-1844.
10. Hankemeier S, Mommsen P, Krettek C, et al. Accuracy of high tibial osteotomy: Comparison between open- and closed-wedge technique. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2010;18(10):1328-1333.
11. Jacobi M, Wahl P, Jakob R. Avoiding intraoperative complications in open-wedge high tibial valgus osteotomy: Technical advancement. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2010;18(2):200-203.
12. Ozel O, Yucel B, Mutlu S, Orman O, Mutlu H. Changes in posterior tibial slope angle in patients undergoing open-wedge high tibial osteotomy for varus gonarthrosis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017;25(1):314-318.
13. Orrego M, Besa P, Orrego F, et al. Medial opening wedge high tibial osteotomy: More than ten years of experience with puddu plate technique supports its indication. *International orthopaedics*. 2020;44(10):2021-2026.
14. Becker R, Hirschmann M. The pertinent question in treatment of unicompartmental osteoarthritis of the knee: High tibial osteotomy or unicondylar knee arthroplasty or total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017;25(3):637-638.
15. Song SJ, Bae DK, Kim KI, Lee CH. Conversion total knee arthroplasty after failed high tibial osteotomy. *Knee surgery & related research*. 2016;28(2):89-98.
16. Kobayashi, Hideo|Akamatsu, Yasushi|Kumagai, Ken|Kusayama, Yoshihiro|Saito, Tomoyuki. Radiographic and computed tomographic evaluation of bone union after medial opening wedge high tibial osteotomy with filling gap. *Knee, The*. 2017;24(5):1108-1117.