

Tietokoneavusteinen polven eturistisiteen rekonstruktio. "Point of view."

Arsi Harilainen
Sairaala ORTON

Anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction is one of the most common orthopaedic procedures in which high expertise is required to achieve correct position of the drill tunnels. The most common reason for inferior results is malposition of drill tunnels. Computer assisted surgery (CAS) is a method by which the precision of the technique can be improved. CAS is also a useful investigational tool in research and it can be utilized in teaching. follow-up of our patients and wait for additional data from on-going RCTs.

Polven nivelsidekirurgiassa on pyritty parantamaan porakanavien asemoinnin tarkkuutta käsivaraisesta ("eye-balling") käyttämällä apuna poraohjaimia (1) sekä läpivalaisua (2). Tarkkuutta on pystytty lisäämään tietokoneavusteisilla navigaatiolaitteilla, joista "passiiviset" eivät itse tee mitään, mutta on myös kehitetty navigaatioon liitettyjä robotteja, jotka voivat itse suorittaa ainakin osan toimenpiteestä (3). Navigointi perustuu laitteeseen syötettyyn dataan, joko röntgen-, läpivalaisu- tai TT-kuvana tai sitten käyttäen "image free" tekniikka, jossa peroperatiivisesti määritellään tietokoneelle maamerkit. Saamiensa tietojen perusteella ohjelma muodostaa kolmiulotteisen kuvan kohdealueesta (4–6). Uusin menetelmä on videosignaalin hyödyntäminen, jolloin saadaan osittain läpinäkyvä kolmiulotteinen kuva sisältäen myös kirurgiset työkalut sijoitettuna kohdealueelle (7).

Tietokoneavusteinen kirurgia (CAS – computer assisted surgery) on vakiinnuttanut asemansa tuki- ja liikuntaelinkirurgiassa. Sen on todettu parantavan myös eturistisiderepeämän korjauksen kirurgista tarkkuutta (4,8,9). Väärin asemoitu ristisidesiirre on tavallisin syy huonoon lopputulokseen rekonstruktion jälkeen ja jopa 25-50%:ssa rekonstruktioista on osoitettavissa virheellinen porakanavien sijainti huolimatta siitä, että toimenpiteen oli tehnyt kokenut kirurgi (10,11).

Tietokoneavusteista kirurgiaa käsittelevää kirjallisuutta on ilmestynyt viime vuosina lisääntyvässä määrin. Validointianalyysit ovat osoittaneet hyvän toistettavuuden AP väljyyden (<1mm) sekä rotation (<2°) mittauksessa (12). Suurin osa kirjallisuudesta käsittelee navigoinnin tuomaa parempaa tarkkuutta verrattuna konventionaaliseen porakanavien asemointiin. Randomoidussa prospektiivisessä työssä verrattiin konventionaalisen ja tietokoneavusteisen eturistisidekirurgian tuloksia. Postoperatiivisen väljyyden suhteen ei tuloksissa ollut tilastollisesti merkitseviä eroja ja alle 2 mm puolieroon väljyydessä ("stress x-ray") päästiin navigatioryhmässä 96.7%:ssa ja konventionaalisella tekniikalla 83%:ssa (P=0.292). Sen sijaan tibian porakanavan sijoittaminen oikeaan paikkaan oli parempi navigatioryhmässä (P=0.03) (9). Hart ym. (6) ovat julkaisseet prospektiivisen randomoidun työn, jossa verrattiin konventionaalista rekonstruktio-tekniikkaa navigation avulla tehtyyn toimenpiteeseen. Arviointimenetelmät olivat väljyysmittaus (KT-1000), polvipisteytykset (Lysholm ja IKDC) sekä porakanavien sijainti röntgenkuvista mitattuna. Kliinisissä tuloksissa ei ollut eroja, mutta femurin porakanavan asemointi oli navigatioryhmässä parempi.

Kirjallisuudessa käsitellään myös navigaatiolaitteiston suoma mahdollisuutta "kinematiikan" tutkimiseen (12). Tällä tavalla voidaan peroperatiivisesti mi-

tata esimerkiksi väljyyden muutosta sekä lineaarisesti (etu-takasuunta ja sivusuunnat) että kiertosuunnissa (rotatiot).

Uusin mahdollisuus on vaikeasti numeroiksi muutettavan pivot shift – ilmiön mittaaminen tietokoneavusteisella navigatiolaitteella (13). Menetelmät eivät luonnollisesti sovellu invasiivisuutensa vuoksi tulosten seurantaan.

Eturistisiderepämän korjauksessa on ollut tapana käyttää yhtä jännesiirrettä, tavallisimmin joko autogeenisestä patellajänteestä tai koukistajajänteistä kehitettynä. Vaikka tulokset ovat pääsääntöisesti olleet hyviä, voi lopputulos olla epätydyttävä huolimatta siitä, että siirre on asennettu asianmukaisesti. Viimeaikaisen tutkimusten mukaan kahden jännesiirteen käyttäminen saattaa parantaa tuloksia (14). Eturistiside muodostuu kahdesta selvimmän erotettavasta osasta, anteromediaalisesta ja posterolateraalista. Nimeämisessä referoidaan nivelsiteen osien positioon tibiassa. Eturistisiteen tärkein funktio on vastustaa säären etutakasuunnan liikettä femuriin nähden, jolloin nivelsiteen etuosa jännittyy enemmän fleksiassa ja takaosa ekstensiossa (15). Yhden siirteen tekniikassa rekonstruoidaan lähinnä anteromediaalinen osa nivelsiteestä. Kahden porakanavan sijoittaminen ahtaaseen tilaan sekä tibiassa että femurissa on sangen vaativa toimenpide ja tässä tietokoneavusteisen navigation mahdollisuuksia on selvitelty (16–18). CAS tekniikkaa käytetään on verrattu peroperatiivisesti yhden ja kahden siirteen käytön vaikutusta kiertostabiiliuteen ja pääsääntöisesti posterolateraalisen siirteen lisääminen on parantanut sitä (18,19).

Yhteenvedo. CAS tekniikka on hyvä tutkimustyökalu. Sillä voidaan myös eliminoida pahimmat poikkeavuudet (outliers) porakanavien sijoittelussa. CAS nopeuttaa oppimiskäyrällä edistymistä nivelsidekirurgiassa ja sitä voidaan käyttää apuvälineenä opetuksessa (20,21).

Kirjallisuus:

1. McGuire DA, Wolchok JC. Consistent and accurate graft passage and interference screw guide wire placement during single incision anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 1997; 13: 526-529.
2. Goble EM, Downey DJ, Wilcox TR. Positioning of the tibial tunnel for anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 1995; 11: 688-695.
3. Petermann J, Kober R, Heinze P. Computer-assisted planning and robot-assisted surgery in anterior cruciate ligament reconstruction. *Oper Tech Orthop* 2000; 10: 50.
4. Picard F, DiGioia AM, Moody J, Martinek V, Fu FH, Rytel M, Nikou C, LaBarca RS, Jaramaz B. Accuracy in tunnel placement for ACL reconstruction. Comparison of traditional arthroscopic and computer-assisted navigation techniques. *Comput Aided Surg* 2001; 6(5):279-89.
5. Nakagawa T, Hiraoka H, Fukuda A, Kuribayashi S, Nakayama S, Matsubara T, Nakamura K. Fluoroscopic-based navigation-assisted placement of the tibial tunnel in revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*. 2007; 23(4): 443.e1-4. Epub 2007 Jan 5.
6. Hart R, Krejzla J, Sváb P, Kocis J, Stipčák V. Outcomes after conventional versus computer-navigated anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*. 2008; 24(5): 569-78. Epub 2008 Feb 1.
7. Liao H, Matsui K, Dohi T. Design and Evaluation of Surgical Navigation for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction using Autostereoscopic Image Overlay of Integral Videography. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*. 2005; 3: 3169-72.
8. Hiraoka H, Kuribayashi S, Fukuda A, Fukui N, Nakamura K. Endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction using a computer-assisted fluoroscopic navigation system. *J Orthop Sci* 2006; 11(2):159-66.
9. Plaweski S, Cazal J, Rosell P, Merloz P. Anterior cruciate ligament reconstruction using navigation: a comparative study on 60 patients. *Am J Sports Med*. 2006; 34(4): 542-52.
10. Kohn D, Beusche T, Caris J. Drill hole position in endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction. Results on an advanced arthroscopy course. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1998; 6: 13-15 (suppl 1).
11. Sati M, Staubli HU, Bourquin Y, Kunz M, Nolte LP. Real-time computerized in situ guidance system for ACL graft placement. *Comput Aided Surg* 2002; 7: 25-40.
12. Martelli S, Zaffagnini S, Bignozzi S, Lopomo N, Marcacci M. Description and validation of a navigation system for intraoperative evaluation of knee laxity. *Comput Aided Surg* 2007; 12(3):181-8.
13. Lane CG, Warren RF, Stanford FC, Kendoff D, Pearle AD. In vivo analysis of the pivot shift phenomenon during computer navigated ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2008; 16: 487-492.
14. Järvelä T, Moisala A-S, Sihvonen R, Järvelä S, Kannus P, Järvinen M. Double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring autografts and bioabsorbable interference screw fixation. Prospective, randomized, clinical study with 2-Year results. *Am J Sports Med* 2008; 36: 290-297.

15. Gabriel MT, Wong EK, Woo SL, Yagi M, Debski RE. Distribution of in situ forces in the anterior cruciate ligament in response to rotatory loads. *J Orthop Res.* 2004; 22(1): 85-9.
16. Tsuda E, Ishibashi Y, Fukuda A, Tsukada H, Toh S. Validation of computer-assisted double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthopedics.* 2007; 30(10 Suppl): S136-40.
17. Tsukada H, Ishibashi Y, Tsuda E, Fukuda A, Toh S. Anatomical analysis of the anterior cruciate ligament femoral and tibial footprints. *J Orthop Sci.* 2008; 13(2): 122-9. Epub 2008 Apr 8.
18. Ishibashi Y, Tsuda E, Fukuda A, Tsukada H, Toh S. Stability evaluation of single-bundle and double-bundle reconstruction during navigated ACL reconstruction. *Sports Med Arthrosc Rev* 2008; 16 (2): 77-83.
19. Seon JK, Park SJ, Lee KB, Yoon TR, Seo HY, Song EK. Stability comparison of anterior cruciate ligament between double- and single-bundle reconstructions. *Int Orthop.* 2008 Mar 7. [Epub ahead of print] DOI 10.1007/s00264-008-0530-2
20. Schep NW, Stavenuiter MH, Diekerhof CH, Martens EP, van Haeff CM, Broeders IA, Saris DB. Intersurgeon variance in computer-assisted planning of anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2005; 21(8): 942-7.
21. Kodali P, Yang S, Koh J.. Computer-assisted surgery for anterior cruciate ligament reconstruction. *Sports Med Arthrosc* 2008; 16(2):67-76.