

Alaraajojen biomekaniikka

fysioterapeutti Juha Koskela

 UKK-instituutti

Biomekaaniset periaatteet

Alaraajat

- Lantion stabiloinnin periaate
- Alaraajojen nivelten linjauksen periaate
- Polvinivelen rakenteille haitallisen kuormituksen välttäminen

Lantion stabiloinnin periaate

- Lantio toimii usein liikkeiden lähtöpaikkana.
- Lihasten tuki on painopisteellä ja sen ympäristössä kaikissa kolmessa liiketasossa (lonkka on pallonivel).
- Stabilointi tapahtuu etu-takasuunnassa, sivusuunnissa sekä sisä- ja ulkokierroissa.
- Jokin taso tai tasojen yhdistelmä voi painottua.

 UKK-instituutti

Lantio toimii liikkeiden lähtöpaikkana, etenkin kun toiminta tapahtuu alaraajojen varassa. Kävely, kyykkyliike, juoksu, heittäminen ja erilaiset hyyt tuotetaan ensisijaisesti lantiosta/lonkasta alkaen.

Lonkanivel mahdollistaa anatomiansa (pallonivel) ansiosta liikkeet kaikkiin liikesuuntiin. Liikelaajuudet vaihtelevat yksilöittäin lonkan anatomisista muunnelmista ja harjoitustaustasta johtuen.

Yhden alaraajan varassa toimittaessa (esim. kävely ja juoksu) lonkan tukilihasten riittävän voiman ja asennonhallinnan hyvä yhteistyö korostuu. Näin lantio saadaan pysymään hyvässä asennossa ja liikkeistä tulee tehokkaita, sujuvia ja taloudellisia.

Nivelten linjauksen periaate

Lonkka–polvi–nilkka–II-varvas -linja

- Käytännössä alaraajojen kiertoliikkeet tulevat lonkasta ja alemmasta nilkkanivelestä.
- Polvi ja ylempi nilkkanivel toimivat saranan tavoin. Niiden sivusuuntaisia ja pysty akselin suuntaisia kiertoja tulee välttää. Ne rikkovat helposti nivelen tai sen apurakenteita.



Kuva: Kati Pasanen

 UKK-instituutti

Suora vipu kantaa parhaiten pystyvoimia. Mikäli vipuun kohdistuu kiertäviä, leikkaavia tai vääntäviä voimia, sen puristuslujuus heikkenee. Sama tilanne kääntäen pätee vetoa välittäviin rakenteisiin. Puristusvoimia välitetään lähinnä luiden ja niitä yhdistävien nivelten kautta. Vetovoimat (tensio) tuotetaan lihaksilla ja välitetään jänteiden avulla luun kautta tukipintaan.

Alaraajoihin kohdistuu huomattavia voimia liikkumisen yhteydessä. Reippaassa kävelyssä reaktiivoimien suuruus jalkapohjan ja alustan välillä ylittää oman kehon painon. Nopeasti juostessa reaktiivoimat saattavat kasvaa viisinkertaisiksi, loikkiessa 10–12-kertaisiksi omaan painoon nähden. Tämä voi tarkoittaa hetkellisesti yli 1000 kg kuormaa yhden jalan varaan.

Liikesuorituksessa siis kannattaa pyrkiä tilanteeseen, missä nivelet saadaan samalle voiman vaikutussuoralle, kun reaktiivoimat kohdistuvat niihin. Tähän tilanteeseen pyritään linjaamalla alaraajan nivelet kuvan osoittamalla tavalla. Etenkin sivusuuntien ja kiertojen hallinta on tärkeää, koska polven ja ylänilkan rakenteet kestävät varsin rajallisesti näitä rasituksia. Etenkin polvi on altis kiertojen tuomille rasituksille. Esimerkiksi monessa palloilulajissa yli puolet leikkaushoitoa vaativista polvivammoista syntyy spontaanisti, ei vastustajan toiminnan suorana seurauksena.

Polvinivelen rakenteille haitallisen kuormituksen välttäminen

Polvi on käytännössä sarananivel.

- Vältä voimakkaita vääntöjä sivusuunnassa.
- Vältä voimakkaita sääri- ja reisiluuta pitkittäisakselin suhteen kiertäviä liikkeitä (etenkin eri suuntaan meneviä kiertoja).
- Polvi on tehty koukistumaan, terveellä polvella saa mennä kyykkyyn ihan pohjaan asti.
- Kyykky alle reisivaakatason kovan lisäkuorman kanssa on selkeä riski polven rakenteille (lumpio ja nivelkierukat).

 UKK-instituutti

Polven liikkeissä esiintyy pienessä määrin kaikkia liikesuuntia. Ojennus-koukistussuunta on kuitenkin selkein ja suurin liikelaajuuksiltaan. Normaalisti polvi ojentuu noin 2–3 astetta (yliojennus) ja koukistuu noin 150 astetta, eli kunnes pohkeen ja takareiden pehmytkudokset pysäyttävät koukistuksen. Kiertosuunnan (sääriluun ja reisiluun) suhteen tapahtuvaa pystyakselin suuntaista kiertoa tapahtuu muutamien asteiden verran, lähinnä polven ojennus-koukistusliikkeiden ääripäissä. Sivusuuntaista liikettä (varus-valgus) voi tulla asteen tai parin verran riippuen polven kulumasta. Kierto- ja sivusuuntaisten liikkeiden suuruutta rajoittavat polven rakenteelliset ominaisuudet: nivelnastojen muoto, nivelsiteet ja nivelkapseli.

Polven etupuolella on polvilumpio. Se muodostaa takapintansa välityksellä reisiluun nivelnastojen väliin sijoittuvan nivelpinnan. Lumpio toimii reisilihakselle vipuvartena. Lumpio on normaalisti varsin hyvin ylä-alasuuntaan liikkuva. Sen liukuliike voi olla puolitoista kertainen lumpion omaan pituuteen nähden. Polven sisällä sijaitsevat rustoiset puolikuun muotoiset nivelkierukat. Ne parantavat reisi- ja sääriluun nivelpintojen yhteensopivuutta eri nivelkulmilla sekä toimivat tärähdyksiä ja iskuja vaimentavina elementteinä. Ne ovat tärkeitä polven rustopintoja suojaavia rakenteita.

Voimakkaat väännöt ja kierrot rikkovat helposti polvea tukevia apurakenteita. Sisäisivuide ja ristisiteet ovat erityisen herkkiä vaurioitumaan liikeyhdistelmässä, johon kuuluu yhtäaikainen sisäkierto, taivutus sisään (valgus) ja koukistus. Erityisen lisärisikin tuo tilanne, jossa polvi on valguksessa, lonkka tuottaa ojennusta ja nilkka painuu pronaatioon. Tällöin polvi on kahden eri kiertosuunnan välissä.

Polven hyvinvointiin kuuluu normaalisti sen käyttäminen liikelaajuutensa ääripäissä. Äärikoukistuksessa (esim. pohjakyykky) kuormitus polven sisällä keskittyy nivelkierukoiden takaosille. Tämä johtuu polven rakenteesta. Tämä johtaa myös paineen keskittymiseen pienenevälle pinta-alalle, jolloin paine kasvaa rajusti kyseisellä alueella. Siksi on polven terveydelle riskialtista mennä syville kyykkykulmille ison kuorman kanssa.

Suurilla polvikulmilla myös reisilihaksen välityssuhde muuttuu lumpion toiminnan seurauksena. Käytännössä tästä seuraa se, että sekä lumpion ja reisiluun välinen pintapaine kasvaa. 90 asteen polvikulmalla lumpion pintapaine on 150–200 kg luokkaa. Lisäksi kyykyn syvetessä paine keskittyy pienenevälle alueelle kohdistuen lumpion yläosaan. Pohjakyykyssä lumpion pintapaine helpottaa, koska sen kontakti reisiluun nivelnastoja vastaan pienenee. Toisaalta syvillä polvikulmilla taas reisilihas joutuu tuottamaan lisääntyvässä määrin voimaa, mikä lisää jännerakenteiden kuormittumista. Lumpion alakärjelle muodostuva hyppääjän polveksi sanottu yllärasitusvamman on tästä tyyppiesimerkki.

Alaraajan linjauksen hallinta vaikuttaa myös lumpioon ja sen toimintaan. Sisään painuvasta linjauksesta seuraa reisilihaksen tuottama vino veto lumpioon. Lumpio nojaa liikaa ulompaan nivelnastaan, jonne kuormitus keskittyy. Pahimmassa tapauksessa lumpio nousee ylös kulku-urastaan ja siirtyy polven sivulle. Myös lumpion molempiin päihin kiinnittyvät jänteet joutuvat linjauksvirheissä kestävämpään epäedullisesta suunnasta tulevaa kuormitusta. Virheasento heikentää näiden jänneiden vetolujuutta ja altistaa sekä akuuteille vammoille että rasitusvammoille kyseisellä alueella.