Kunnallislääkäri
s. 19-21 No. 7/2000/15. vsk.

Välilevyjen dynaaminen toiminta ja vauriot

SEPPO VILLANEN
MATS GRÖNBLAD
TIMO POHJOLAINEN

Selän toiminta ja välilevyjen eli nikamasolmuliitosten elämä on jatkuvan muutoksen ja sopeutumisen aluetta. Annettaessa ohjeita selän käytöstä ja toiminnasta tulee ymmärtää välilevyjen biomekaniikka. Seuraavassa biomekaanista ja semanttista näkemystä yleislääkärin ylösrakennukseksi ja potilasneuvonnan tueksi.

Selkäsairauksien hoidossa käytetyt sairauksien selitysmallit voivat olla virheellisiä ja luoda vääriä mielikuvia selän toiminnasta.

Esimerkiksi välilevy ei ole levy, vaan kiekkomainen rakenne, joka on paksumpi keskeltä kuin reunoilta. Välilevy ei ole "itsenäinen" rakenne kuten esim. nivelkierukka. Välilevy on ligamenteilla tiukasti kiinni nikamasolmuissa ja liittyy nikasolmuihin ilman selvää rajapintaa. Välilevyt eivät luiskahtele tai ole pois paikoiltaan.

Välilevyn esiinluiskahdus/välilevytyrä on huono termi. Luiskahtelevien välilevyjen kanssa olisi vaikea elää ja kun ne vielä tulevat piiloistaan esille olisi niksauttajille tarjottu herkulliset markkinat. Kiekko on tässä mielessä vielä huonompi termi; kiekkohan voi lentää ties minne. Välilevystä olisi paras käyttää termiä "*joustava nikamasolmuliitos*". Välilevyn protruusio tulisi korvata termillä *osittainen välilevyrikko tai nikamasolmuliitoksen rikkoutuminen.* Ongelma on siinä, että vain pieni osa välilevyn tilavuudesta voi olla rikki - mutta tämä muuttaa selän toimintaa joksikin aikaa, kunnes selkä taas oppii uudet liikemallit.

Välilevyn korkeuden määrittely on vaikeaa. Mikä on kiekkomaisen välilevyn korkeus ja onko se suurin korkeus vai korkeuden keskiarvo? Välilevyt eivät näy röntgenkuvissa. Voidaanko röntgenkuvista juurikaan arvioida välilevyjen korkeuksia? Se, että nikamat ovat röntgenkuvassa lähellä toisiaan voi johtua 1.projektiosta ja keskisäteen kulusta, 2. normaalianatomian variaatiosta, 3. vammasta, 4. osteoporoosista, 5. välilevyn esikuormituksesta ja vuorokauden ajasta, 6. välilevyn degeneraatiosta tai 7. näiden eri tekijöiden yhdistelmistä. Samalla potilaalla voi olla matalia ja korkeita välilevyjä.

Muita ikämuutoksia ovat osteofyyttien (luupiikki) muodostuminen. Jotkut potilaat ovat kovin kipeitä kun "puukkomainen, terävä luupiikki" painaa kudoksia ja hermoja. Luun muodostumista tapahtuu pistemäisesti nivelsiteiden sisällä alkaen luukudoksen läheisyydestä ja jatkuen nivelsidettä pitkin eteenpäin (Matsunaga ym 1996). Myös välilevyn sisällä on osoitettu tapahtuvan kalkkeutumista (Feinberg ym 1990). Natiivi röntgenkuvissa näkyvät " luupiikit" ovat anatomisesti nivelsiteiden sisäistä epäsäännöllistä luutumista. CT-kuvissa luupiikit näkyvät luonnollisempina eli ne ovat lähinnä vaahtomaista luukudoksen muodostumista, joka voi olla hyvä asia esim. instabiilissa liikesegmentissä, luonnon hoitaessa itse instabiliteettia.

Välilevyn embryologia

Nikamasolmut ja välilevyt muodostuvat chorda dorsaliksesta ja sitä ympäröivästä kudoksesta. Luutuminen alkaa verisuonten kasvulla tuleviin nikamasolmuihin rintarangan alaosassa ja lannerangan yläosassa kolmannen sikiökuukauden aikana. Alussa chorda on läpi nikamien aiheiden jatkuva "sauva", joka vähitellen katkeaa ja vetäytyy nucleus pulposuksiksi ja muodostaa osaltaan päätelevyt. Annuluksen uloin osa on hermotettu ja tämä mahdollistaa sen, että selkäkivut voivat olla myös välilevyperäisiä. (Grönblad ym. 1991 ja Palmgren ym. 1999).

Nikamasolmujen luutuminen käy rustokudoksen kautta, siten että nikamasolmun keskiosa luutuu verisuonten ohjauksessa, mutta tulevan nikamasolmun ylä- ja alareunoihin muodostuvat erilliset rengasmaiset luutumiskeskukset (vertebral rim), jotka ovat röntgenkuvissa näkyvissä vielä 15 vuoden ikään asti. Nämä renkaat ovat Sharpeyn säikeillä (nikamasta nikamaan) kiinni toisissaan. Sharpeyn säikeet muodostavat annulus fibrosuksen. Alaselässä uloimmat Sharpeyn säikeet kiinnittyvät nikamasolmun ulkopintaan (Rauschning 1993).

Joustava nikasolmuliitos eli välilevy koostuu useista eri rakenteista: rustoisesta osasta, luisesta päätelevystä, nucleus pulposuksesta, annulus fibrosuksesta ja vertebral rim alueesta, joka on luutunut kiinni nikaman solmuun. Nikamassa on päätelevyn alueella erityinen verisuonitus koostuen suonikerästä. Tämä ravitsee päätelevyä diffuusion kautta. Välilevyn eri rakenteet muuttu-

vat toisiksi ilman selvää rajapintaa.

Näissä rakenteissa esiintyy luonnollista vaihtelua. Esim. chorda ei välttämättä vetäydy nucleus pulposukseksi, vaan voi ulottua nikaman sisään. Kaaviokuvissa esitetään usein nucleus pulposus pallomaiseksi rakenteeksi ja kuvitellaan sen myös toimivan kuin pallo. Todellisuudessa nucleus on monilokeroinen tila, jossa paine ei jakaudu tasaisesti pallomaisesti vaan säteittäisesti, ja kudoksen rakennepoikkeavuuksista johtuen painekuormat ovat eri kohdissa eri suuruiset. Tästä kuormituksen epälineaarisuudesta taas selittyvät paikalliset repeämät välilevyssä.

Nikasolmuliitoksen toiminta

Ottaen huomioon joustavan nikamasolmuliitoksen rakenteet, niiden ominaisuudet ja nesteen jakauman, on tarkastelukulma dynaaminen. Kuormituksessa voidaan erottaa taivutukset, kierrot, aksiaalinen kuormitus, toistot ja tärinä ja näiden yhdistelmät. Välilevyn repeämä voi helpoimmin syntyä, jos samanaikaisesti kuormitetaan aksiaalisesti, taivutuksella ja kierrolla erityisesti, jos välilevy on paksu (Lu ym.1996 b).

Kuormituksen kesto määrittää välilevyn toimintaa eli kun kuormitus kestää:

1. millisekunteja, kyseessä on kimmoisuus
2. jos kuormitus kestää sekunteja, kyseessä nopea muodonmuutos.
3. minuuteista tunteihin - jolloin vesimolekyylien sitoutuminen ehtii muuttua - hidas sopeutuminen, kollageenin rakenne muuttuu palautuvasti?
4. ja lopulta päivien, viikkojen ja vuosien kuormituksesta, jolloin rusto/luukudos muuttuu, vahvistuu tai heikkenee.

Yöllä, uidessa tai avaruuslennolla välilevy turpoaa. Avaruuslennolla kokonaispituuden lisäys voi olla jopa 7 cm ja 2/3 astronauteista kärsii selkäkivuista (Ledsome 1996). Tavallinen vuorokausimuutos maan vetovoimassa on noin 1 % kokonaispituudesta ja esim. 1.5 mm jokaista lanneselän välilevyä kohden (Lu ym. 1996 a). Työkuormitus, esim. nostotyö (aksiaalinen kompressio) vähentää välilevyjen korkeutta, esim. puolen tunnin nostotyö vähensi pituutta naisilla 5.1 mm +/- 2.0 mm ja miehillä 5.8 mm +/- 2.2 mm, ja tämä palautui noin puolen tunnin makuulla (Stålhammar1992).

Välilevyllä on myös kimmoisia ominaisuuksia eli välilevy toimii kuin jousi tai iskunvaimennin, ja iskukuormituksella aikaansaatu värähtely vaimenee välilevyssä nopeasti (Hirsch ja Nachemson 1954). Kova välilevy tai matala välilevy ovat heikompia iskunvaimentajia kuin paksut ja kimmoisat välilevyt.

Välilevyn nopea dynaaminen sopeutuminen muodonmuutoksella esim. taivutusliikeessä perustuu nucleus pulposuksen hydrostaattisiin ominaisuuksiin ja siihen että nucleus on paketoitu joustavasti annulus fibrosukseen. Se antaa periksi jännittymällä ja pullistumalla. Eteentaivutuksessa nucleus pulposus siirtyy taaksepäin ja jännittää annulus fibrosusta posteriorisesti, joka pullistuu taaksepäin (0-3 mm, keskim. alle 1 mm). Lopulta jännitys leviää terveessä diskuksessa annuluksen varaan ja siirtyy nikamiin. Taaksetaivutuksessa nucleus pulposus taas siirtyy eteenpäin (Fennel ym 1996). Degeneroituneessa diskuksessa jännitys leviää epätasaisesti ja rakenteissa esiintyy suuriakin kuormitushuippuja paikallisesti (Umehara ym 1996).

Etukumarassa pitkään työskenneltäessä tapahtuu sekä nopeaa että hidasta mukautumista. Välilevyn takaosa jäykistyy, ja oikaisu tästä onnistuu hitaasti ja usein polvista tukea ottaen. Välilevyn korkeus palautuu maatessa noin 10-30 minuutissa, nopeimmin palautuminen tapahtuu maaten selkä 20 asteen hyperekstensiossa. Näin "palautettu" välilevy pysyy myös pidempään paksumpana (Magnusson ym. 1996).

Aamulla välilevyt ovat jäykkiä ja turpeita, jolloin notkeutta vaativia voimisteluliikkeitä ja kiertoja ei voi suositella (Lu ym. 1996 a). Tärinä ja istuminen muuttavat selän välilevyt koviksi, vinoiksi ja mataliksi. Pitkän automatkan jälkeen kannattaa ensin kävellä vähän ja vasta sitten nostaa painavat laukut kun välilevyt ovat toipuneet.

Jos on istunut pitkään tai on tehnyt nostotyötä, ovat välilevyt kovia. Tällöin kannattaa ennen juoksulenkkiä loikoilla, jolloin välilevyt turpoavat ja kestävät siten paremmin juoksun iskukuormitusta. Juoksun kannalta turpeat välilevyt ovat alussa liian pehmeitä, mutta sitten kuormitus mukauttaa välilevyjä ja optimaalinen kimmoisuus voi kestää noin 10 - 20 minuuttia lenkin aikana.

Välilevyn degeneroituminen

Patologinen välilevyn degeneraatio ei ole sama asia kuin välilevyn madaltuminen. Paksut välilevyt voivat olla enemmän degeneroituneita kuin ohuet (Nachemson ym 1979). Ohut välilevy voi olla mekaanisesti parempi kuin paksu (Lu ym 1996 a,b). Vanhuksilla välilevyt ovat usein paksumpia kuin nuorilla ja se, että vanhusten nikamat ovat lähellä toisiaan johtuu siitä, että välilevyt ovat painuneet nikamien sisään (Twomey ja Taylor 1985). Ikääntymisen suurimmat muutokset johtuvat luurakenteen muuttumisesta. Luuston heiketessä välilevyt painuvat nikamasolmujen sisään. Ilmiö näkyy röntgenkuvissa "välilevyjen madaltumisena". Vanhusten välilevyt ovat jopa paksumpia kuin nuorten välilevyt, mutta ovat nuorten välilevyjä jäykempiä ja kovempia. Annuluksen vesipitoisuus säilyy läpi iän, mutta nucleuksen alueella tapahtuu noin 6 % vähentymä (Twomey ja Taylor 1985). Tällöin "toiminnallinen nucleus" pienenee 30 % ja hydrostaattinen paine vähenee 30 % (Adams ym 1996).

Kovat välilevyt siirtävät iskukuormituksen luuhun, jolloin jäykkä luurakenne voi rikkoutua. Kadavereilla tehdyissä toistokuormituskokeissa yleensä ensin rikkoutuu luinen päätelevy (Adams ja Hutton 1985). Osteoporoottisissa nikamissa mikromurtumia syntyy useammin kuin terveessä luussa

staattisella toistokuormituksella (Hasegava 1993).

Välilevy voi rikkoutua usealla eri tavalla. Yksi uusimpia discografioiden ja magneettitutkimusten myötä löydettyjä välilevyongelmia on välilevyn fissuura eli annuluksen radiaalinen repeämä. Annuluksen uloin osa on kipuhermotettu, jolloin annuluksen repeämään voi liittyä säteilevää kipua (Ohnmeiss ym 1997, Grönblad 1992). Repeämä ei näy röntgenissä eikä CT-kuvissa mutta magneettikuvauksella ainakin osa repeämistä saadaan näkyviin. Repeämään ei liity hermokompressiota, joten Laseguen ja muut testit voivat olla normaaleja. Discografialla havaittavat sisäiset repeämät ovat usein vibraatioherkkiä (Yrjämä ym 1996). Täydelliset repeämät, kuten prolapsit eivät sen sijaan reagoi vibraatioärsytykseen (Yrjämä 1998 väitöskirja).

Nucleus pulposuksen solujen kemiallinen ärsytys tai solutoiminta voi aiheuttaa haitallisia reaktioita hermojuuriin (Olmarker ym 1997). Tyypillinen "juurikompression" löydös voi olla ENMGssä ilman, että CT:llä näkyy mitään prolapsia (tri *Jaakko Ignatius* henk.koht. tiedonanto). Tämä voi selittyä sillä, että annulus vuotaa nucleuksen sisäosan komponentteja, jotka aiheuttavat kemiallisen tulehdusreaktion ja hermotuhon. Välilevytyrän poiston jälkeen jää kolmasosalle edelleen reikä annulukseen, jota pitkin ainakin varjoaine leviää diskuksen ulkopuolelle (Heggeness ym 1997).

Välilevyn degeneroituminen voi jatkua niin, että melkoinen osa (tilavuudesta) voi olla repeytynyttä, ja välilevyn sisällä voi olla onteloita, jotka näkyvät CT:ssä vakuumi-ilmiönä. Tällöin välilevy muistuttaa lähinnä myllynkiviä. Välilevy on jakautunut kahteen osaan, jotka ovat liittyneet vastinnikamiin. Tällaista väliä kuormitettaessa nikamapari voi yhtäkkiä luiskahtaa johonkin suuntaan ja lukkoutua (oma cadaverihavainto).

Prolapsit ja protruusiot

Prolapsia edeltää välilevyn degeneroituminen, ja tuskin koskaan terve välilevy hajoaa suoraan prolapsiksi. Esivaiheena ovat radiaaliset repeämät, diskuksen fragmentoituminen ja siirtyminen taaksepäin (Brinckmann ja Porter 1994, Moore ym. 1996). Prolapsissa nucleus pulposuksen rakenteita ja muita revenneitä kudoksia irtoaa ja posteriorinen ligamentti venyttyy (subligamentous l. ligamentin alainen) ja repeää (transligamentous l. ligamentin lävistävä) ja sen jälkeen prolapsi etenee juurikanavaan tai spinaalikanavaan (sequesrated l. sekvesteri). Protruusio on välilevyn pullistuma, jossa ei ole mukana nucleusta "polkupyörän sisäkumi pullistaa". Ilmeisesti osa protruusioista on riippuvaisia kuvausasennosta ja hetkestä: häviävät jos potilaan lannerankaa venytetään.

Myös oireettomia prolapseja ja stenooseja on varsin runsaasti. Prolapsidiagnostiikassa magneettitutkimuksen sensiviteetti oli 91.7 % ja CT-tutkimuksen 83.3% ja spesifisyys magneetilla oli 100% ja CT:llä 71.4 %, kun vertailu tapahtui leikkauslöydöksiin (Forristal ym 1988). Osa prolapseista pienenee ajan myötä erityisesti jos discus samanaikaisesti degeneroituu (Yukawa ym 1996). Magneettitutkimusten mukaan oireettomat prolapsit lienevät kudostyypiltään ja reaktioltaan erilaisia kuin oireelliset prolapsit (Boos ym 1997). Kivuliaaseen prolapsiin katsotaan liittyvän hermojuuren kompression niin, että hermon nutriitio häiriytyy, syntyy ödeemia, tulehdusta ja mahdollisesti vierasesinereaktio. Suomalaisessa tutkimuksessa on havaittu, että 25%:ssa protruusioista esiintyy makrofaageja, mutta ei muita tulehdussoluja (Virri ym 1999).

Leikkaus vai konservatiivinen hoito ?

Suomessa on käynnissä satunnaistettu vertailututkimus lanneselän välilevytyrän leikkaushoidon ja konservatiivisen hoidon välillä. Erityisesti USA:ssa prolapsien leikkaushoito on lisääntynyt, koska magneettitutkimus tuo esille enemmän prolapseja kuin aikaisemmat menetelmät. Näkemykset ortopedien kesken vaihtelevat: kivulias tai hermovaurion aiheuttava prolapsi tulisi operoida kolmen kuukauden kuluessa oireiden alkamisesta, jolloin pysyviä hermovaurioita ei vielä ole syntynyt (Papavero ja Caspar 1993). Toisaalta ainoassa tähän mennessä valmistuneessa satunnaistetussa hoitotutkimuksessa potilaiden tila ei eronnut kymmenen vuoden kuluttua, oli heidät sitten leikattu tai ei (Weber 1983).

On mahdollista, että useat välilevyt käyvät samanaikaisesti eri vaiheen degeneraatioprosessia. Yhdessä välissä voi olla instabiliteetti, toisessa prolapsi ja kolmannessa kaasudegeneraatio (vakuumi-ilmiö). Spinaalistenoosia voi olla nuorillakin. Prolapsi voi uusiutua myös samaan väliin.

Potilailla on usein ylisuuret odotukset, että leikkaus "parantaisi selän". Leikkaus ei kuitenkaan korjaa hajonnutta välilevyä. Voi olla, että "prolapsi" aiheuttaa osan potilaan sen hetkisistä oireista ja loput tulevat vaurioituneesta ja degeneroituneesta segmentistä eli välilevystä, fasettinivelistä ja ligamenteista. Joillekin potilaille jää kipuja vielä operaation jälkeen tai kipuoireisto uusii (failed back). Oireiden syinä voivat olla hermovaurio, uusi prolapsi, uudet repeämät diskuksessa, instabiliteetti, operaatioarvet, infektio tai päätelevyn murtuma (Fritsch ym 1996).

Seppo Villanen
LL, tkl (vv)
Espoon tk

Mats Grönblad
dosentti, ylilääkäri, fysiatrian el
HYKS Neuroklinikka Fysiatrian yksikkö

Timo Pohjolainen
LKT, fysiatrian el
Kela

Kirjallisuusluettelo saatavana pyynnöstä toimituksesta.