

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Naprapatian koulutusohjelma

Jaani Jokela

NUOREN URHEILIJAN LANNENIKAMAN STRESSIREAKTIO

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus

Opinnäytetyö 2014

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Naprapatian koulutusohjelma

Jaani Jokela	Nuoren urheilijan lannenikaman stressireaktio
Opinnäytetyö	83 sivua + 19 liitesivua
Työn ohjaaja	Petteri Koski Naprapaatti, D.N. Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen, yliopettaja Kt
Toimeksiantaja	Kymi Care
2014	
Avainsanat	nuoren urheilijan selkäkipu, pars interarticularis, stressireaktio, pars interarticularis stress reaction, spondylolyysi

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia nuorilla urheilijoilla esiintyvän, pars interarticularis- stressireaktion prevalenssia, diagnostiikkaa, kliinistä presentaatiota ja altistavia tekijöitä. Tutkimusmenetelmänä käytettiin systemaattista kirjallisuuskatsausta ja tutkimukseen hyväksytty aineisto käsiteltiin sisällönanalyysimenetelmiä hyödyntäen. Artikkelit etsittiin PubMed- CINAHL- ja ProQuest -tietokannoista. Hyväksytyjä artikkeleita saatiin yhteensä 23.

Pars interarticularis -stressireaktioita esiintyy suhteellisen paljon nuorten urheilijoiden, eritoten jalkapalloilijoiden ja tiettyjen heittolajien edustajien keskuudessa ja se on haastava tila diagnosoida. Urheilua missä lannerangalta edellytetään toistuvia ekstensio-, fleksio- ja rotaatioliikkeitä pidetään altistavana tekijänä stressireaktioiden kehittymiselle. Alaselän paikallinen ja liikkeistä ärsyyntyvä kipu on tyypillistä pars interarticularis stressireaktion oirekuvassa.

Pars interarticularis -stressireaktiot ovat kenties alidiagnostisoituja, sillä määritelmän käyttö ei ole vielä vakiintunutta ja optimaalisesta kuvantamismodaliteetista ei olla vielä aivan yksimielisiä.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Naprapathy

Jaani Jokela

Stress reaction of the lumbar vertebra in the adolescent athlete

Bachelor's Thesis

83 pages + 19 appendix pages

Supervisor

Petteri Koski Naprapath, D.N

Eeva –Liisa Frilander, Head teacher Kt

Commissioned by

KymiCare

2014

Keywords

Adolescent back pain, Pars interarticularis stress reaction, spondylolysis

The objective of this Bachelor's thesis was to investigate the prevalence, diagnostics, clinical presentation and predisposing factors of the pars interarticularis stress reaction among adolescent athletes. The method of study was a systematic literature review and the accepted material was analyzed using content analysis. Articles were searched from PubMed – CINAHL- and ProQuest -databases. Twenty three articles were eventually used as sources.

Pars interarticularis stress reaction is a fairly common finding among adolescent athletes, especially among football players and certain throwing athletes. Sports that demand repetitive extension-, flexion- and rotation motions predispose the adolescent athlete to the development of pars interarticularis stress reaction. Local lumbar pain that is aggravated by activity is a typical clinical presentation of pars interarticularis stress reaction.

Pars interarticularis stress reactions may be currently underdiagnosed as terminology is not yet fully established regarding the stress reaction. There is also still obscurity about the most suitable radiologic imaging method.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1 TYÖN TAUSTA JA TARKOITUS	6
2 LANNERANGAN ANATOMIA	8
2.1 Luut ja nivelet	8
2.2 Lannerangan toiminta ja lihakset	10
3 NUORI URHEILIJA JA RASITUSVAMMAT	20
3.1 Luun anatomia ja mahdolliset kipumekanismit	23
3.2 Pars interarticularis stressireaktio	26
3.3 Spondylolyysi	31
3.4 Spondylolisteesi	35
4 SYSTEMAATTINEN KIRJALLISUUSKATSAUS	36
4.2 Tutkimus protokollan kehitys	37
4.3 Tutkimuskysymysten muodostus	38
4.4 Tutkimusten sisäänotto- ja poissulkukriteerit	39
4.5 Hakutermien valinta ja haun suorittaminen	41
4.6 Tutkimusten valinta	46
4.7 Tutkimusten laadun arviointi	47
4.8 Sisällönanalyysi	49
4.8 Tulosten esittäminen	50

5 TULOKSET	50
5.1 Pars interarticularis stressireaktion prevalenssi nuorilla urheilijoilla	66
5.2 Pars interarticularis stressireaktion diagnostiikka nuorilla urheilijoilla	67
5.3 Pars interarticularis stressireaktion kliininen oirekuva nuorilla urheilijoilla	71
5.4 Pars interarticularis stressireaktion kehittymiseen liittyvät riskitekijät	73
6 POHDINTA	
6.1 Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tulosten johtopäätökset	76
6.2 Luotettavuuden arviointi	80
6.3 Tulosten hyödynnettävyys	81
6.4 Jatkotutkimusten mahdollisuus	82
LÄHTEET	84
LIITTEET	
Liite 1 Kuvaluettelo	91
Liite 2 Taulukkoluetelo	93
Liite 3 Opinnäytetyöhön hyväksytyt tutkimukset	94
Liite 4 Esimerkki isällönanalyysissä käytetystä analyysirungosta	109

1 TYÖN TAUSTA JA TARKOITUS

Urheilu eri tasoilla on olennainen osa ihmisten elämää. Urheilullinen aktiviteetti koetaan yhteiskunnallisesti arvokkaaksi ja mielekkääksi sekä tärkeäksi hyvän terveyden ylläpitäjäksi. Aktiivisen liikkumisen negatiivisina piirteinä ovat valitettavasti urheiluvammat. Lääketieteen ammattilaisten yksi tärkeimmistä tehtävistä onkin etsiä keinoja vähentää urheiluvammoja ja käyttää oikeanlaisia ennaltaehkäiseviä toimia sekä päivitettyjä hoitokeinoja. (Worobiew 1985, 83.)

Selkäkipu ei ole ainoastaan aikuisväestön ongelma. Nuoren väestön selän kiputilat ovat yleistyneet. Nopea kasvuvaihe, lihasten epätasapainotilat, sekä lihasvoimien riittämättömyys altistavat toisaalta passiivisia ja heikkokuntoisia nuoria, kuin myös aktiivisesti urheilevia nuoria alaselän kivuille. (Hasler 2013.) Nuoren selkävun määrittäminen on haastavaa. ”ALBP- adolescent low back pain” on selkävun alakategoria, jossa nuorilla 10 –19 -vuotiailla potilailla on alaselän kipuoireilua ja jonka alkuperä ei ole todennetusti patologinen (Milanese, Grimmer-Somers 2010, 57).

Fyysisestä rasituksesta aiheutuva alaselkäkipu ilman objektiivisia löydöksiä tai taustapatologioita on spondylogeenistä; potilaiden alaselän kipua ei voida selittää kuvantamislöydöksillä, niitä ei tyypillisesti ole. ”*pars interarticularis stress reaction*” -termiä käytetään kun kuvantamistutkimuksista tavallinen röntgenkuva on löydökseltään negatiivinen ja isotooppiluuskannaus on positiivinen. Pars interarticulariksen istminen spondylolyysi on nuorten urheilijoiden kohdalla yleisesti käytetty termi kuvattaessa pars interarticulariksen väsymismurtumaa. (Motley, Nyland, Jacobs & Caborn 1998, 352–353.) Pars interarticularis on biomekaanisesti merkittävä rakenne sillä se sijaitsee vertikaalisesti orientoituneen laminan ja horisontaalisesti orientoituneen pedikkelin risteyskohdassa. Pars interarticularikseen kohdistuu merkittäviä taivutusvoimia sillä laminan läpi kulkevat voimat joutuvat muuttamaan suuntaansa voiman siirtyessä pedikkeliin (Bogduk & Twomey 1999, 8).

Organisoituun urheilutoimintaan osallistuvien nuorien määrä ja urheilun parissa vietetty aika on lisääntynyt. Nuorten naisten osallistuminen kilpaurheiluun on myös lisääntynyt. Samanaikaisesti alaselän kipuoireilu on lisääntynyt nuorten urheilijoiden keskuudessa. Raskas harjoittelu voi johtaa pehmytkudosten vauri-

oitumisen lisäksi lannerangan posterioristen luurakenteiden, muun muassa pars interarticulariksen, symptomaattisiin eli kipua aiheuttaviin luopatologioihin. Superiorisen ja inferiorisen facettinivelen välissä olevaa nikaman kaaren osaa kutsutaan pars interarticularikseksi. Kyseisen alueen vammojen esitetään olevan seurausta jatkuvasta hyperekstensioliikkeestä ja hyperlordoottisesta asennosta. Joillakin yksilöillä pars interarticularis voi olla perinnöllisesti rakenteeltaan heikompi. Pars interarticularuksen stressireaktion tarkan etiologian ollessa edelleen epäselvää jatkuva mikrotrauman synty kyseisellä nikaman posteriorisella alueella usein ilmenee pars interarticularis -alueen stressireaktiona. Reaktion hoidon laiminlyönti voi johtaa luisen leesio-etenemisen spondylolyysiksi tai jopa spondylolisteesiksi. (Motley ym. 1998, 351.)

Radiologisesti todennettuja pars interarticularis -leesioita, kuten spondylolyysiä, on todettu esiintyvän suhteellisen paljon yleisessä väestössä. Suurimmalla osalla väestöstä leesio on oireeton, mutta nuorilla urheilijoilla tilanne on useimmiten päinvastainen. (Standaert & Herring 2000, 415) Nuorilla urheilijoilla tavataan useammin pars interarticulariksen leesioita kuin normaalilla väestöllä. (Standaert & Herring. 2000, 416) On esitetty, että alaselkävauriosta kärsivistä nuorista urheilijoista 47 %:lla oireiden taustalla olisi nikaman kaaren leesio. (Heck & Sparano 2000, 207). Urheilijalle kipu ei ole vierasta. Kipu siedetään, jotta urheilussa saavutettu korkea taso pysyisi yllä ja halutut tavoitteet saavutettaisiin. Urheilijoiden mentaliteetista johtuen heidän alaselän kipuilua tulisi seurata tarkasti. Ajoissa todettu, mahdollisesti kehittyvä, luuvamma voi tarkoittaa sitä, että urheilija voi palata aktiivisen harjoittelun pariin nopeammin. Kipu on elimistön varoituskonfiguraatio, jota kuuntelemalla on mahdollista välttää pysyvien vaurioiden kehittyminen. (Motley ym. 1998, 357).

Stressireaktio -termi kuvaa tutkittavaa ilmiötä hyvin, suomenkielisessä lääketieteen terminologiassa käytetään myös termiä rasitusosteopatia. Terminä rasitusosteopatia ei kuitenkaan ole niin tarkka ja kuvaava kuin stressireaktio; ulkomaisessa lääketieteen kirjallisuudessa termi ”stress reaction” on yleisemmin käytetty ilmaisu kuvaamaan lannenikamien rasitusperäisiä luuvammoja. Tässä opinnäytetyössä käytetään termiä stressireaktio puhuttaessa pars interarticulariksen rasitusperäisistä ongelmista.

2 LANNERANGAN ANATOMIA

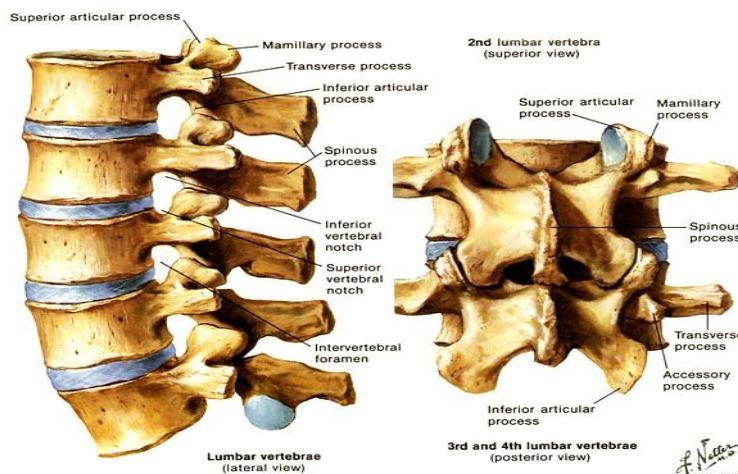
2.1 Luut ja nivelet

Lanneranka koostuu viidestä nikamasta, (Kts. Kuva 1) jotka ovat tunnusomaisen kookkaita ja niistä puuttuu kylkiluille tarkoitetut nivelpinnat sekä processus transversusten foraminat (Standring 2008, 723). Nikaman runko muodostaa foramen intervertebralen etuseinän (Seeley, Stephens & Tate. 2000, 205). Foramen vertebrale on kolmionmuotoinen ja suurempi kuin torakaali rangan foramen vertebrale, mutta pienempi kuin kaularangan tasoilla olevat foraminat. Nikaman kaari muodostuu pedikkeleistä ja laminoista. Vahvat ja lyhyet parilliset pedikkelit lähtevät jokaisesta nikaman rungosta läheltä sen ylärajaa suuntautuen posterolateraalaisesti. Laminat ovat leveitä ja lyhyitä eivätkä ne mene limittäin toisiinsa nähden verrattuna rintarangan nikamiin. (Standring 2008, 723). Nikaman kaari muodostaa foramen vertebrale sivu- ja takaseinämät. Pedikkelit muodostavat foramen vertebrale sivuseinämät ja laminat muodostavat takaseinämät (Seeley 2000, 205).

Processus transversukset eli poikkihaarakeet ovat ohuita ja pitkiä, lukuun ottamatta viidettä, tukevampaa ja kookkaampaa nikamaa. Processus transversuksen postero-inferiorisessa osassa sijaitsee pieni accessorius haarake. Accessorius ja mamillarishaarakkeen välissä kulkee hento mamillo-accessorius ligamentti joka voi joskus olla luutunut; tämän rakenteen alta kulkee selkäydinhermon dorsaalisen pääramuksen mediaalinen haara (Standring 2008, 723). Lannerangassa on tyypillisesti viisi paria fasettiniveleitä. Nämä diarthrodiaalinenivelet koostuvat superiorisista ja inferiorisista nivelliittymistä ja nivelkapseleista. Facettinivelet sijaitsevat nikaman kaarissa (Magee, 2008, 515). Superiorisen nivelhaarakeen muodostaa vertikaaliset ja konkaavit, eli koverat nivelpinnat, ja ne osoittavat postero-mediaalisesti. Rakenteen posteriorisella rajalla sijaitsee karkeapintainen processus mamillaris. (Standring 2008, 723) Inferiorinen nivelhaarake muodostuu vertikaalisista ja konvekseista eli kuperista ni-

velpinnoista, jotka osoittavat Antero-lateraalisesti. Superiorisen ja inferiorisen nivelhaarakkeen välistä aluetta kutsutaan pars interarticularikseksi. (Bogduk ym. 1999, 8) Okahaarakkeet eli processus spinosukset ovat lähes horisontaaliset ja neliönmuotoiset, ja ne paksuuntuvat posteriorisista ja inferiorisista osistaan. Viides okahaarake on pienin ja sen kärki on useimmiten pyöreäkulmainen ja hieman alaspäin suuntautuva. (Standring 2008, 723)

Nikaman runkoja yhdistää toisiinsa anteriorinen ja posteriorinen longitudinaali ligamentti sekä rustoinen välilevy, mikä on hyaliinirustoisten nikaman päätelevyjien välissä. Välilevyt ovat paksuimpia lannerangassa, ja kuten rangan muissakin osissa, ne kiinnittyvät nikaman rungon superiorisella ja inferiorisella pinnalla olevaan ohueen hyaliini -rustoiseen päätelevyyyn. (Standring 2008, 730) Välilevyn tehtävänä on toimia iskunvaimentimena eli ottaa vastaan ja jakaa rangan kohdistuvia voimia laajemmalle alueelle. Välilevy pitää nikamia yhdessä ja sallii luiden välisiä liikkeitä. Välilevy erottaa nikamat toisistaan ja toimiessaan yhdessä fasettinivelten kanssa se on osa toiminnallista segmentaalista yksikköä. Erottaessaan nikamat toisistaan välilevy sallii selkäytimestä tulevien hermojuurien vapaan kulun ulos foramen vertebraliksista. (Magee 2008, 517).



Kuva 1. Lannenikamia (Lumbar spine)

2.2 Lannerangan toiminta ja lihakset

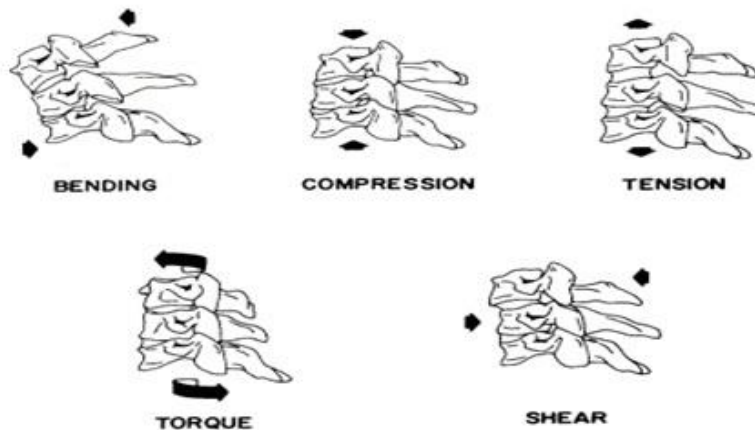
Lannerangan liikkeet

Luun liikkeitä kuvataan termeillä translaatio ja rotaatio. (Kts. Kuva 2) Luun translaatio liike tarkoittaa sitä, että luun jokainen kohta liikkuu samaan suuntaan yhtä pitkän matkaa. Translaatiota tapahtuu, kun luuhun vaikuttaa yksittäinen voima ja voimaa joka aiheuttaa translaatiota kutsutaan *shear*- eli leikkaavaksi voimaksi. Leikkaava voima välittyy rakenteen pitkään akseliin nähden poikittain, tensiovoima taas välittyy pitkän akselin suuntaisesti. (Bogduk ym. 1999, 71.) Rotaatiossa kaikki luun pisteet liikkuvat rinnakkain kaarella, joka on keskittynyt kiinteään pisteen ympärille. Pisteet liikkuvat samaan suuntaan, mutta niiden kulkeuma matka riippuu niiden etäisyydestä keskitettyyn pisteeseen eli rotaation keskipisteeseen. Rotaatiota saa aikaan luun eri osiin kohdistuvat toisiinsa erisuuntaiset voimat. Rotaatiota aiheuttavaa voimaa kutsutaan väännöksi (engl. *torgue*). Vääntöä voi syntyä pelkästään lihasten aiheuttamista vastavoimista, yhdessä lihasten toiminnasta ja ligamenttien rajoittavasta toiminnasta muodostuvista vastavoimista tai painovoimasta jota vastustaa lihastoiminta tai ligamentit. Kolmiulotteisessa tilassa translaatiota ja rotaatiota voi tapahtua jokaisessa perustasossa. Anatomisia perustasoja ovat sagittaali-, koronaali- ja horisontaalitaso. (Bogduk ym. 1999, 67–69.)

Rasitusta tai kuormitusta aiheuttava voima (engl. Load, N) voi saada aikaan esim. kudoksen venymistä ja tilasta johon kudokseksi on venyttynyt, käytetään termiä venytystila (engl. strain). Tensio, jännitysvoima syntyy, kun rakennetta venytetään longitudinaalisesti. Tensiovoima taas välittyy pitkän akselin suuntaisesti. Rakennetta kasaan painavaa voimaa kutsutaan kompressioksi. (Bogduk ym. 1999, 71) Lannerangan fleksoituessa koko lanneranka nojaa eteenpäin, jolloin lannelordoosi suoristuu. Fleksioliikkeen aikana jokaisessa lannenikamassa tapahtuu kaksi liikettä: anteriorinen sagittaalinen rotaatio, sekä anteriorinen translaatio. Lannenikaman keinahtaessa eteenpäin välilevyn päällä sen inferiorinen nivelhaarake nousee ylös ja taaksepäin. Tämä saa aikaan pienen raon jokaisen alemman ja ylemmän nivelhaarakkeen välillä zygapophyseaalinivelissä. Nikamien nojatessa edelleen eteenpäin nikama myös liukuu eteenpäin ja

liukuliike loppuu vasta kun zygapophyseaalinivelet kohtaavat jälleen. Fleksioliikettä kontrolloivat nikaman posterioriset ligamentit, sekä zygapophyseaalinivelten nivelkapselit. Merkittävimmän kontrolloivan rakenteen muodostaa zygapophyseaalinivelten luiset rakenteet. (Bogduk. ym. 1999, 86–89.)

Lannerangan ekstensioliikkeissä tapahtuu nikamien posteriorista sagittaali rotaatiota ja vähäistä posteriorista translaatiota. Nikaman ekstensoituessa sen processus spinosus lähenee alemman nikaman processus spinosusta. Interspinosus ligamentin taittumisen jälkeen tapahtuu luisten rakenteiden eli ylemmän ja alemman processus spinosuksen kontakti ja ekstensioliike loppuu. Liike voi rajoittua myös alemman nivelhaarakkeen kärjen osuessa alemman nikaman laminaan. Ilmiötä voi korostaa selän lihasten samanaikainen aktiviteetti, jotka saavat aikaan huomattavia selkärankaan kohdistuvia kompressiovoimia. (Bogduk. ym. 1999, 90–93.) Lannerangan liikkeistä ääriekstensio yhdistettynä hyppystä alastulon aiheuttamaan iskuun aiheuttaa huomattavia kompressiovoimia nikaman posteriorisille rakenteille. Nikaman posterioriset osat on suunniteltu pääasiassa ohjaamaan liikkeitä ja nikaman anterioriset osat vastaanottavat kompressiovoimia, joten nikaman posterioriset rakenteet altistuvat poikkeaville voimille selän ääriekstensioliikkeen aikana. (Weber, Woodall 1991, 7.)



Kuva 2. Nikamiin kohdistuvat liikkeet ja niiden aiheuttamat voimat. (Loading patterns for cervical spine)

Lannerangan aksiaalirotaatioissa välilevyihin kohdistuu vääntöä ja torsiota jolloin zygapophyseaalinivelet osuvat toisiinsa. Zygapophyseaalinivelet ja joissain määrin myös posterioriset ligamentit suojelevat välilevyä liialliselta väännöltä.

Normaalisti ylemmän nikaman inferiorisen nivelpinnan törmätessä alemman nikaman superioriseen nivelpintaan aksiaalinen rotaatio loppuu. Välilevy kestää noin 3 asteen rotaation ennen kuin kollageenisäikeet alkavat vaurioitua. Zygapophyseaalnivelten rustopinnat toimivat huomattavana puskurina rotaatioliikkeessä. Yli kolmen asteen rotaation aikaansaaminen vaatii suurta voimaa. Rotaation ylittäessä kolme astetta tapahtuu intervertebraali nivelissä normaalista poikkeavaa rotaatiota. Toisiinsa kontaktissa oleviin zygapophyseaalnivelpintoihin kohdistuu kompressiota, välilevyyn kohdistuu torsiota ja lateraalista leikkaavaa voimaa, jolloin vastapuolen zygapophyseaalnivelen nivelkapseli venyytyy. Riittävän suuri rotaatiovoima voi vaurioittaa mitä tahansa edellä mainituista rakenteista. (Bogduk ym. 1999, 90–93.)

Lannerankaa stabiloivista lihaksista erector spinae, obliquus externus, rectus abdominis ja mahdollisesti quadratus lumborum tuottavat isoja liikkeitä. Pienemmät lihakset, kuten multifidus, transversus abdominis ja obliquus internus stabiloivat lannerankaa paikallisesti. Multifiduksen esitetään olevan tärkeä lihas segmentin neutraalialueen hallinnassa. Rangan liikesegmentin neutraalilla alueella tarkoitetaan liikkeen laatua ja hallintaa, kun segmentti on lähellä sen neutraalia asentoa ja ligamentit ovat lähestulkoon löysiä. Neutraalialueen häiriöt voivat syntyä vamman, degeneraation tai stabiloivien lihasten heikkouden seurauksena (Kolber & Beekhuizen 2007, 27). Intervertebraalinivelet ovat päävastuussa kehon painon ja ylimääräisen ulkoisen kuorman kannattelussa. Lisäksi intervertebraaliniveliin kohdistuu lihasvoimien ja ligamenttien aiheuttamien tensiovoimien monimutkainen yhteisvaikutus. Normaalisissa ja tasapainoisissa seisoma-asennossa yläruumista kannattelee ja tukee selkärangan luut, ligamentit ja vartaloa ympäröivät lihakset. Yläruumiin lihasvoiman, lihaskestävyyden ja lihasten elastisuuden epätasapainot vaikuttavat selän rakenteiden rasituksen sietokykyyn. (Motley ym. 1998, 353–354.)

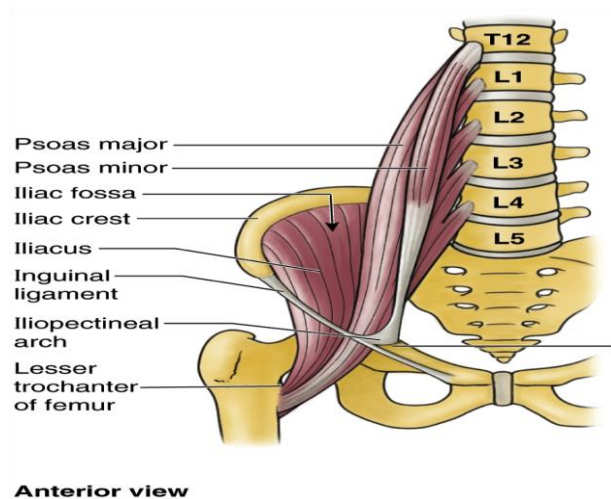
Biomekaanisesti poikkeava rangan asento ja rangan tukilihasten epätasapaino voivat aiheuttaa normaalia suurempia kompressio ja vääntövoimia; lantion kääntyminen anterioriseen rotaatioon ohjaa lannerankaa korostuneeseen lordoosiin eli ekstensioon. Lihasryhmien epätasapaino voi olla yhteydessä alaselkikipuun; hamstring lihasten kireys ja selän ekstensorilihasten, vatsalihasten ja lonkan fleksoreiden heikkous on yhdistetty alaselän kiputiloihin, kuten spondylo-

lyysiin (Peer, Fascione 2007, 104–105). Pars interarticulariksen rasitusperäisten vaurioiden taustalla on oletettavasti useampia tekijöitä. Lihasten heikkoudella ja väsymisellä esitetään olevan rooli rasitusperäisen vaurion kehittymiselle; elimistö pystyy vastaanottamaan ja sietämään huomattavan suurta rasitusta, kun tukikudokset, tukilihakset ja luusto ovat terveitä. Luukudos yksin ilman lihasten tukea ei kestä läheskään yhtä suurta rasitusta. Lihasten heikkous voi tulla eri tavoin esiin. Esimerkiksi voimistelija voi harjoitella niin, että luusto ja lihaksisto kehittyvät tasapuolisesti: lihasten yliväsyminen voi kehittyä, jos harjoittelumäärät ovat liian suuret tai urheilija toistuvasti tekee taitotasoaan vaativampia liikkeitä. Lihasarjestelmän väsyminen alentaa sen kykyä suodattaa kineettistä energiaa ja näin luuhun pääsee kohdistumaan suurempi rasitus. (Weber, Woodall. 1991, 7.)

Nikamien ylä- ja alarajoihin kiinnittyvät anterioriset ja posterioriset longitudinaali ligamentit. Pallea kiinnittyy ylempiin lannenikamiin kolmella insertiolla nikaman oikealle puolelle ja kahdella nikaman vasemmalle puolelle. (Standring 2008, 723–724) *Anteriorinen longitudinaali ligamentti* koostuu useista kollageenisäiekerroksista ja se ulottuu sacrumista aina rinta- ja kaulanikamiin, peittäen selkärangan anteriorista pintaa. Ligamentin longitudinaalisesta orientaatiosta johtuen sen tehtävänä on estää nikamien anterioristen päiden vertikaalista separaatiota. Ligamentti kiristyy lannerangan ekstensioituessa. (Bogduk & Twomey 1999, 44–45) *Posteriorinen longitudinaali ligamentti* peittää nikamien takaosia koko selkärangan matkalta. Ligamentti pyrkii vastustamaan nikamien posterioristen päiden separaatiota useammalla niveltasolla. (Bogduk. ym. 1999, 46)

Psoas major ja Iliacus lihakset kiinnittyvät yhteen sulautuneina femuriin muodostaen *iliopsoaksena* tunnetun toiminnallisen yksikön. Psoas major on pitkä lihas, jonka origo lannenikamien antero-lateraalisisista osista on moninainen. (Standring 2008, 1367) Psoas major on ensisijaisesti lonkan koukistajalihas. Psoas major kiinnittyy segmentaalisesti aina T12–L1 tasolta L4–L5- tasolle, mediaalisesti processus transversuksen anterioriselle pinnalle, välilevyihin ja nikaman runkoihin välilevyn ja nikamarungon rajamailla. Lihassäikeet laskeutuvat lannerankaan nähden antero-lateraalisisesti aina lantion sisäreunan yli kiinnittyen lopulta femurin trochanter minoriin. Biomekaanisten tutkimusten perusteella psoas lihaksen aktivaatio tuottaa vähäisesti fleksio- ja ekstensiosuunnan liikettä

lannerankaan. Psoas pikemminkin käyttää lannerankaa tukipisteenä, mistä käsin se vaikuttaa merkittävämmiin lonkkanivelen toimintaan. Nikamien välisiin välilyhyihin psoaksen aktivaatio tuottaa erittäin suuria aksiaalisia kompressiovoimia. (Bogduk, Twomey. 1999, 101–103.)



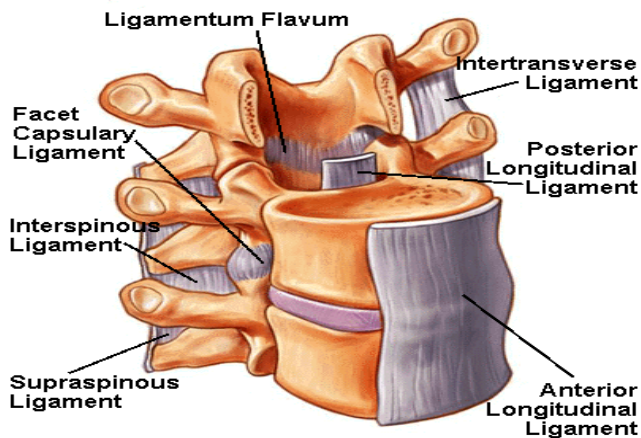
Kuva 3. Iliopsoas. (Psoas major)

Quadratus lumborum on leveä neliönmuotoinen lihas, joka peittää kaksi kolmasosaa L1-L4- nikamien processus transversusten etupinnasta. Lihas lähtee kaudaalisesti L5- nikaman processus transversuksista ollen yhteydessä iliolumbaaliseen ligamenttiin sekä iliumin harjulta. Näistä kohdista lähtevät kaikkein lateraalisimmat lihassäikeet kiinnittyvät alimman kylkiluun alapinnalle anteriorisesti, mediaalisempien säikeiden kiinnittyessä jokaisen lannenikaman processus transversuksen etupinnalle. Quadratus lumborum lihaksen säikeiden suunnan perusteella sen voisi olettaa pystyvän tuottamaan lannerankaan lateraalifleksiot. Lihasmassan määrä tosin on vaihtelevaa ja sen anatomian perusteella lateraalifleksion tuotto ei olisi merkittävää. (Bogduk.1999,103.)

Posterioriset selän lihakset ja nivelsiteet

Lumbaaliset selkälihakset ovat ryhmä lihaksia, jotka sijaitsevat procesussus transversus- linjan takana ja vaikuttavat lannerangan liikkeisiin. Ryhmän lihakset voidaan erotella morfologisesti toisistaan poikkeaviin ryhmiin. Lyhyet intersegmentaaliset interspinales ja intertransversarii mediales- lihakset kulkevat ni-

kamasta toiseen. Interspinale lihakset ovat lyhyitä parillisia lihaksia, jotka kulkevat supraspinatus ligamentin molemminpuolin ja kiinnittyvät ylemmän sekä alemman nikaman processus spinosuksiin (Bogduk 1999, 104). Intertransversarii-lihakset ovat joukko pieniä lihaksia, jotka kiinnittyvät processus transversuksiin kahden nikaman väliin (Adams, Bogduk, Burton & Dolan 2002, 31.) Lihasten sijainnista ja pienestä koosta johtuen niiden ei uskota kykenevän tuottamaan riittäviä voimia tuottamaan lateraalifleksiota saati posteriorista rotaatiota lannerankaan. Vaihtoehtoisesti on esitetty, että kyseiset lihakset toimisivat suurina proprioseptiivisinä välittäjinä. Kaikissa selkärangan lyhyissä lihaksissa on todettu olevan enemmän lihasspindelitä kuin pitkissä useamman segmentin yli ulottuvissa lihaksissa (Bogduk.1999, 104–105).

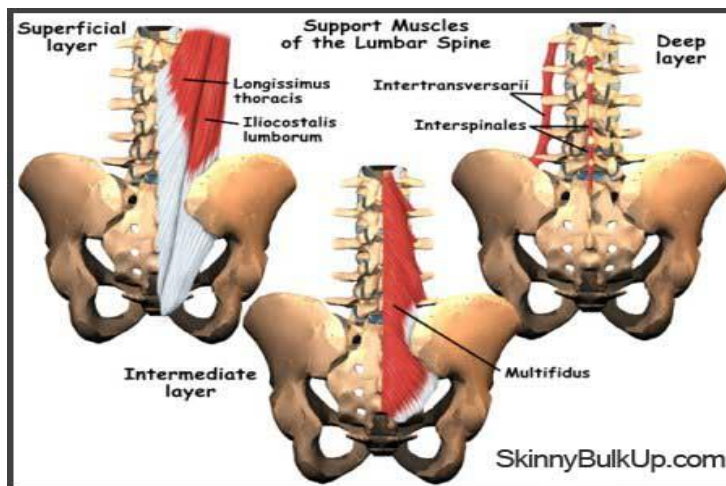


Kuva 4. Lannerangan ligamentteja. (Lumbar spine)

Ligamentum flavum on paksu ja lyhyt ligamentti, joka sijaitsee ylemmän ja alemman nikaman laminan välissä. Ligamentti on parillinen ja symmetrinen rakenne niin oikealla kuin vasemmalla puolella. Histologisesti ligamentum flavum poikkeaa kaikista muista ligamenteista; sen elastinen ominaisuus johtuu suuresta elastiinin määrästä (80 %), kollageenimäärän ollessa pienempi (20 %). Ligamentin tarkoituksena on estää nikaman lamininoiden liiallista separaatiota. Syytä ligamentin elastisille ominaisuuksille ei aivan tarkkaan tiedetä. Yksi mahdollinen teoria liittyy ligamentin sijaintiin ja ympäröiviin rakenteisiin. Ligamentum flavum sijaitsee heti selkäydinkanavan takana, ollen erittäin lähellä hermorakenteita. (Bogduk ym.1999, 47–48.) Interspinale-ligamentit kulkevat ylemmän ja alemman processus spinosuksen välillä, niiden kyky vastustaa lannerangan eteen taivutusliikkeitä on vähäistä. Supraspinale-ligamentti sijaitsee rangan

keskilinjassa ja se kulkee posteriorisesti lannerangan spinosuksiin nähden kiinnittyen spinosusten posteriorisiin kulmiin ja sulkien näin interspinale-tilat. Pääosan ligamentin kudossmassasta muodostavat selän lihaksien jännesäikeet ja voidaankin kyseenalaistaa onko supraspinale- ligamentti oikea ligamentti. (Kts. Kuva 4) (Bogduk 1999, 48–49.)

Multifidus- lihaksisto (Kts. Kuva 5) sekä longissimuksen ja iliocostaloksen lannenikamiin kiinnittyviä osia kutsutaan polysegmentaaliseksi lihaksiksi. (Bogduk. 1999, 104) Kyseiset lihakset ovat myös posteriorisista lihaksista suurimpia ja kenties ainoita lihaksia, jotka pystyvät saamaan aikaan ja hallitsemaan rangon liikkeitä (Bogduk. ym. 2000, 33). Multifidus lihaksisto on ryhmän mediaalisin ja suurin. Pääosa lannerangan multifidus- lihassäikeistä koostuu suurista lihaskimpuista, jotka lähtevät processus spinosuksista. Lihaskimput koostuvat viidestä limittäisestä ryhmästä ja jokainen lannenikama tarjoaa lähtökohdan yhdelle lihasryhmälle. Multifidus- lihaksien syvillä säikeillä on kiinnityskohtia zygapophyseaalinelvelten nivelkapseliin. Tämä suojaa nivelkapselia joutumasta nivelen sisään multifiduslihaksen aiheuttamien liikkeiden aikana. Multifidus- lihaksisto pystyy tuottamaan lannerankaan posteriorista rotaatiota ja kontrolloimaan fleksiota. Multifidus- lihakset ovat kuitenkin aktiivisia selkärangan horisontaalisen rotaation aikana. Tämä johtuu rangon muiden luisten ja lihas komponenttien yhteisvaikutuksesta lannerankaan. Lanneranganrotaatio liike on epäsuora liike. Jotta lanneranka voisi rotatoitua, on rotaatioliikkeen ensin alettava rintarangasta. Rintarangon rotaatiota aiheuttavat vinot vatsalihakset aiheuttavat myös lannerangan fleksoitumista ja rotaation pysyäkseen puhtaana aksiaalisenä lannerangan ekstensoreiden tulee aktivoitua. Multifiduksen tehtävänä rangon rotaatioliikkeessä on siis estää abdominaali-lihasten rotaation yhteydessä aikaansaamaa rangon fleksiota. (Bogduk ym. 1999, 105–108.)



Kuva 5. Erector spinae. (Muscles that stabilize and orient the lumbar spine)

Longissimus thoracis pars lumborum on osa erector spinae -lihasryhmää. Lannerangan erector spinae (Kts. Kuva 5) sijaitsee multifiduksesta lateraalisesti ja se muodostaa suuren osan lanneselän dorso-lateraalista lihasmassaa (Bogduk & Twomey 1999, 108). Longissimus thoracis pars lumborum on multifiduksesta seuraava lateraalinen lihasryhmä. Sen säikeet lähtevät L1–L4 nikamien processus accessoriusten kärjistä ja muodostavat yhteisen kaudaalisesti kulkevan jänteen, joka tunnetaan myös lumbaalisena intermuskularisena aponeuroosina. Iliocostalis lumborum pars lumborum- lihas säikeet lähtevät L1–L4 nikamien processus transversusten kärjistä ja lihaksella on yhteyksiä myös torakolumbaalisen faskian mediaaliseen kerrokseen. Kumpikin lihas kiinnittyy lopulta iliumin harjuihin. Longissimus thoracis pars lumborum ja iliocostalis lumborum pars lumborum -lihakset vetävät processus transversuksia alaspäin ja hieman taaksepäin ekstensoiden lannerankaa tai kontrolloiden sen fleksioita toimissaan molemminpuolisesti. Unilateraalisesti toimiessaan ne osallistuvat lannerangan lateraalifleksion kontrollointiin. (Adams ym. 2000, 35.)

Longissimus thoracis pars thoracis ja iliocostalis lumborum pars thoracis lihasrungot lähtevät rintarangan nikamien processus transveruksista, sekä nikamien viereisistä kylkiluiden alapinnoista. Lihakset päättyvät pitkään kaudaaliseen jänteeseen lannerangassa ja ne muodostavat erector spinae -aponeuroosin mediaalisen puoliskon. Jänteet kiinnittyvät lopulta lannerangan ja sacrumin proces-

sus spinosuksiin, sacrumin alaosaan, sekä iliumin harjun posteriorisille alueille ja spina iliaca posterior superioriin. Nämä jänteet muodostavat erector spinea - aponeuroosin lateraalisen osan, joka kiinnittyy iliumin harjulle. Lihassäikeiden orientaation perusteella kyseiset lihakset ekstensoivat rintarankaa lantioon nähden tai kontrolloivat kehon fleksioliikettä. Lihakset eivät vaikuta suoraan lannerangan liikkeisiin, mutta koko lannerangan yli ulottuvat lihassäikeet voivat välittää ekstensiomomenteja lannerankaan, toimien ikään kuin jousipyssyn jänteenä ja näin taivuttavat myös lannerankaa. (Adams ym. 2000, 35–37.)

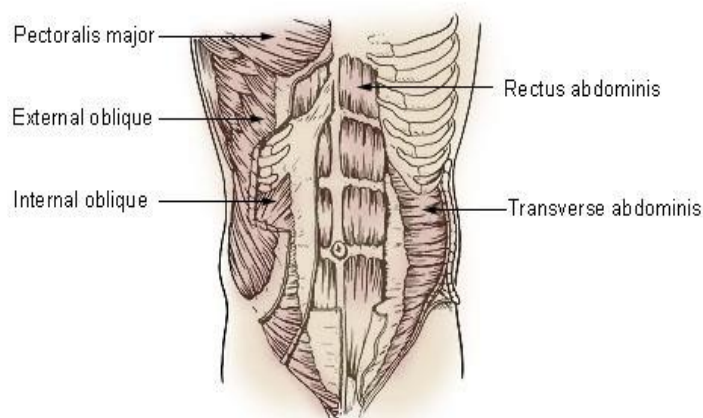
Ligamentum iliolumbale kiinnittyy viidennen lannenikaman kärkeen, sekä sen processus transversuksen anteroinferioriseen osaan. Ligamentti kiinnittyy lantionluuhun kahdella juosteella, ylemmällä ja alemmalla. Ylempi juoste, joka on yhteydessä quadratus lumborumin kiinnityskohtaan, kiinnittyy anteriorisesti sacroiliaca -niveleen nähden suoliluun harjulle, sulautuen thoracolumbaalisen fascian anterioriseen kerrokseen. Alempi juoste kiinnittyy suoliluun posterioriselle alueelle, fossa iliacaan (Standring 2008, 735–736.) Ligamentum iliolumbale voidaan jakaa morfologisesti viiteenkin osaan, mutta tässä työssä ligamentti esitellään pääpiirteittäin. Ligamentum iliolumbalen olemassaolosta on käyty keskustelua. Tutkimusten perusteella ligamentti löytyi vain aikuisilta. Vastasyntyneillä ja lapsilla ligamentin tilalla oli kimppu lihaksia. Lihaskudos korvautuisi vähitellen ligamentti kudoksella, ollen täysin ligamentin kaltainen elämän kolmannella vuosikymmenellä. Lapsilla ja nuorilla kyseisen ligamentin olemassaolo on vielä epäselvää, toisin kuin aikuisilla ligamentti on olemassa ja se muodostaa vahvan siteen L5 -nikaman ja iliumin välille. Sen toimintana on estää L5 -nikaman ventraalista siirtymistä sacrumiin nähden: ligamentti rajoittaa myös L5 -nikaman vääntymistä, eteenpäin, taaksepäin sekä sivulle taivutusta. (Bogduk 1999, 49–50.)

Anterolateraaliset vatsalihakset

Yläruumiin merkittävimmät liikkeitä aikaan saavat lihakset ovat rectus abdominis, obliquus externalis, obliquus internalis ja transversus abdominis. *Musculus rectus abdominis* on parillinen lihas, joka lähtee kylkiluiden 5–6 rustopinnoilta ja processus xiphoideuksen reunoilta. Säikeet kulkevat kaudaalisesti kiinnittyen lopulta pubiksen harjuun sekä ligamentti rakenteeseen, joka peittää symphysis

pubista (Standring 2008, 1060–106.) *Musculus obliquus externus* kaareutuu vatsan anterioristen ja lateraalisten osien yli lähtien kahdeksan alimman costan alareunoista. Säikeet kulkevat kaudaalisesti, osa laskeutuu lähes vertikaalisesti crista iliacan anterioriselle pinnalle ja osa laskeutuu ventaalisesti ja kaudaalisesti päättyen anterioriseen aponeuroosiin. *Obliquus externus* kiinnittyy inguinaali ligamentin välityksellä myös tuberculum pubicum ja spina iliaca anterior superiorin väliin (Standring 2008, 1063.) *Musculus obliquus internus* lähtee inguinaali ligamentin lateraaliosasta, crista iliacan linea intermedian anteriorisesta osasta ja torakolumbaalisesta fasciasta. Torakolumbaalisesta fasciasta lähtevät säikeet kulkevat supero-lateraalisesi neljän alimman costian alarajoille. Iliumin anterioriselta pinnalta lähtevät säikeet kulkevat vinosti ja kiinnittyvät anterioriseen aponeuroosiin. Inguinaali ligamentista lähtevät säikeet kaartuvat kaudaalisesti ja muodostavat yhdessä *musculus transversus abdominis* kanssa conjoint tendon, joka kiinnittyy lopulta iliumin pecten ossis pubiksen linea pectinean mediaali pinnalle. (Kts. Kuva 6)

Muscles of the Trunk



Kuva 6. Abdominaali lihakset. (Muscles of the trunk)

Musculus transversus abdominis lähtee iliolumbaali ligamentin lateraaliosasta, iliumin labium internum anteriorisesta osasta, iliumin harjun ja costa 12 välistä torakolumbaalisesta fasciasta sekä kuuden alimman costan rustoista ol- len tätä kautta yhteydessä myös palleaan. Lihassäikeet päättyvät anterioriseen aponeuroosiin, alemmat säikeet kaartuvat inferio-mediaalisesti ja yhdessä *obliquus internus* aponeuroosin kanssa kiinnittyvät pecten ossis pubikseen muodostaen conjoint tendon. (Standring 2008, 1064.)

Anterolateraalisten vatsalihasten aikaansaama tonus tukee sisäelimiä ja ylläpitää rintaontelon normaalia rakennetta. Erityisen tärkeää edellä mainittujen lihasten toiminta on intra-abdominaalisen paineen kasvaessa. Pallean supistuessa vatsaontelo kompressoituu ja tämä saa aikaan intra-abdominaalisen paineen kasvua. Luinen lantio, alimmat kylkiluut ja anterolateraalisten vatsalihasten yhtäaikainen supistuminen muodostavat kiinteät seinät vatsaontelolle. Tukevien seinien ansiosta sisäelinten siirtymistä ei tapahdu ja näin luodaan edellytykset paineen synnylle ja säilymiselle vatsaontelossa. Anterolateraaliset vatsalihakset osallistuvat erityisesti liikkeisiin, mitkä tapahtuvat vastusta vastaan tai oltaessa selinmakuulla. Rectus abdominis tuottaa yläkehon anteriorista fleksiota. Lantion ollessa fiksoitu lihas tuottaa rintarangan ja hartiarenkaan fleksiota, rintakehän ollessa fiksoitu lihas nostaa lantiota. Aktivoituessaan unilateraalisesti vinot vatsalihakset tuottavat yläruumiin lateraalifleksio ja-rotaatio liikkeitä vastusta vastaan. (Standring 2008, 1060).

3 NUORI URHEILIJA JA RASITUSVAMMAT

Lasten ja nuorten osallistuminen urheilutoimintaan kasvattaa suosiotaan länsimaaisessa kulttuurissa. Ei ole epätavallista, että moni näistä nuorista aloittaa ympärivuotisen harjoittelun ja tiettyyn lajiin erikoistumisen. Moni voi saavuttaa huippukunnon tai päästä huippusuoritus tasolle nuoruusiällä ja kilpailla kansallisella tai kansainväliselläkin tasolla. Jopa kuusi- tai kahdeksanvuotiaat nuorukaiset voivat pelata järjestelmällisesti jääkiekkoa tai jalkapalloa sekä tehdä pelimatkoja joukkueena (Brukner & Khan 2012, 88.)

Nuoren urheilijan kehoon kohdistuu alati enemmän rasitusta, joten tietoisuus ja käsitys nuorten erityispiirteistä fysiologisten, ortopedisten, sekä tuki- ja liikuntaelinperäisten vammojen hoidon kannalta on tärkeää vammojen ennaltaehkäisy. Liikunnallisuudella nuorena iässä on monia positiivisia terveysvaikutuksia, mutta kuten liikunnalla muissakin ikäryhmissä, vammautumisariski on aina olemassa. Urheilevan yksilön kehitys sekä fyysisessä että fysiologisessa mielessä voi altistaa nuorta joillekin vammoille. Normaali kasvukäyrä on epälineaarinen, mikä

tarkoittaa sitä, että kehon eri segmenttien kasvuvauhti on toisistaan poikkeavaa. Prosessi jatkuu kyseisen kaltaisena läpi kasvuvaiheen ja vaikuttaa kehon so-
pusuhtaisuuteen. Kronologisesti samanikäisten nuorten biologinen kypsyys voi
vaihdella merkittävästikin. Biologisen kypsyuden yksilöllisyys vaikuttaa kasvuun
ja suoritustasoon lapsuuden ja nuoruuden aikana. (Brukner & Khan 2012, 888–
889.)

Rasitusvammat nuorilla urheilijoilla

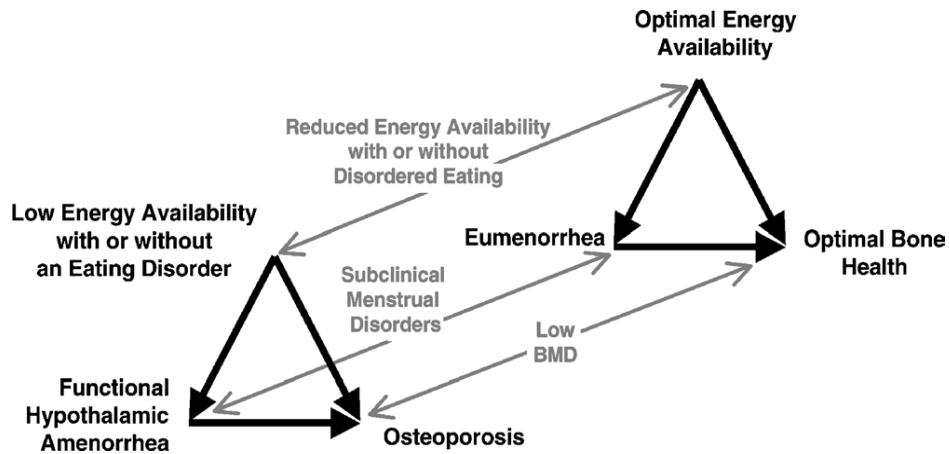
Rasitusmurtumat jaotellaan kahteen pääryhmään: riittämättömyys / vajaatoimin-
ta (insufficiency) murtuma ja väsymismurtuma (fatigue fracture). Ensin maini-
tussa luuhun kohdistuu normaalia fysiologista rasitusta, mutta itse luu on raken-
teeltaan heikentynyt. Toiseksi mainitussa luukudos on rakenteeltaan normaalia
mutta siihen kohdistuu toistuvaa liiallista rasitusta. (Hebestreit, Bar-Or. 2008,
151,152.) Lisääntynyt rasitus kiihdyttää luun väsymisreaktiota, ja on mahdolis-
ta, että rasituksen aiheuttama luun vaurioituminen ja heikentyminen ylittää luu-
kudoksen luonnollisen uudistumiskyvyn. Lopulta luuhun syntyy rasitusvamma.
Luu voi yllirasittua, jos siihen kohdistuvien iskuvoimien jakaantuminen ei ole ta-
saista, sillä tästä seuraa luun tiettyjen osien normaalia suurempi altistuminen
rasitukselle. Luuta ympäröivien lihasten aiheuttama normaalia suurempi veto
voi olla myös haitallista itse luulle (Brukner & Khan 2012, 25–26.)

Ylikuormitustilat johtavat luuta tuhoavaan osteoklastiseen toimintaan, joka on
kiivaampaa kuin osteoblastinen luuta uudelleen muodostava toiminta. Tätä seu-
raa luun väliaikainen heikentyminen. Fyysisen rasituksen jatkaminen tässä vai-
heessa johtaa luun trabeculaarikerrokseen ulottuvien mikrofraktuuroiden syn-
tyyn, jotka aiheuttavat luuytimen turvotusta eli ödeemaa. Luu reagoi syntyneisiin
mikrofraktuuroihin muodostamalla periostaalista uutta luuta vahvistamaan vau-
rioaluetta: jos luuta rikkova ja tuhoava aktiviteetti pysyy kiivaampana kuin luuta
uudelleen muodostava aktiviteetti, on mahdollista että syntyy täydellinen korti-
kaali luun murtuma. (Brukner & Khan 2012, 25–26.)

Nuorten naisurheilijoiden erityispiirteitä

The female athlete triad on piilevä oireyhtymä fyysisesti aktiivisten nuorten tyttöjen sekä naisten keskuudessa (Hebestreit & Bar-Or 2008, 219). ”*The Female Athlete Triad*” -termi kuvaa energian saatavuuden, kuukautistoimintojen ja luun mineraalipitoisuuden välistä vuorovaikutussuhdetta. Näiden vuorovaikutussuhteiden kliinisinä manifestaatioina voidaan todeta syömishäiriöitä, toiminnallista hypotalaamista amenorreaa sekä osteoporoosia. (Kts. Kuva 7) Riittävällä ravinnolla nämä samat vuorovaikutussuhteet edistävät terveyttä. (Nattiv, Loucks, Manore, Sanborn, Sundgot-Borgen, Warren. 2007, 1867). Kaikkien triadin komponenttien samanaikaisen prevalenssin arvioidaan olevan matala, prevalenssin esitetään olevan 0 – 16 %. Yhden tai kahden komponentin samanaikaisen prevalenssin taas esitetään lähentelevän 50 – 60 % tiettyjen urheiluryhmien sisällä. Viimeaikaisten tutkimusten perusteella nuorten naisurheilijoiden keskuudessa on havaittu triadin komponentteja, etenkin hoikkuutta toivottavissa lajeissa. Havainto on huolestuttava, sillä nuoruusikä on tärkeä kehityksellinen vaihe. Luun mineraalipitoisuuden riittävä lisääntyminen edellyttää riittävää ravinnon saantia sekä normaalia hormonaalista toimintaa. (Barrack, Ackerman & Gibbs 2013, 195.)

Urheilijan energiansaanti voi alentua monella tapaa, syömishäiriön takia tai ilman. Epätavalliset ruokailutottumukset kuten paastoaminen tai laksatiivien käyttö voivat myös olla alentuneen energiansaannin taustalla. Vakavampina ongelmoina ovat kliiniset mielenterveydelliset häiriöt eli syömishäiriöt kuten anorexia nervosa (Nattiv 2007, 1868–1869.) Osteoporoosi heikentää luita ja luiden koostumusta ja asettaa nuoren urheilijan riskiin saada rasitusmurtumia tai vakavampia lonkan tai selkärangan murtumia (Hebestreit 2008, 219). Osteoporoosin taustalla on primaarisesti estrogeenin vähäisyys tai sekundaarisesti muun muassa energian saannin vähäisyys (Nattiv 2007, 1872.) Amenorrealla voi olla vakavia sivuvaikutuksia kuten lapsettomuus ja osteoporoosi. Amenorrean kestäessä yli 3 vuotta luukato voi olla pysyvää (Hebestreit 2008, 219). Epänormaalia syömiskäyttäytymistä ja syömishäiriöitä sekä amenorreaa tavataan useimmiten hoikkuutta toivottavissa lajeissa (Nattiv 2007, 1871.)

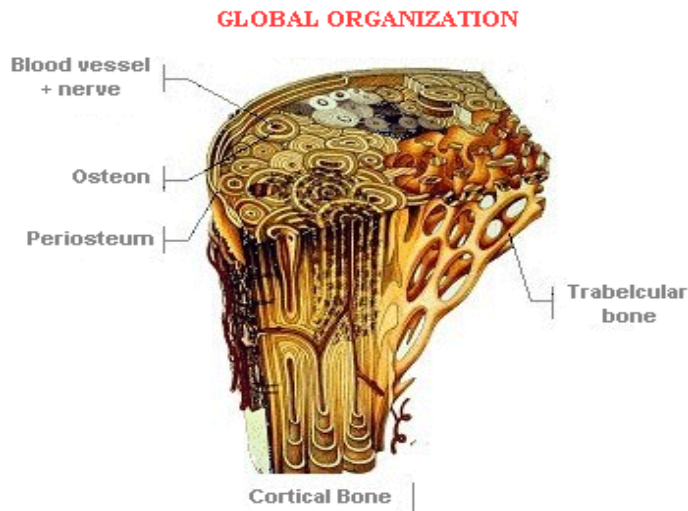


Kuva 7. Female athlete triad. (Female athlete triad)

3.1 Luun anatomia ja mahdolliset kipumekanismit

Aikuisessa ihmisessä on 213 luuta, joista 74 kuuluu aksiaaliseen luustoon. Jokainen luu käy elämänsä aikana jatkuvasti läpi muutosprosesseja, joiden avulla se mukautuu muuttuviin biomekaniisiin voimiin ja muodostaa uutta sekä vahvempaa luuta heikentyneen luun tilalle. Luut jaotellaan neljään pääryhmään, pitkiin, lyhyisiin, litteisiin ja epätasaisiin luihin. Selkänikamat kuuluvat epätasaisiin luihin ja tyypillinen selkänikama koostuu kortikaali- ja trabekulaari luusta, suhteessa 25:75. Aikuisen luusto koostuu 80 % kortikaalisesta ja 20 % trabekulaariluusta. Luuydintä ympäröi kortikaalinen luu, joka on rakenteeltaan kiinteää ja tiheää. Itse luuydintilassa oleva luukudos on pääasiassa trabekulaarista luuta, mikä muistuttaa koostumukseltaan mehiläiskennoa. Kortikaalisen luun ulkopintaa peittää kaksikerroksinen rakenne, näistä pinnallisempaa kutsutaan periostiksi ja sisempää endosteumiksi. Pinnallisempi periosteum on kalvomaista fibroottista sidekudosta, joka verhoaa luun pintaa kaikkialla paitsi nivelpinnoilla. Periosteum sisältää verisuonia, hermosäikeitä, osteoblasteja ja osteoklasteja (Clarke 2008, 131–132.) Periosteum kiinnittyy tiukasti sen alla olevaan luuhun ulkoisten kollageenisäikeiden, sharpeyn fiibereiden, välityksellä (Standring 2008, 91). Endosteum on kalvomainen rakenne, joka verhoaa, sekä kortikaalisen luun, trabekulaarisen luun ja myös luun verisuonikanavien eli volkmanin kanavien sisäpintoja. Endosteum on yhteydessä luuytimeen, trabekulaariseen luuhun sekä verisuonikanaviin ja se sisältää verisuonia, osteoblasteja ja osteo-

klasteja (Clarke 2008, 132.) Pitkien luiden ääreisnivelissä, selkänikamissa ja kookkaammissa litteissä luissa sekä periosteumissa on erityisen paljon hermoja (Standring. 2008, 91.) (kts. Kuva 8)



Kuva 8. Luun anatomia. (Bone Physiology)

Lannenikamat ovat hermotettuja joten niissä voi syntyä kipua. Anteriorisen ja posteriorisen longitudinaali ligamentin hermokimpuista lähtöisin olevat hermosäikeet hermottavat nikamien periostia ja ne tunkeutuvat syvälle nikaman runkoon. Epäselvää kuitenkin on, ovatko luun sisään tunkeutuvat hermosäikeet puhtaasti vasculaarisia vai onko niillä mahdollisesti sensorista toimintaa nikaman sisällä. Nikamarungon sisäistä luuta on haastava tutkia, mutta nikamien pinnalla oleva periosti kerros on kipuherkkä. Nikamanrunkoihin vaikuttavia tautteja tunnetaan ja niitä on useita, mutta se miten ne aiheuttavat kipua ei ole kovinkaan tunnettua. Mahdollinen ja kenties uskottavin kipumekanismi voisi olla periostin ärsytys tulehduksellisen prosessin tai jonkin tilaa vievän leesioin takia. Periostin venyminen aiheuttaa kipua. Murtumien aiheuttama kipu on kaksijakoista: ne ovat kivuliaita tai sitten eivät. Tämä paradoksaalisuus johtuu siitä mitä luussa on tapahtunut ja milloin. Vakaa murtuma ei aiheuta itsessään kipua, sen sijaan muiden kudosten reagointi luuvaurioon voi aiheuttaa kivun. Posttraumaattinen hematooma tai ödeema voi olla kipua aiheuttava mekanismi silloin, jos se aiheuttaa tulehdusreaktiota tai venytystä luun periostikerrokseen. Akuutit murtumat aiheuttavat ympäriskudosten turvotusta, joka laskee ajan myötä: akuutit murtumat olisivat tästä johtuen siis kivuliaita ja parantuneet murtumat eivät. (Bogduk & Twomey 1999, 192.)

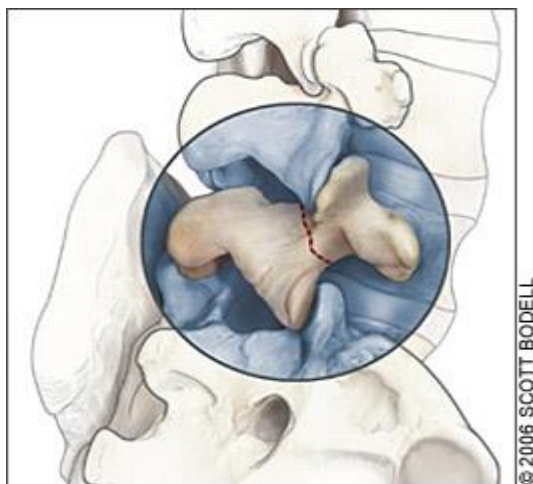
Potilaat, joilla on todettu spondylolyysi joko satunnaislöydöksenä tai alaselkä kivun tutkimisen yhteydessä aiheuttavat päänvaivaa tutkijoille: kivun aiheuttavaa mekanismia ei tunneta vielä kovin hyvin. Pars interarticulariksen- leesioiden, kuten spondylolyysin ja spondylolisteesin on esitetty useimmissa tapauksissa olevan nuorten alaselkäkivun taustalla. Aikuisilla tavattavan lyyttisen vaurion ja alaselkä kivun välillä ei ole pystytty osoittamaan yhtä selkeää yhteyttä. Yhtä kaikki, jos pars -vaurio aiheuttaa kipua, tulisi siitä löytyä nosiseptisiä hermopäätteitä kipuviestin välittämiseen. Eräässä histologisessa tutkimuksessa pyrittiin tutkimaan pars interarticulariksen vauriokohdan kudosta, tavoitteena etsiä ja määritellä sisältääkö vaurioalue neuraalisia elementtejä. Koepalat kerättiin selkärangan fuusioleikkauksen yhteydessä kuudelta aikuiselta potilaalta, joiden pääoire oli kova alaselkäkipu. Kaikilla kuudella oli todettu spondylolyysi ja istminen I tai II tason spondylolisteesi. Tutkijat löysivät vapaita hermopäätteitä, jotka kykenevät nosiseptiiviseen toimintaan. Neuraalielementtien lukumäärä vaihteli yksilöittäin. (Schneiderman, McLain, Hambly & Nielsen 1995, 1761– 1763.) Lapsuus ja nuoruus ovat tärkeitä hetkiä luustolle, kyseisinä aikoina luusto muokkautuu vastaamaan vaatimuksia, jotka kattavat sen koko loppuelämän. Elimistö pyrkii rakentamaan luustosta kevyen ja vahvan, rakenteellisesti jäykkä ja samaan aikaan joustava luu pystyy absorboimaan energiaa ja säilyttämään muotonsa. Luukudos on dynaaminen elin, joka säätelee massaansa sekä rakennetaan siihen kohdistuvan rasituksen mukaan. Luita kuormittaa suora lihastoiminnan aiheuttama veto lihaksen origo tai insertio alueella, useiden lihasten samanaikaisen toiminnan aiheuttama vetojännitys sekä luuhun tai niveleen kohdistuva suora ulkoinen voima. (Hebestreit & Bar-Or 2008, 112.)

Luu kokee muutos-prosesseja läpi elämän. Muutoksien takana ovat luulle ominaisten solujen eli osteoblastien, osteoklastien ja osteosyyttien toiminta. Muutos-prosessit voidaan jakaa kahteen pääryhmään; luun muodostukseen ja uudelleenmuodostukseen. Luunmuodostus prosessissa luukudosta syntyy lisää, luun koko ja muoto kehittyvät resorptio- eli imeytymis- ja muodostus vaiheiden aikana. Luun muodostusprosessi tapahtuu pääosin kasvuiässä. Luun uudelleenmuodostus prosessi on koko elämän kestävä uudistusprosessi jossa vaurioitunut luukudos korvautuu jatkuvasti pieninä yksiköinä. Uudelleenmuodostus seuraa aina tiettyä kaavaa: ensimmäisenä tapahtuvaa aktivaatiota seuraa resorptio muodostusvaihe. Normaalisti luun resorptio ja muodostusvaihe etenevät

samanaikaisesti. Uudelleenmuodostusta tapahtuu periosteaaalisilla, haversiaanisilla, endokortikaalisilla ja trabeculaarisilla pinnoilla. (Hebestreit & Bar-Or 2008, 113.)

3.2 Pars Interarticularis -stressireaktio

Raskas fyysinen harjoittelu voi ylikuormittaa niin selän pehmytkudoksia kuin selän posteriorisia luurakenteita. Luiden vauriot kohdentuvat nuorilla potilailla useimmiten neuraalikaaren pieneen osaan, pars interarticularikseen (Gregory, Batt, Kerslake & Webb 2005, 79, 85). Pars interarticulariksella tarkoitetaan nikaman kaaressa olevaa, superiorista ja inferiorista nivelhaaraketta yhdistävää aluetta (Motley ym. 1998, 351). Stressireaktion esitetään olevan spondylolyyysiä edeltävä patologinen tila, mikä aiheuttaa luuytimen turvotusta reaktiona ylläsi-
tukseen mutta visuaalista murtumalinjaa ei ole. Kuvantamistutkimuksissa tämä tulisi huomioida valitsemalla sopiva kuvausmodaliteetti: epäiltäessä stressireaktiota kuvaustekniikan tulisi olla herkkä havaitsemaan nestepitoisuuden muutoksia. Tähän tarkoitukseen sopivia kuvantamismenetelmiä ovat magneettikuvaus sekä isotooppikuvaukset (SPECT). (Leone, Cianfoni, Cerase, Magarelli & Bonomo 2010, 683.)



Kuva 9. Pars Interarticularis. (Bodell 2006)

Kuvantamistutkimukset ovat keskeisessä roolissa pars interarticulariksen stressireaktion todentamisessa: stressireaktio termiä voidaan käyttää, kun kuvantamis löydöksiä on lisääntynyt aktiivisuus SPECT-tutkimuksella ja mahdollinen skleroosi, joka on todettu tietokonetomografialla (Gregory ym. 2005, 85). MRI-kuvauksessa stressireaktioksi (grade 1) määritellään löydös jossa, T2-painoitettu signaali on poikkeava pars interarticulariksessa, viereisessä pedikkelissä tai nivelhaarakkeessa (Hollenberg, Beattie, Meyers, Weinberg & Adams 2002, 182.) Stressireaktion aiheuttaman paikallisen metabolisen toiminnan lisääntymisen tiedetään aiheuttavan kipua (Murthy 2012, 808). Isotooppitutkimus SPECT on hyvä menetelmä tutkimaan lannerangan posterioristen osien metabolista aktiivisuutta. Lisääntyneen aktiivisuuden voidaan osoittaa olevan vahvasti yhteydessä luun rasitusreaktioon ja kipuun (Gregory ym. 2005, 79.) Eräässä tutkimuksessa tutkittiin SPECT-kuvantamisen käytettävyyttä erottelemaan oireilevia ja ei-oireilevia potilaita; yhdeksästätoista potilaasta joilla oli todettu pars leesio, yhdellätoista kolmestatoista alaselkävammasta kärsivistä potilaista SPECT-kuvaus oli positiivinen. Kuudella oireettomalla potilaalla SPECT oli negatiivinen. (Bono. 2004, 391.) Spondylolyyttisen vamman olemassaolo ei aina vastaa potilaan oirekuvaa, CT-kuvassa näkyvä murtumalinja ei tarkoita että se olisi kivun lähde. Millson, Gray, Stretch ja Lambert totesivat tutkimuksessaan, että positiivisen CT-kuvan ja selkävammien välille ei voida vetää selkeää johtopäätöstä. Moni heidän tutkimistaan potilaista oli oireettomia tai kertoi kärsivänsä lievistä selkävammista: silti heiltä kaikilta löytyi eriasteisia spondylolyyttisiä luuvammoja. MRI:ssä tai isotooppitutkimuksessa nähtävä ödeema tai signaali-muutos merkitsisi meneillään olevaa metabolista tapahtumaa, tätä CT ei näe. CT-kuvassa näkymätön luumustelma, stressireaktio, nähdään MRI- ja isotooppi-kuvauksissa. Luun murtuman ja kortikaalipinnan repetymä voi siis olla kivuton, stressireaktion oletetaan olevan todennäköisempi kivun lähde. (Millson, Gray, Stretch & Lambert 2004, 586, 589-590.)

Pars interarticularis stressireaktio voi edetä spondylolyyttiseksi ja lopulta spondylolisteesiksi (Motley ym. 1998, 352). Stressireaktion eteneminen näkyvän murtumalinjan asteelle eli spondylolyyttiseksi heikentää nikaman posterioristen rakenteiden kykyä stabiloida liikesegmenttiään. Tila voi edetä edelleen spondylolis-

teesiksi. Tarkkaa selitystä nikamansiirtymän synnylle ja etenemismekanismeille ei vielä tiedetä. Hypoteesitasolla on esitetty, että kasvuvaiheessa olevan selkärangan mekaanisesti heikoin kohta kahden nikaman välissä olisi nikaman päätelelvyn ja välilevyn läheisyydessä oleva kasvualue. Epifyysialueelle voisi kasvaneeen rasituksen seurauksena kehittyä kasvulinjojen separaatio ja lopulta nikaman siirtymä, spondylolisteesi. Toiset biomekaaniset tutkimukset tarkensivat heikon ja helpommin vaurioituvan alueen olevan nikaman päätelevy. Jatkotutkimuksissa huomio keskittyi edelleen välilevyn takaosaan ja nikaman päätelevyihin. Fleksio- ja ekstensio liikkeiden välitön rotaatio akseli kulkee näiden rakenteiden kautta ja niihin kohdistuu suuri rasitus. Edellä mainittujen tietojen perusteella on esitetty seuraava patofysiologinen malli siitä, miten nuoren spondylolyyttisestä voi kehittyä spondylolisteesi: spondylolyyttinen defekti muuttaa selkärangan kinematiikkaa, lannerangan liikkeitä aiheuttavat tällöin rasituksen keskittymistä kasvulevyyn. Jatkuva rasitus voi johtaa nikaman rungon rasitusmurtumaan ja lopulta nikaman siirtymä eli spondylolisteesi voi kehittyä. (Leone ym. 2010, 686.)

Moni asia altistaa nuoria urheilijoita alaselän kivuille. Kasvupyrähdys, äkillinen harjoitusmäärän kasvu, huono suoritustekniikka, vartalon lihasten heikkous, jalkojen pituuserot sekä epäsopivat urheiluvälineet ovat kaikki huomionarvoisia altistavia tekijöitä. Hamstring- ja lonkankoukistajalihakset ovat yhteydessä lantioon, kyseisten lihasten alentunut liikkuvuus voi näin aiheuttaa merkittäviä muutoksia lumbo -sacraaliseen linjaukseen. Muutokset voivat lisätä pars interarticulariksen altistumista mikrotraumalle. (Motley ym. 1998, 351.) Pars interarticularikseen kohdistuu suuria voimia ja kestääkseen näitä voimia pars interarticulariksen kortikaalinen luukerros on pääosin paksumpi kuin muualla laminassa. Kortikaaliluun paksuus tosin voi vaihdella yksilöiden välillä, ohuempi kortikaalikerros voi olla alttiimpi väsymis- tai rasitusmurtumille sillä se ei välttämättä kestä siihen kohdistuvaa rasitusta (Bogduk & Twomey 1999, 8). Aiemmin oletettiin, että kyseiset vammat olisivat synnynnäisiä. Nyt vallalla on käsitys, jonka mukaan pars interarticulariksen leesiot olisivat etiologialtaan mekaanisia ilmiöitä, jotka johtuvat lannerankaan kohdistuvasta jatkuvasta rasituksesta (Hebestreit. 2008, 157). Leesion tarkan etiologian ollessa vielä epävarmaa jatkuvan mikrotraumojen synnyn esitetään tulevan esiin luun stressireaktiona eli pars interarticulariksen stressireaktiona. Stressireaktion huomiotta jättäminen ja riittämätön

hoito voi siis johtaa taudin etenemiseen spondylolyyksiksi tai jopa spondyloliteesiksi (Motley 1998, 351).

Radiologisia kuvantamismenetelmiä

Erilaiset radiologiset kuvantamismenetelmät ovat nykypäivän lääketieteessä yleisiä ja niillä on keskeinen rooli kliinisessä diagnostiikassa. Radiologiset kuvantamismenetelmät perustuvat fysiikan ilmiöiden hyödyntämiseen (Soimakallio, Kivisaari, Manninen, Svedström & Tervonen, 2005. 11). Wilhelm Conrad Roentgen havaitsi röntgensäteiden olemassaolon vuonna 1895 ja häntä pidetään röntgenkuvauksen isänä. Useiden muiden tieteellisten läpimurtojen tapaan myös röntgensäteiden olemassaolo löytyi vahingossa (Yochum & Rowe. 1996, 39). Röntgenkuvantamista hyödyntävät säteily-, puolijohde-, materiaali-, kvantti- ja atomifysiikka. Röntgenkuvauksessa korkeaenerginen säteily läpäisee kuvauskohteen, jonka aikana tapahtuu vuorovaikutusta fotoneiden ja kudosten välillä. Läpimennyt säteily rekisteröidään kuvantavaan ilmaisimeen, jolloin muodostuu kaksiulotteinen projektiokuva kolmiulotteisesta kohteesta. Kudosten kyky absorboida säteilyä vaihtelee ja siitä syntyvät kuvan kontrastit. Tietokonetomografiassa luodaan poikkileikekuva matemaattisesti eri kulmista otetuista projektiosta. Tällä takaisinprojisointitekniikalla saadaan muodostettua tietokoneen avulla kaksiulotteisia leikekuvia eri kuvakulmista ja leikekuvista voidaan digitaalisten kuvankäsittelyohjelmien avulla luoda edelleen kolmiulotteisia kuvia. Tietokonetomografia poistaa perinteisen röntgenkuvauksen ongelman eli rakenteiden päällekkäin kuvantumisen. (Soimakallio ym. 2005, 13.)

Isotooppikuvaukset, kuten Scintigrafia, SPECT (Single Photon Emission Computer Tomography) ja PET (Positron Emission Tomography) ovat emissiotekniikoita (Yochum & Rowe. 1996, 508). Verenkierron mukana kuvauskohteeseen saatettu radionuklidiaine lähettää gammasäteilyä, joka havaitaan herkällä kuvanmuodostusjärjestelmällä. Kuvasta voidaan havainnoida merkkiaineen jakauman projisoitumista kohteessa. Isotooppitutkimusten vahvuuksia on niiden herkkyys havaita metabolisia tapahtumia. (Soimakallio, ym. 2005, 13-14.) SPECT-kuvauksessa käytetään yhtä tai useampaa gammakameraa joilla rekisteröidään tomografisesti jonkin tietyn alueen säteilyä. SPECT esittää tarkasti

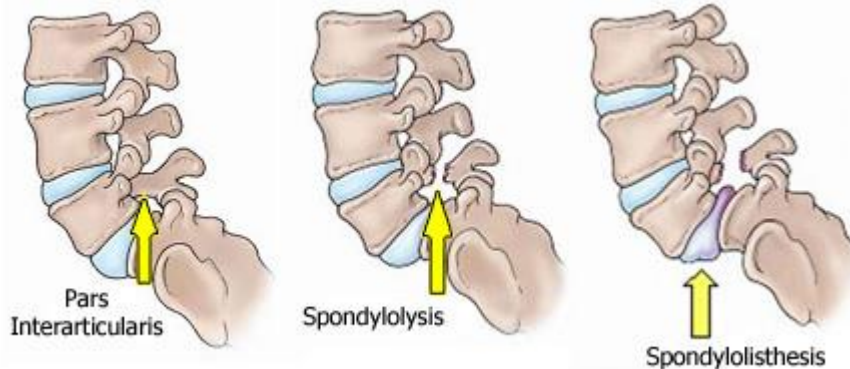
radionuklidi -pitoisuuksien paikallisia eroja ja sitä käytetään kliinisesti hyväksi muun muassa selkärangan ja lonkkanivelen kuvantamisissa. (Yochum & Rowe. 1996, 508) Magneettikuvaus, magneettiresonanssikuvaus tai magnetic resonance imaging (MRI) ovat synonyymeja kuvaustekniikalle, joka pohjautuu kudoksessa olevien vesimolekyylien ja rasvan sisältämien magneettisten protonien ja ulkoisen magneettikentän väliseen vuorovaikutukseen. Saatavaan magneettikuvaan vaikuttavat kohteen protonitiheys, protonien molekyyliympäristö ja sähkömagneettiset vuorovaikutukset (Soimakallio, ym. 2005, 13.)

Eri kuvantamistekniikat tuottavat erilaista diagnostista tietoa, sillä ne syntyvät erilaisten fysikaalisten vuorovaikutusmekanismien avulla. Näiden mekanismien perusteella kullakin kuvantamismenetelmällä on omat vahvuutensa ja rajoituksensa. Perinteinen röntgenkuva tuottaa korkealaatuisen erotuskykyisen anatomisen kuvan, isotooppikuva taas luo kuvaa kohteen metabolisesta aktiivisuudesta. (Soimakallio, ym. 2005,14.) Pars interarticulariksen sijainti ja monimutkainen rakenne tekevät siitä vaikean alueen kuvata ja tutkia perinteisellä röntgenkuvauksella (Kobayashi, Kobayashi, Kato, Higuchi & Takagishi. 2013, 169-170). Perinteisen röntgenkuvauksen heikkoutena on myös sen kyvyttömyys havaita metabolisia tapahtumia (Piper, DeGraauw. 2012,288). Stressireaktio, joka ei ole edennyt selkeäksi defektiksi, jää piiloon röntgenkuvauksissa. Erikoistuneempien kuvausmenetelmien käytöllä on mahdollista saada tarkempia tietoja. Tietokonetomografia on hyvä menetelmä spondylolyyysin eli selkeän defektin tai murtumalinjan todentamiseen ja seuraamiseen, sillä sillä saadaan erittäin tarkka luurakenteiden kuva. (Leone ym. 2010, 687-688.)

3.3 Spondylolyyysi

Termi *spondylolyyysi* on alkuperältään kahden sanan johdannon Kreikan kielestä: *spondylos* tarkoittaa nikamaa ja *lysis* viittaa höltymiseen, vapaaksi päästämiseen tai liukenemiseen (Yochum, Rowe. 1996, 327). Istmisen tai symptoomaattisen eli oireilevan spondylolyyysin esitetään olevan nikaman pars interarticulariksen ylikuormituksesta johtuva rasisuurmurtuma (Kys. Kuva 10), joka todetaan yleisemmin nuorilla urheilua harrastavilla henkilöillä. (Bukner & Khan 2007, 480). Spondylolyyysi voi syntyä kumpaankin nikaman nivelkaareen tai vain

toiseen nivelkaareen. Kyseinen murtuma syntyy useimmiten L5 -nikaman tasolle, harvoin L4 -nikaman tasolle ja vielä harvemmin ylemmille lannenikamatasoille (Fast ym. 2006, 55-56). Wiltse ym kehittivät viisikohtaisen luokitusjärjestelmän spondylolyysi ja spondylolisteesi leesioille, jotka perustuvat sekä kausaaliisiin mekanismeihin ja anatomisiin tekijöihin.



Kuva 10. Spondylolyysi ja spondylolisteesi. (Killian)

Länsimaissa spondylolyysin esiintyvyys, prevalenssi, aikuisväestössä on noin 7 %. Espanjalaisista eliittuurheilijoista tehdyssä laajassa epidemiologisessa tutkimuksessa esiintyvyydeksi paljastui 8 %. Korkein prevalenssi, 27 %, oli heittämisselajeissa. Urheilutanssissa ja akrobaattisissa lajeissa prevalenssi vaihteli 10 - 30 % välillä ja soutu-urheilussa prevalenssi oli 17 %. Rasitusmurtumien esiintyvyys on suurempaa tietyissä lajeissa mutta tästä huolimatta tulee ymmärtää, että jokainen urheilija, joka tekee jatkuvia vääntö- ja ekstensioliikkeitä, on myös altis spondylolyysin kehittymiselle. Istmisten vaurioiden esiintyvyys naisvoimistelijoilla on neljä kertaa suurempaa verrattuna normaaliin Kaukasialaiseen naisväestöön. (Bahr 2012, 133.)

Spondylolyysin tarkka etiologia on epäselvä. Spina bifida occulta eli selkärangan kahalkion esiintyvyyden on esitetty olevan kolmetoistakertainen spondylolyysin omaavilla yksilöillä verrattuna normaaliväestöön. Tilat eivät välttämättä ole etiologisesti yhteydessä toisiinsa. Spina bifida occulta yhteydessä esiintyy usein facettinivelten hypoplastisuutta sekä asymmetriaa spondylolisteettisessä seg-

mentissä, tämä voi aiheuttaa epänormaalia liikettä ja räsitusta nikama rakenteille ja edesauttaa vaurion syntymistä. (Yochum, Rowe. 1996, 328).

Spina bifida occulta esiintyvyyden väestössä arvellaan olevan noin 20 % ja sitä pidetään kliinisesti hyvänlaatuisena epämuodostumana. Kuten edellä jo mainittiin, spondylolyysin lisäksi potilaalta usein löytyy myös selkärangan halkio. Syytä tähän ei tiedetä: spondylolyysin ja selkärangan halkion rinnakkaislöydöstä on pyritty selittämään mekaaniselta ja geneettiseltä kannalta. Selkärankahalkion olemassaolon arvioidaan muuttavan rangen biomekaniikkaa: pars interarticularikseen kohdistuvien räsitusten esitetään lisääntyvän selkärankahalkion seurauksena. Toisaalta geneettiset altistavat tekijät voivat aiheuttaa kummankin anomalian, jolloin ne voisivat vaikuttaa toisiinsa. (Sairyo, Goel, Vadapalli, Vishnubhotla, Biyani, Ebraheim, Terai & Sakai 2006, 440.) Selkärankahalkion ja spondylolyysin genetiikan tutkimusta tarvitaan lisää: Sairyo ym. tutkivat selkärankahalkion vaikutusta rangen biomekaniikkaan käyttäen hyväksi numeerista tietokonemallinnusta (FEM, finite element method), jonka avulla pystytään luomaan monimutkaisia geometrisiä malleja. Tuloksia verrattiin normaalin rangen arvoihin samassa mallinnuksessa. Tutkimuksissa kiinnitettiin huomiota pars interarticulariksen kokemaan räsitukseen. Lopputuloksena tutkijat totesivat, että selkärankahalkio ei muuta rangen biomekaniikkaa eli räsituksen sietokyky tai liikelaaajuudet eivät poikenneet normaalista rangasta. Mekaaniset tekijät eivät näin ollen selittäisi selkärankahalkion ja spondylolyysin rinnakkaisesiintyvyyttä. Geneettisten tekijöiden osuuden voidaan olettaa olennaisempia kuin mekaanisten; selkärankahalkion ja spondylolyysin geneettisiä ominaisuuksia tulisi tulevaisuudessa tutkia lisää. (Sairyo ym 2006, 443).

Spondylolyysin syyksi on esitetty synnynnäistä poikkeavuutta, anomaliaa nikamassa. Huomionarvoista kuitenkin on, että vastasyntyneiden mittavista cadaveritutkimuksista ei ole löytynyt korrelaatiota, joka tukisi edellä mainittua teoriaa. Vastasyntyneillä ei ole todettu pars interarticulariksen vaurioita. (Yochum & Rowe 1996, 328.) Pars interarticulariksen synnynnäisen heikkouden oletetaan olevan yksi tekijä. Tätä teoriaa tukisi se, että spondylolyysiä esiintyy korostuneesti myös spondylolyysin omaavien yksilöiden ensimmäisen asteen sukulaisilla (Thein-Nissenbaum & Boissonnault 2005, 319). Genetiikan voisi siis olettaa liittyvän yhtenä tekijänä spondylolyysin kehittymiselle, jo mainitun perhetaustan

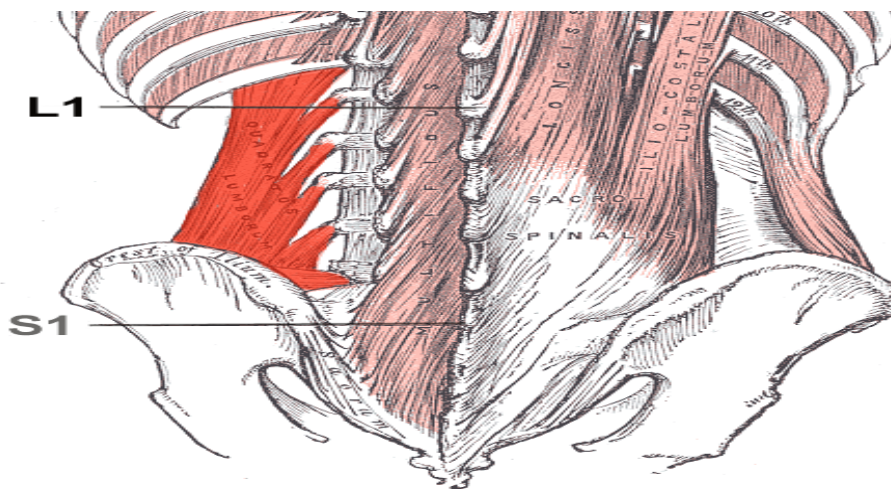
vaikutuksen lisäksi tietyillä etnisillä ryhmillä, kuten Alaskan eskimoilla on todettu normaalia yleisempää spondylolyysin esiintyvyyttä (Yochum & Rowe. 1996, 329). Perimän vaikutus spondylolyysin kehittymiselle vaikuttaisi olevan huomionarvoista. Vuonna 1957 Wiltse ym. esitti spondylolyysin olevan pars interarticulariksen väsymismurtuma, jolla olisi voimakas perinnöllinen tausta. Wynne-Davies & Scott tutkivat 35 spondylolyysi potilaan perheitä ja huomasivat, että 14,9 %:lla perheenjäsenistä löytyi spondylolyysiä myös. Verrattuna muuhun väestöön luku oli suurempi, joten perinnöllisten tekijöiden oletetaan olevan altistava tekijä spondylolyysille. Haukipuro ym. tutki vuonna 1978 erään spondylolyysiperheen sukupuuta ja totesi spondylolyysin periytyvän autosomaalisesti dominantisti. Shahriaree ym. tulivat samaan johtopäätökseen 1979. Yamada ym. esittelivät tapaustutkimuksessaan kolme sisarusta, joilla kullakin oli selkärankahalkio ja eriasteinen spondylolyysi. (Yamada, Sairyō, Shibuya, Kato, Dezava & Sakai. 2013, 1.)

Spondylolyysiä ei kuitenkaan tavata vastasyntyneillä lapsilla, jotka eivät vielä kävele, tai yksilöillä, jotka eivät ole koskaan kävelleet. Näin ollen geneettinen alttius on epätodennäköisesti ainoa syy spondylolyysin etiologiassa. Todennäköisemmin spondylolyysi on hankittu leesio, joka on seurausta jatkuvasta alempaan lannerankaan kohdistuvasta rasituksesta johon yhdistyy ympäröivän lihaksiston väsyminen. (Thein-Nissenbaum & Boissonnault 2005, 319.)

Tilaa pidetään yleisempänä miehillä näiden elämän kahdella ensimmäisellä vuosikymmenyksellä, siis nuoruusiässä. Spondylolyysin epäillään aiheutuvan jatkuvasta tiettytyyppisestä rasituksesta. Tällaista rasitusta on esimerkiksi tanssissa ja kamppailulajeissa, joissa lannerangalta vaaditaan toistuvia lanneselän eteen ja taaksetaivutuksia. (Fast ym. 2006, 55- 56.) Nuoren urheilijan alaselän kipuoireen takana on luultavasti useimmiten spondylolyysi (Bahr. 2012, 133).

Tutkimukset mekaanisen kuormituksen vaikutuksista lannenikamien eri osiin tarjoavat lisävaloa pars interarticulariksen vammautumismekanismeista. Mallinuskokeiden perusteella nikamien L5-S1 väliin kohdistuu fleksio ja ekstensio liikkeiden aikana suurin voima verrattuna muihin nikamaväleihin. Suurin mekaaninen stressi kohdistuu pars interarticularis alueelle. Cyron ja Hutton suorittivat cadaveri kokeita, joissa he altistivat lannenikamien inferiorisia nivelhaarak-

keita toistuville leikkaaville voimille. Kyseinen kuormituskaava aiheutti pars mur-
tumia 55:ssä nikamassa 74:tä nikamasta. Johtopäätöksenä tutkijat totesivat
pars interarticulariksen olevan haavoittuvainen toistuvalla mekaanisella kuormi-
tukselle. (Standaert, Herring. 2000, 417) Rangan fleksioliikkeessä, jolloin paino-
voima vetää yläruumista alaspäin, selän ekstensori -lihakset aktivoituvat välit-
tömästi joko rajoittamaan fleksiota tai vetämään yläruumista takaisin ylös. Flek-
sion loppuvaiheessa rangan ligamentit ovat päävastuussa eteenpäin suuntau-
tuvan liikkeen hallinnassa. Yläruumiin paino aiheuttaa kompressiovoimia kaik-
kiin lannenikamiin ja anteriorisesti suuntautuvaa leikkaavaa voimaa L5–S1 -
tasolla. Suurin osa lannenikamiin vaikuttavista lihaksista sijaitsee rangan niveliin
nähdessä kulmassa, tästä orientaatiosta johtuen intervertebraaliniveliin kohdistuu
kompressio- ja leikkausvoimia sekä kiertoliikettä. (Kts. Kuva 11) L5-S1 nikamien
torsiota ehkäisevien rakenteiden, kuten suurten processus transversusten, an-
siosta suurin osa haitallisista voimista kohdistuu L5–S1 -tason yläpuoliseen L4–
L5 segmenttiin. (Motley ym. 1998, 354.)



Kuva 11. Lannerangan keskilinja ja lihassyiden orientaatio siihen nähden.
(Quadratus Lumborum)

3.4 Spondylolisteesi

Spondylolisteesillä tarkoitetaan nikaman rungon ventraalista siirtymistä suh-
teessa välittömästi sen alla olevaan segmenttiin. Spondylolisteesillä on terminä
myös juurensa kreikan kielestä; *spondylos* tarkoittaa nikamaa ja *listhesis* li-

peämää tai siirtymistä, ilman määritelmää siirtymän suunnasta. Anatomisesti oikeaoppinen termi olisi *anterolisteesi*, kun kuvaillaan nikaman eteenpäin tapahtuvaa siirtymistä. Termi spondylolisteesi on kuitenkin vakiintunut lääketieteessä ja sillä ymmärretään tarkoitettavan nikaman ventraalista siirtymistä (Kts. Kuva 10), tässä tekstissä käytetään termiä spondylolisteesi edellä mainitusta tilasta puhuttaessa. Spondylolisteesi voi syntyä nikaman kaaren vauriosta, jolloin puhutaan spondylolyttisestä listeesistä tai ilman nikaman kaaren vauriota: tällöin puhutaan non-spondylolyttisestä spondylolisteesistä. (Yochum & Rowe . 1996,327.)

Kyseinen leesio on ollut akateemisen ja klinisen mielenkiinnon kohde yli sata vuotta. Ensimmäinen kirjattu kuvaus spondylolisteesistä löytyy vuodelta 1782 Belgialaisen synnytyslääkäri Herbinauxin toimesta. Tänäkin päivänä tilan etiologia, kliininen merkittävyys, hoito sekä prognoosi herättävät kysymyksiä (Yochum & Rowe 1996,327).

Yleisin taso, jolla nikaman ventraalista siirtymää tavataan, on L5–S1 eli alimman lannenikaman ja ristiluun yläosan alueella. Selkeästi harvinaisempaa on siirtymän sijainti lannerangan ylemmillä tasoilla, tämä on kuitenkin mahdollista L4–L5 -tasolla. Tekijöitä, jotka lopulta johtavat nikaman siirtymään ei vielä täysin tiedetä. Siirtymä on yleisempi naisilla, joiden alimman lannenikaman okahaarakkeen ja ristiluun muoto on poikkeava. Spondylolisteesiä voi esiintyä millä tahansa nikamatasolla: tosin ylivoimaisesti yleisin on L5- taso. L5- taso on eräänlainen siirtymäalue fixoituneen eli hyvin vähän liikkuvan sacrumin ja mobiilin eli liikkuvan lannerangan välillä. Luihin kohdistuvien voimien jakaantuminen ei ole tasaista kyseisellä alueella, koska kiertovoimat kohdistuvat erityisen korostuneesti L5 -nikaman pars interarticularikseen. Lumbo- sacraaliliittymään kohdistuvien leikkaavien voimien on todennettu altistavan pars interarticularis murtumille. Lannelordoosin lisääntyminen voi lisätä L5 -nikamaan kohdistuvaa räsytystä. (Bahr 2012, 133.)

Spondylolisteesi voidaan jaotella siirtymän määrän perusteella viiteen luokkaan. Spondylolisteesin mittausta perustuu pitkälti Meyerdingin esittämään metodiin, jossa siirtymä verrattuna alempaan nikamaan määritellään röntgen- kuvantamista hyväksikäyttäen. Alempi nikama jaetaan neljään osaan, 1.asteen siirty-

mässä ylempään nikaman siirtymä voi olla jopa 25 %. 2.asteen siirtymässä jopa 50 %, 3.asteen jopa 75 % ja 4.asteen siirtymä voi olla jopa 100 %. Myöhemmin mitta-asteikkoon on lisätty 5-aste, jossa ylempi nikama on tippunut alemman nikaman eteen. (Niggeman, Kuchta, Grosskurth, Beyer, Hoeffler & Delank 2012, 358.) Tilaa kutsutaan myös spondyloptoosiksi. Pars interarticulariksen rakenteelliset muutokset, tässä tapauksessa rakennetta heikentävät muutokset, vähentävät vaurioituneen liikesegmentin kykyä vastustaa eteenpäin suuntautuvia liukuliikkeitä. Tämä rasittaa nikaman rungon kasvulevyjä mekaanisesti normaalia enemmän. Näin ollen suurin osa nikamien ventraalisista siirtymistä tapahtuu, kun ranka on vielä kasvuvaiheessa. (Fast ym. 2006, 56.)

4 SYSTEMAATTINEN KIRJALLISUUSKATSAUS

Systemoitujen kirjallisuuskatsausten tavoite on luotettavasti koota ja yhdistää alkuperäistutkimusten tarjoamaa käytännön kliiniseen tietopohjaan vaikuttavaa näyttöä. Systemoidut katsaukset tuottavat myös tietoa alkuperäistutkimusten tieteellisestä tasosta (Malmivaara 2002, 877). Kirjallisuuskatsauksia on erityyppisiä, yhteistä kaikille katsauksille on kuitenkin se, että tutkittavasta aiheesta on olemassa edes jonkinasteista aiempaa tietoa (Johansson, Axelin, Stolt & Ääri 2007, 2).

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus voidaan määritellä kirjallisuuskatsaukseksi, joka on valmisteltu ja toteutettu käyttäen hyväksi systemaattista lähestymistapaa. Tällä lähestymistavalla pyritään minimoimaan tutkimuksen vääristymää ja satunnaisvirheitä. Systemaattiset kirjallisuuskatsaukset sallivat objektiivisemmän tutkimustulosten esityksen kuin tavanomaiset katsaukset. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus on monesta vaiheesta rakentuva tutkimusprosessi ja näiden vaiheiden tarkoitus on lisätä katsauksen luotettavuutta ja pienentää tutkimus-
harhaa. Ennen tutkimusprosessin alkua tehdään tutkimussuunnitelma (engl. "review protocol") josta tulee käydä ilmi tutkimusongelma eli kysymys mihin haetaan vastausta, kiinnostusta herättävät alakategoriat, metodit ja kriteerit, joilla tunnistetaan ja valitaan relevantit tutkimukset sekä tavat joilla saatu tieto kerätään ja analysoidaan. Kaikki vaiheet kirjataan ja niiden tulee olla selkeästi esitetyt. Katsaus lähtee liikkeelle tutkimuskysymyksestä mihin haetaan vastausta,

tämän jälkeen määritellään haettaville tutkimuksille sisään- ja ulosottokriteerit, suoritetaan tutkimushaku ja tutkimusten valinta, arvioidaan valittujen tutkimusten laatu ja luotettavuus, jonka jälkeen voidaan suorittaa tietojen keruu. Lopuksi suoritetaan saatujen tulosten analyysi ja tulosten esittely, joiden perusteella voidaan tehdä johtopäätöksiä. Edellä mainitut vaiheet pyrkivät vähentämään mahdollista tutkimusharhaa ja vääristymää, vaikkakin harhan mahdollisuus on olemassa. Tätä voi aiheuttaa katsaukseen valittujen tutkimusten rajaaminen vain jo julkaistuihin tutkimuksiin, ja siksi julkaisemattomia tutkimuksia tulisi myös sisällyttää hakuprosessiin. Alkuperäisen tutkimusprotokollan huomiotta jättäminen tai epätäsmällinen noudattaminen voi myös johtaa tutkimusta harhaan, vääristyneen tiedon tulkinnan seurauksena. (Egger, Smith & Altman 2008, 4-5, 23.)

4.2 Tutkimusprotokollan kehitys

Jokainen uusi kehitteilläoleva tutkimus koostuu erinäisistä vaiheista joiden avulla haetaan vastausta tiettyihin kysymyksiin. Systemaattiset katsaukset tulisi käsittää olemassa olevan tiedon havainnollistavina tutkimuksina (Egger ym. 2008, 24). Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen suunnittelu ja toteutus aloitetaan muodostamalla tutkimussuunnitelma. Tutkimussuunnitelma on erityisen tärkeä osa tässä tutkimusmenetelmässä, missä pyritään olemassa olevan tiedon systemaattiseen analysointiin, sillä tutkimussuunnitelma ohjaa koko systemaattisen kirjallisuuskatsauksen kehitystä (Johansson ym. 2007, 47.)

Tutkimussuunnitelmasta tulee yksiselitteisesti käydä ilmi tutkimuskysymykset, joita ilman ei ole luonnollisesti mahdollista löytää vastauksia. Näihin kysymyksiin pyritään vastaamaan systemaattisella kirjallisuuskatsauksella. (Johansson ym. 2007, 47.) Tutkimussuunnitelmasta tulisi myös löytyä kiinnostuksen kohteena mahdollisesti olevat alaryhmät sekä hyödyllisten tietojen tunnistamiseen ja valitsemiseen käytettävät menetelmät ja kriteerit kuin myös tietojen hyötykäyttöön sekä analysointiin (Egger ym. 2008, 24). Kyseisten asioiden määrittely ennakkoon on tärkeää, jotta vältetään puolueellisuuteen johtava vir-

heellinen päätöksenteko siinä vaiheessa, kun käytössä on jo jonkin verran tietoa ja näin ollen koko tutkimuksen luotettavuus voi kärsiä. Tarkoituksenmukaisesti tehty tutkimusprotokolla, rajoittaa systemaattisen kirjallisuuskatsauksen kapeammalle alueelle tarkentuneiden tutkimuskysymysten ansiosta. Tämän tarkoituksena ja hyötynä on tutkimusaiheen kannalta olennaisen kirjallisuus ja tutkimustiedon mahdollisimman monipuolinen huomiointi. (Egger ym. 2008, 24.)

4.3 Tutkimuskysymysten muodostus

Haettaessa vastauksia tutkimuskysymyksiin, tulee niissä huomioida neljä eri tekijää mitkä vaikuttavat käytettävien tutkimusten valintakriteereihin niiden valintaprosessissa. Ensimmäinen tekijä on potilasryhmä tai tutkittava ongelma, mitä määriteltäessä kirjallisuuskatsauksen tekijän tulee päättää minkälaisia potilasjoukkoja tai yksittäisiä potilaita halutaan tutkia. Toinen tekijä on interventio tai interventiot, joita tutkitaan. Näitä määriteltäessä tulee päättää tietyt valintakriteerit, mitkä kuvaavat tutkittavaa pääinterventiota sekä mahdollista vertailuinterventiota. Kolmantena tekijänä olevassa interventioiden vertailussa päätetään se, millaisia vertailuja tutkimukset sisältävät, mitkä otetaan mukaan katsaukseen. Viimeisenä tekijänä arvioidaan kliinisiä tuloksia eli lopputulosmuutujia. Tällöin katsauksen tekijä määrittelee mahdolliset tulokset ja tekee päätöksen siitä, mitä tutkimuksia raportoidaan. (Johansson ym. 2007, 47-48.)

Tämän opinnäytetyön tutkimuskysymykset muodostuivat aiemman tiedon pohjalta. Käytännössä tämä tarkoitti laajaa perehtymistä aiempaan kirjallisuuteen, mikä käsitteli nuoren väestön alaselkäkipuja. Tämän perehtymisen jälkeen tutkimuskysymykset alkoivat muotoutua kohti lopullista muotoaan ja varsinaisen työn sisällön rakentaminen alkoi. Työn tarkoituksena on tutkia nuorten urheilijoiden lannenikamien stressireaktioita ja saada päivitettyä tietoa tilan esiintyvyydelle, diagnoosille, oireille ja riskitekijöille.

1. Mikä on nuoren urheilijan pars interarticularis stressireaktioiden prevalenssi?
2. Miten nuoren urheilijan pars interarticulariksen stressireaktio diagnosoidaan?

3. Millaisia klinisiä oireita nuorella urheilijalla tavattava pars interarticulariksen stressireaktio aiheuttaa?
4. Mitkä tekijät altistavat nuorta urheilijaa pars interarticulariksen stressireaktion kehittymiselle?

4.4 Tutkimusten sisäänotto- ja poissulkukriteerit

Tutkimusten sisäänotto- ja poissulkukriteerit tulee määritellä huolellisesti ja tarkasti. Niiden tulee myös olla tarkoituksenmukaiset ja selkeät kirjallisuuskatsauksessa tutkittavan aiheen kannalta. Tarkasti ja eksaktisti määritellyt valintakriteerit ehkäisevät virheiden syntymistä ja näin ollen pitävät tutkimuksen luotettavuutta yllä. (Johansson ym. 2007, 47–48.) Kirjallisuuskatsaukseen valittavia tutkimuksia tulisi olla kaikilla julkaistuilla kielillä, jotka tarvittaessa käännettäisiin, tällä pyritään välttämään kieliharhaa, jolloin voitaisiin menettää relevantteja tutkimuksia (Johansson ym. 2007, 49).

Tutkimuskysymysten eli tutkimustavoitteiden määrittelemisen jälkeen voidaan määritellä katsauksessa käytettävien tutkimusten luotettavuuskriteerit. Luotettavuuskriteerit määrittelevät tutkimusten laatua, potilaiden ja hoitojen sekä niiden tulosten yhdisteltävyyttä sekä seuranta- aikojen yhdisteltävyyttä. Kliinisten tutkimusten laadukkuus sekä suunnittelutapa voivat vaikuttaa saataviin tuloksiin, niinpä ideaalilanteessa olisi suotavaa sisällyttää katsauksiin kontrolloituja tutkimuksia, missä potilaiden sattumanvaraisuus on kattavaa sekä tulosten objektiivinen ja sokeutettu arviointi olisi sisäänottokriteerinä. (Egger ym. 2008, 24,26.)

Tässä työssä sisäänottokriteereitä tutkimuksille ovat;

1. Tutkimuksessa käsitellään nuorta alaselkäkivusta kärsivää ikäryhmää, eli potilasryhmän ikä tulee olla noin 10–19 vuotta. Sukupuolta ei ole eritelty.
2. Hakusanojen tulee löytyä otsikosta, abstraktista tai avainsanoista; tutkimuksen sisältöä arvioidaan hakusanojen perusteella.

3. Tutkimuksen sisällön tulee olla oleellista opinnäytetyön aiheen kannalta. Terminologian tulee olla selkeää, stressireaktion määritelmä tulee olla tässä työssä määriteltyä kuvausta vastaava. Abstraktitasolla viittaus spondylolyyysiä edeltävään tilaan katsottiin riittäväksi perusteeksi lukea teksti tarkemmin. Stressireaktiota muistuttava kuvaus, joka esiintyy eri ilmiönä kuin spondylolyyysi.
4. Aikarajaus tarkistettiin jokaisessa haussa, haku tehtiin sekä hakukoneen automaattisella aika-asetuksella sekä tarkennetulla rajauksella vuosille 1990–2014, tosin vanhempiakin julkaisuajankohtia sisällytettiin hakukoneisiin.
5. Alkuperäistutkimusten kielenä tulee olla Englanti.
6. Tutkimusten tulee olla tieteellisiä artikkeleita.

4.5 Hakutermien valinta ja haun suorittaminen

Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen sisällön alkurungon rakentaminen eli oman tutkimuksen kannalta tärkeiden ja olennaisten tutkimusten tunnistaminen on erittäin tärkeää. Hakuprosessi on herkkä vaihe siinä mielessä, että siinä tapahtuvat virheet heijastuvat lopulta koko katsauksen lopputuloksiin luoden harhaa ja epäluotettavuutta tutkimustiedoista. Tästä johtuen hakuprosessi tulee suunnitella ja dokumentoida hyvin, jotta tutkimus etenee tieteellisesti luotettavasti ja jotta joku muu voi toistaa tutkimuksen. Tutkimuksen luotettavuuden kohentamiseksi voidaan hakuja tehdessä turvautua informaatio tai kirjastoalan asiantuntijaan. Asiantuntijan apu pääsee oikeuksiinsa valittaessa julkaistuja ja ei-julkaistuja lähteitä. Hakustrategiassa käytettävien hakusanojen muodostamiseen voidaan käyttää apuna PICO formaattia, jolloin hakusanat voidaan kohdentaa tutkimuskysymyksiin vastausta hakeviksi, neljää elementtiä hyödyksi käyttäen (Johansson ym. 2007, 49–50.) PICO on lyhennys seuraavista neljästä tekijästä, joita käytetään myös tutkimuskysymyksiä määriteltäessä: ”P= population / problem of interest, I= intervention under investigation, C= the

comparison of interest, O= the outcomes considered most important in assessing results” (Johansson ym. 2007, 47).

Tutkimushakuja suoritettaessa tulisi pyrkiä löytämään myös niin sanottuja kadonneita tietoja sekä julkaisemattomia eli harmaita tutkimuksia. Kyseisiä tutkimuksia tulisi etsiä myös manuaalisesti, tietokantojen ulkopuolelta, jotta tehtävään katsaukseen saataisiin käytettäväksi kaikki mahdollinen oleellinen tieto. Julkaisemattomien harmaiden tutkimusten käyttö jakaa mielipiteitä tutkijoiden piireissä. Toisaalta on tiedossa, että esimerkiksi meta-analyyseissä käytetään melko vähän harmaita tutkimuksia, osittain johtuen kenties siitä että niiden saatavuus on heikkoa ja niiden laadun arviointi voi olla vaikeaa. Siitä huolimatta, julkaisemattomissa tutkimuksissa voi olla katsaukselle olennaista tietoa. Ongelmaksi tosin voi nousta aika, ennen kuin abstrakti saadaan julkaistuksi, voi siihen mennä vuosia. Vallitseva käsitys on, että julkaisemattomia tutkimuksia tulisi etsiä ja pyrkiä sisällyttämään ne systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen. (Johansson ym. 2007, 50-51.)

Työssä käytettäviä tietokantoja ovat PubMed (Medline), CINAHL (Ebsco) ja ProQuest. Koehakujen yhteydessä CINAHL ja ProQuest tietokannoista löytyi enemmän internetin kautta luettavia artikkeleita verrattuna PubMed tietokantaan. Taulukossa 1 esitellään ensimmäisen tutkimuskysymyksen hakusanat ja saadut tulokset.

TAULUKKO 1. Ensimmäisen tutkimusongelman hakutermit ja tulokset

Hakutermit	Tietokanta	Tutkimuksia yhteensä

Prevalence of pars inter-articularis stress reaction in *young athletes *adolescent prevalence of lumbar pain in adolescent athletes	PubMed	0 1 4
Prevalence of pars inter-articularis stress reaction in young athletes prevalence AND pars interarticularis AND stress reaction AND adolescent athlete	ProQuest 7.3.14	30 29
Prevalence of pars inter-articularis stress reaction in young athletes prevalence AND pars interarticularis AND stress reaction AND adolescent athlete	Ebsco, CINAHL	72 3

ProQuest: basic search, full text available, publication date 1998–2012 (kokeilu myös tarkennettua hakua ajalle 01/01/1990-28/02/2014 joka ei muuttanut tulosta)

CINAHL: Abstract available, linked full text, english language, publication date 19900101–2014033. Ilman linked full text asetusta tuloksia

oli 72, mutta tällöin tutkimusten rajattu saatavuus teki niiden hyödyntämisen käyttökelvottomaksi tässä työssä. Osasta tutkimuksista oli saatavilla ainoastaan abstrakti tai otsikkotasolla ja koko teksti olisi ollut maksullinen. Tästä huolimatta maksullisia artikkeleita ehdittiin hankkia Kymenlaakson ammattikorkeakoulun kirjaston avustuksella 10 kappaletta. ProQuest- tietokantaa pyrittiin käyttämään hyödyksi tässä tapauksessa, sillä joitakin CINAHL:ssa maksullisia julkaisuja saatiin ilmaiseksi luettavaksi ProQuest kannasta.

PubMed: Ei julkaisu ajan rajoitusta, free full text available.

Hakuja tehtiin myös termeillä *prevalence of lumbar pain in young athletes*; hakutuloksia oli 652, joista 3 julkaisua tutkittiin tekstitasolla tarkemmin. Yhdestä artikkelista löydettiin opinnäytetyölle olennaista tietoa ja vastaavuutta sisäänottokriteereille abstraktin ja tekstin perusteella. Kyseisen testihaun perusteella varmistui tarkennettujen hakusanojen käyttö.

Tähän opinnäytetyöhön sisällytettävien tutkimusten terminologia on erityistarkastelun alla. Kirjallisuudessa tietyt termit esiintyvät epämääräisinä ja välillä vaikeatulkintaisena: joissakin esityksissä termi spondylolyyysi voi tarkoittaa rasisurmumaa eli pars interarticulariksessa näkyvää murtumalinja tai muuta rasisurusta peräistä reaktiota luussa. Kuitenkin viime vuosikymmenenä on alkanut vakiintua termi stressireaktio kuvaamaan tilaa, jossa on todettu positiivisia löydöksiä isotooppitutkimuksissa, mutta ei murtumaa (spondylolyyysiä) tietokone-tomografisessa kuvantamisessa (Yang, Servaes, Edwards & Zhuang 2013, 110). Tässä työssä on pyritty mahdollisimman tarkasti selvittämään termien määritelmät kiinnostuksen kohteena olleista artikkeleista.

Tieteellisissä teksteissä käsitteiden määrittely ja johdonmukainen käyttö on tärkeää muun muassa siitä syystä, että käyttämiensä käsitteiden avulla tutkija tai kirjoittaja liittyy tutkimuksensa käyttämäänsä teoriapohjaan. Oman alan käsitteiden hallinta on osa ammatillista pätevyyttä. Tieteellisissä teksteissä käsitteiden vaihtelu luo epäselvän

kuvan tutkimuksesta; uuden käsitteen maininta ja käyttö voi ohjata lukijan olettamaan että kyseessä on kokonaan uusi tieteellinen ilmiö. Merja Kinnunen ja Olli Löytty ovat todenneet: ”Hyvä tieteellinen teksti on käsitteiltään yksiselitteistä tylsyyden ja toiston uhallakin”. (Kinnunen & Löytty 2002, 19.) Taulukossa 2 esitellään toisen tutkimuskysymyksen hakusanat ja saadut tulokset.

TAULUKKO 2. Toisen tutkimuskysymyksen hakutermit ja tulokset

Hakutermit	Tietokanta	Tutkimuksia yhteensä
Diagnosis of pars interarticu- laris stress reac- tion	Pubmed	4
Diagnosis AND pars interarticu- laris stress reac- tion AND young athletes	ProQuest	49
Diagnosis AND pars interarticu- laris stress reac- tion AND young athletes	CINAHL	3

Taulukossa 3 esitellään kolmannen tutkimuskysymyksen hakusanat ja saadut tulokset.

TAULUKKO 3. Kolmannen tutkimusongelman hakusanat ja tulokset

Hakutermit	Tietokanta	Tutkimuksia yhteensä
Clinical symptoms* of pars interarticularis stress reaction *presentation	PubMed	2 0
Clinical symptoms of pars interarticularis stress reaction	ProQuest	43
Clinical symptoms of pars interarticularis stress reaction	CINAHL	3

TAULUKKO 4. Neljännen tutkimuskysymyksen hakusanat ja tutkimustulokset

Hakutermit	Tietokanta	Tutkimuksia yhteensä
risk factors for pars interarticularis stress reaction in adolescent athletes	PubMed	0

risk factors for pars interarticu- laris stress reac- tion in adolescent athletes	CINAHL	3
Risk factors for pars interarticu- laris stress reac- tion in adolescent athlete	ProQuest	41

4.6 Tutkimusten valinta

Systemaattisesti suoritettu haku voi tuottaa valtavan määrän otsikoita sekä abstrakteja jollakin tapaa aiheeseen liittyen. Alkuvaiheen haun analysointi vaiheessa kaikki saadut viitteet käydään läpi, jolloin pois tippuvat epäolennaiset tutkimukset ja katsaukseen valikoituvat otsikot ja abstraktit sisäänottokriteerien mukaan. Tätä vaihetta olisi suotavaa olla suorittamassa kaksi tutkijaa virheiden minimoimiseksi. Kaksi tutkijaa voi myös päätyä erilaisiin keskinäisiin eroavaisuuksiin valinnoissaan niistä tutkimuksista joita sisällyttävät katsaukseen. Tällöin tutkijat keskustelevat eroavaisuuksista ja joko hylkäävät tutkimuksen, sisällyttävät tutkimuksen kirjallisuuskatsaukseen ja tarkastelevat sen laatua lopullisissa tuloksissa tai ottavat yhteyttä tutkimuksen tekijään. (Johansson ym. 2007, 51–52.)

Sisäänottokriteereissä on mahdollista rajata alkuperäistutkimusten lähtökohtia, niiden tutkimusmenetelmiä, tutkimuskohdetta, tuloksia ja tutkimuksen laatutekijöitä. Luotettavuuden lisäämiseksi olisi suotavaa testata sisäänottokriteerien toimivuus muutamilla sattumanvaraisesti valituilla tutkimuksilla. Vaiheittain ta-

pahtuva tutkimusten hyväksymis tai hylkäys prosessi nojaa siis ennalta määriteltyjen kriteerien ja vastaavuuksien varaan otsikko, abstrakti tai koko teksti tasolla. (Johansson ym. 2007, 59.)

Suoritetuissa hauissa saatiin erittäin paljon päällekkäisyyksiä, esimerkiksi tutkimuskysymyksen 1 hakutermeillä saatuja tutkimuksia saatiin myös toisen tutkimuskysymyksen hakutermeillä. Saadut tutkimukset pyrittiinkin jakamaan omiin ryhmiinsä tutkimuskysymysten perusteella ja sama tutkimus siis mahdollisesti vastasi useampaan tutkimuskysymykseen. Taulukossa 5 on esitetty käsiteltyjen artikkelien lukumäärä, päällekkäisyyksiä ei ole eroteltu vaan jokaisen tutkimuskysymyksen hakutulokset on laskettu yhteen.

TAULUKKO 5. Tutkimukseen hyväksytyt alkuperäistutkimukset

Tutkimuksia yhteensä	Hylätyt	Hyväksytyt
258	234	23

4.7 Tutkimusten laadun arviointi

Systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa erityishuomio kiinnittyy valittujen tutkimusten laatuun. Tätä tarkasteltaessa huomioidaan alkuperäistutkimuksessa käytettyjen menetelmien laadukkuus, sovellettavuus ja käyttö. Tämän jälkeen teksti luetaan huolella läpi. Tekstiä luettaessa kiinnitetään huomiota tutkimusmenetelmiin, tutkimuksen validiteettiin, populaatioon, tuloksiin, tilastolliseen merkittävyyteen ja kliiniseen merkittävyyteen. (Johansson ym. 2007, 62.)

Tutkimuksen sisäistä ja ulkoista laatua arvioidaan yhtaikaisesti, sillä kumpikin tekijä vaikuttaa tutkimuksen tulosten tulkintaan. Tutkimuksen sisäinen laatu

koostuu tutkimuksen asetelmasta, analysoinnista ja toteutuksesta ja ulkoinen laatu koostuu otoksesta, tulosten mittauksesta sekä interventiosta. Systemoidun ja jollakin tavalla standardisoidun menetelmän käyttäminen alkuperäis-tutkimusten arvioinnissa on merkityksellistä, näin toimien tutkija voi välttää systemaattista harhaa. Kyseinen menetelmä voi olla jokin valmis mittari tai itse kehitetty malli tai tarkistuslista, jota käytetään tutkimusten arvioinnin tukena. Käytettäessä jotakin edellä mainitunlaista arviointi menetelmää, se tulisi testata sattumanvaraisesti valittujen alkuperäistutkimusten avulla. (Johansson ym. 2007, 101–102.)

Tutkimusten luotettavuutta käsiteltäessä pyritään arvioimaan tutkimuksen reliabiliteettia eli tutkimustulosten toistettavuutta ja validiteettia eli sitä, onko tutkimuksessa tutkittu sitä, mitä on annettu ymmärtää (Tuomi & Sarajärvi. 2009, 136). Validiteetti voidaan jakaa vielä ulkoiseen ja sisäiseen validiteettiin. Ulkoisella validiteetilla tarkoitetaan sitä onko tutkimus yleistettävissä ja mihin ryhmiin se voidaan yleistää. Sisäinen validiteetti tarkoittaa tutkimuksen omaa luotettavuutta ja siinä tarkastellaan muun muassa käsitteiden oikeellisuutta ja valitun teorian sopivuutta. (Metsämuuronen 2000,51.)

4.8 Sisällönanalyysi

Laadullisen aineiston yksi perusanalyysimenetelmä on sisällönanalyysi. Se soveltuu monenlaisten tutkimusten tekoon ollen yksittäinen metodi tai väljempi teoreettinen kehys joka voidaan yhdistää erityyppisiin analyysikokonaisuuksiin (Tuomi & Sarajärvi 2002,91). Sisällönanalyysi on menetelmä jota hyväksikäyttäen voidaan objektiivisesti ja systemaattisesti analysoida dokumentteja. Dokumentin määritelmä on tässä yhteydessä väljä, esimerkiksi kirjat, artikkelit ja haastattelut, jotka on saatettu kirjalliseen muotoon voivat olla dokumentteja. Näiden dokumenttien sisältöä pyritään kuvailemaan sanallisesti. Sisällönanalyysin tavoitteena on tuottaa tutkittavasta kohteesta tiivistetty ja yleistetty kuvaus, joka toimii pohjana johtopäätöksien tekoa varten. (Tuomi & Sarajärvi 2002, 103). Laadullisen tutkimuksen analyysimuotoja on katsomistavasta riippuen useita. Usein puhutaan induktiivisesta ja deduktiivisesta analyysistä, tämä jako perustuu siihen millaista päättelyn logiikkaa tutkimuksessa käytetään.

Kahden edellä mainitun käsitteen rinnalle voitaisiin nostaa tieteellisen päättelyn kolmas logiikka, abduktiivinen päättely. Otettaessa paremmin huomioon analyysin tekoa ohjaavat tekijät, kuten teorian merkitys, voidaan analyysimenetelmien jaottelussa eritellä aineistolähtöinen, teoriasidonnainen tai teoriaohjaava sekä teorialähtöinen analyysi. (Tuomi & Sarajärvi 2002, 95.)

Aineiston analyysin luokittelu perustuu tällöin aikaisempaan tietoon. Teorialähtöisen sisällönanalyysin ensimmäinen vaihe on analyysirungon muodostaminen. Analyysirungon sisälle pyritään keräämään asioita, jotka kuuluvat siihen. (Tuomi & Sarajärvi. 2002, 113.) Tässä työssä hyödynnetään deduktiivisen sisällönanalyysin menetelmiä ja analyysirungot muodostettiin tutkimuskysymysten perusteella. Alkuperäistutkimuksista on etsitty kuhunkin analyysirunkoon tutkimustuloksia. Sisällönanalyysissä käytetyn analyysirungon malli tutkimuskysymykseen 3 löytyy liitteestä 4.

4.9 Tulosten esittäminen

Alkuperäistutkimusten löytämisen, tiedon keräyksen ja laadun arvioinnin jälkeen tutkimustiedot tulisi esittää taulukkomuodossa. Yksittäiset tulokset tulisi saattaa vakioituihin formaatteihin, jotta tutkimusten välistä vertailua voitaisiin tehdä helpommin. (Egger ym. 2008, 28.) Saaduista tuloksista tehdyssä taulukossa olisi olennaista näkyä tutkimuksen tekijät, paikka, vuosi, tarkoitus, aineisto, aineiston keruu ja keskeiset tulokset. Taulukointi myös helpottaa tutkimuksen käsittelyä ja kokonaiskuvan hahmottamista (Johansson ym. 2007, 67). Tuloksissa mahdollisesti ilmenevän heterogeenisyyden lähteet on aiheellista tutkia (Egger ym. 2008, 25).

5 TULOKSET

Hakujen perusteella kävi ilmi, että sisäänottokriteerit täyttävät tutkimukset pitivät sisällään vastauksia useampaan tutkimuskysymykseen. Tutkimuksia valikoitui yhteensä 23 kappaletta. Seuraaviin taulukoihin on lajiteltu tutkimukset ja niiden sisältö, joka vastaavaa aina kuhunkin tutkimuskysymykseen. Taulukoissa 6–9 selvitetään kuhunkin tutkimuskysymykseen vastaavien alkuperäistutkimusten tekijä(t), tutkimuksen nimi ja keskeiset tulokset.

TAULUKKO 6. Nuoren urheilijan lannenikaman prevalenssiin vastaavat artikkelit ja keskeiset tulokset.

<p>Yang J, Servaes S, Edwards K, Zhuang H. 2013. Prevalence of stress reaction in the pars interarticularis in pediatric patients with new onset lower back pain</p>	<p>63 alaselkä kivusta kärsivää nuorta potilasta, joista 56:lla positiivinen SPECT löydös. Merkittävässä osalla otoksessa (19.6 %, 11:sta 56:sta) todettu stressireaktio joka näkyy vain SPECT:ssä mutta ei CT-kuvassa.</p>
<p>Kobayashi A, Kobayashi T, Kato K, Higuchi H, Takagishi K. 2013. Diagnosis of radiographically occult spondylolysis in young athletes by magnetic resonance</p>	<p>MRI:n käytettävyys pars interarticulariksen aikaisen vaiheen rasitusvammojen diagnosointiin. 200 alaselkä kivusta kärsivää potilasta kuvattiin MRI:llä ja näistä 52:lla löytyi stressireaktiovaiheessa oleva vamma. Rasitusperäisiä vammoja todettiin yhteensä 97, joista 81 pojilla ja 16 tytöillä. Vammojen luokkaa ei eroteltu sukupuolittain saati lajikohtaisesti joten stressireaktion prevalenssista tyttöjen ja poikien välillä ei voitu vetää johtopäätöksiä.</p>

imaging	
<p>Maurer M, Soder R B, Baldisserotto M. 2011.</p> <p>Spine abnormalities depicted by magnetic resonance imaging in adolescent rowers</p>	<p>Tutkimuksessa vertailtiin MRI –kuvien perusteella oireettomien nuorten poikien lannerankoja. Yhteensä 44 poikaa jaettiin urheilevaan tapausryhmään (lajina soutu) ja ei -urheilevaan kontrolliryhmään joka vastasi ominaisuuksiltaan urheiluryhmää (kummassakin 22 henkilöä). Tapausryhmästä 5:llä todettiin pars interarticulariksen stressireaktio, löytö oli myös tilastollisesti merkittävä verrattuna kontrolliryhmään. 7:llä todettiin myös jonkinasteinen discuspatologia.</p>
<p>Crewe H, Elliott B, Couanis G, Campbell A, Alderson J. 2012.</p> <p>The lumbar spine of the young cricket fast bowler: An MRI study.</p>	<p>Tutkimuksessa kuvattiin 46 oireettoman 13 -18 vuotiaan urheilijan lannerangat, tarkoituksena tutkia mahdollisten poikkeavuuksien prevalenssia ja tyyppiä. 5:llä todettiin pars interarticulariksen stressireaktio.</p>
<p>Kujala U, Kinnunen J, Helenius P, Orava S, Taavitsainen M, Karaharju E. 1999.</p> <p>Prolonged low-back pain in young athletes: a prospective case series study of findings and prognosis</p>	<p>19 alaselkäkipuista urheilijaa tutkittiin MRI ja 99mTc-MDP kuvantamisin ja näistä 6:lla todettiin pars interarticulariksen steessireaktio</p>

<p>Gregory P L, Batt M E, Kerlake R W, Scammell B E, Webb J F. 2004. The value of combining single photon emission computerized tomography and computerized tomography in the investigation of spondylolysis</p>	<p>Tutkimuksessa vertailtiin SPECT ja rg- CT yhdistämisen kliinistä arvoa tutkittaessa spondylolyyysiä. 118:sta potilaasta 33:lla todettiin vielä stressireaktio vaiheen prosessi. Yleisin laji oli kriketti (5), rugbyssa ja juoksussa kummassakin 4 tapausta ja voimistelijoita oli 3.</p>
<p>Gregory P L, Batt M E, Kerlake R W, Webb J K. 2005. Single photon emission computerized tomography and reversed gantry computerized tomography findings in patients with back pain investigated for spondylolysis</p>	<p>Tutkittiin 213 alaselkä kivusta kärsivää potilasta joilla epäiltiin pars defektiä. SPECT oli positiivinen 145 ja rg –CT oli positiivinen 81 potilaalla, eli stressireaktio voitiin todeta 64:llä potilaalla.</p>
<p>Hollenberg G M, Beattie P F, Meyers S P, Weinberg E P, Adams M J.</p>	<p>9:llä 55:stä alaselkä kivusta kärsivästä nuoresta urheilijasta todettiin MRI:llä stressireaktio.</p>

2002. Stress reaction of the lumbar pars interarticularis: the development of a new MRI classification system	
---	--

TAULUKKO 7. Nuoren urheilijan lannenikaman stressireaktion diagnosoimiseen vastaavat artikkelit ja keskeiset tulokset

<p>Yang J, Servaes S, Edwards K, Zhuang H. 2013. Prevalence of stress reaction in the pars interarticularis in pediatric patients with new onset lower back pain</p>	<p>Pars interarticularis stressireaktiota pidetään spondylolyyisiä edeltävänä tilana, jota ei nähdä perinteisessä röntgen kuvassa. CT on röntgeniä tarkempi havaitsemaan pienet murtumat, SPECT- isotooppitutkimus taas on tarkempi sillä se tarjoaa tietoa luun metabolisesta toiminnasta. Stressireaktio tarkoittaa kliinisesti todettua tilaa jossa isotooppisignaalin aktiivisuus on paikallisesti lisääntynyt mutta CT- kuvassa ei näy luumuutoksia. Tulosten perusteella; tutkittaessa nuoren subakuutin alaselkä kivun syytä tulisi SPECT- kuvauksen olla ensisijainen tutkimusmenetelmä, etenkin jos kliinisen kuvan perusteella epäillään pars interarticulariksen vammaa. Erotusdiagnostisesti huomionarvoista; osteomyeliitti ja osteidi osteooma voivat aiheuttaa signaalilisiä isotooppitutkimuksessa. Signaalilisiä tosin näkyisi jo skannauksen alkuvaiheilla ja myös CT:ssä olisi poikkeavia löydöksiä, jotka ovat erilaisia kuin pars interarticulariksen rasitusperäiset vammat. Positiivinen SPECT- löydös ilman CT- löydöstä on ilmiönä raportoitu aiemminkin, luu reagoi siihen kohdistuvaan rasitukseen. Rasitusperäisen reaktion aikainen todentaminen voi ehkäistä täydellisen murtuman (spondylolyyysin) kehittymisen. Tässä tutki-</p>
--	--

	<p>muksessa kaikkien 11:sta stressireaktio potilaan oireet katosivat konservatiivisen hoidon jälkeen. Tämä pois sulkee edelleen sen että SPECT olisi ollut positiivinen jonkin muun kuin stressireaktion takia.</p>
<p>Kobayashi A, Kobayashi T, Kato K, Higuchi H, Takagishi K. 2013. Diagnosis of radiographically occult spondylolysis in young athletes by magnetic resonance imaging</p>	<p>SPECT ja MRI eivät erota luisia muutoksia niin herkästi kuin CT. Toisaalta aikaisen vaiheen pars leesioiden todentamisessa CT ei ole käyttökelpoinen sillä se ei havaitse metabolisia tapahtumia läheskään niin tarkasti kuin MRI ja SPECT. MRI olisi edelleen käyttökelpoisempi nuorilla potilailla kuin SPECT sillä se ei aiheuta lainkaan säteilyä. Lisäksi MRI näyttää paljon muitakin rakenteita tarkasti (välilevyn rappeumat, välilevyn pullistumat, diskiitti ja kasvuyöhykerenkaan repeämät). SPECT- kuvauksen ja MRI- kuvauksen välisestä paremmuudesta ei ole selkeää näyttöä, röntgen- kuvauksen ja MRI- kuvauksen välillä taas on selkeä ero. Spondylolyyisin esivaihe, stressireaktio, ei näy röntgen- eikä CT- kuvissa; MRI- kuvissa ja eritoten STIR MRI- kuvissa luun aikainen reagointi rasitukseen näkyy. STIR MIR -kuvausta suositellaan toiseksi kuvantamismenetelmäksi jos ensisijainen röntgenkuvaus on negatiivinen ja potilaalla on epäspesifiä alaselkä kipua. Mikään kliininen testi ei osoittautunut luotettavaksi stressireaktion havaitsemisessa. Ainoastaan sukupuolella oli tilastollista merkittävyyttä sillä suurin osa eriaistaisista pars defekteistä todettiin pojilla. Kuvantaminen, esimerkiksi MRI:llä, on luotettavimpia diagnostisia keinoja pars defektin tutkimisessa.</p>
<p>Maurer M, Soder R B, Baldisserotto M. 2011. Spine abnormalities depicted by magnetic resonance imag-</p>	<p>MRI- kuvantamisella nähdään nikamien leesioiden alkuvaiheille tyypillisiä merkkejä oireettomilla yksilöillä. Soutajilla todettiin kaksi selkeästi useammin esiintyvää rangan poikkeavuutta, discuspatologia ja nikaman kaaren stressireaktio. Löydösten kliinistä merkittävyyttä tulee vielä tutkia lisää: soutajien joukossa alaselkä kivun osuus vammoista on 15–32 %. Alaselkään kohdistuvat flexio ja kompressiivoimat</p>

ing in adolescent rowers	voivat altistaa soutajia vammoille kuten spondylolyysi ja välilevytyrä. Spondylolyysi kehittyy vaiheittain ja sen ensimmäinen vaihe on stressireaktio, joka voi huomioimattomana kehittyä kortikaaliluun ruptuuraksi.
Crewe H, Elliott B, Couanis G, Campbell A, Alderson J. 2012. The lumbar spine of the young cricket fast bowler: An MRI study.	Oireettomilla kriketin pelaajilla, eritoten heittäjillä, löytyy yleisesti rangan rakenteellisia poikkeavuuksia; akuutit pars interarticularis stressireaktiot näkyvät MRI:ssä ja voivat olla olemassa ennen kuin potilas kokee alaselän kipua. Yhdelläkään urheilijoista ei ollut alaselän toimintaa haittaavaa kipua: 4 / 11:sta potilaasta joilla todettiin pars vaurio, mainitsivat kärsineensä lievästä selkäkivusta. Näillä 4:llä kliiniset testit viittasivat akuuttiin pars vaurioon. Kliinisesti on tärkeää tunnistaa epänormaali kipu ja riskiryhmien kohdalla tarkat testit ja haastattelut ovat erittäin tärkeitä. Aiemmissä tutkimuksissa on todettu pars interarticulariksen luuydin ödeemaa asymptomattisilla potilailla: rasituksen jatkues- sa, akuutti tila voi kehittyä oireilevaksi 4 viikon aikana. Stressireaktio voi edelleen kehittyä rasisurmumaksi joten rasisurperäisen vammaproessin aikainen kiinnisaaminen on suotavaa. Riskiryhmien seurantaan ja rasisurmumien ennaltaehkäisevässä kliinisessä mallissa urheilijaa seurataan säännöllisin terveystarkastuksin joissa pyritään provo- kaatiotestein seuraamaan lannerangan tilaa, oireiden ilmaantuessa suoritetaan MRI- kuvaus ja positiivisten rasi- tusreaktio löydösten perusteella potilas määrätään lepoon.
Kujala U, Kinnunen J, Helenius P, Orava S, Taavitsainen M, Karaharju E. 1999. Prolonged low- back pain in young athletes:	Nikaman kaaren stressireaktio -diagnoosin saaneilla potilailla selän taaksetaivutus provosoi alaselkävivun. Leesion puolen jalalle varaaminen ja taaksetaivutus samaan suuntaan provosoivat erityisesti kivun.

<p>a prospective case series study of findings and prognosis</p>	
<p>Merlino J, Perisa J. 2012. Low back pain in a competitive cricket athlete</p>	<p>Ryhdin arvioimisessa lannelordoosin määrä voi olla olennaista, kliiniset provokaatio- testit ovat suuntaa antavia. Yhden jalan ekstensio testiä pidetään epäluotettavana testinä yksin. Mikään kliininen tutkimuskaava ei ole osoittautunut toista luotettavammaksi, joten klinikon tulee olla tietoinen nuoren urheilijan ryhmän erityispiirteistä ja kuvausmenetelmien eroista. Potilaan röntgenkuvat olivat negatiivisia, SPECT oli positiivinen ja CT negatiivinen jolloin potilaalle diagnosoitiin nikaman kaaren stressireaktio.</p>
<p>Scudder L, Crowther C L. 2005. Pars defects in adolescents</p>	<p>Yli 2 viikkoa kestänyt alaselän kipu urheilijalla nuorella potilaalla tulee aina tutkia tarkasti. Lihasperäinen kipu ei kestä yli kahta viikkoa, joten muiden syiden selvitys on indisoitua. Kyselyn perusteella tulisi selvittää oireiden kesto, syntymekanismi, voimakkuus ja lokalisaatio. Pars vamman kipu lokalisoituu usein alaselkään, L5–S1 nikamien alueelle. Harvinaisemmat diskiitit ja septiset artriitit ovat erittäin kivuliaita. Lihasperäiset vammat kuten hamstring tai selän lihasten venähdykset voivat rajoittaa eteentaivutusliikettä, kuten myös pars interarticularis vammat jolloin lisäksi taaksetaivutus voi rajoittua. Liitännäisoireet kuten raajojen heikkous tai muut epänormaalit löydökset tulisi havaita ja kirjata. Neurologiset testit tulisi suorittaa, virustautien mahdollisuus ja maligniteettien mahdollisuus tulee pois sulkea. Urheilijan rasiustaso tulisi aina selvittää eli onko rasitus liiallista ja onko sen tyypissä tapahtunut muutoksia. Fyysisen testaamisen tulisi sisältää aktiiviliikkeiden ja rangan asennon tutkimisen sekä rangan palpaation. Mikäli kliinisessä tutkimuksessa ei käy ilmi minkään vakavan taudin mahdollisuutta ei verikokeiden otto ole välttämätöntä. Pars vam-</p>

	man epäilyssä SPECT tai MRI- kuvaus on suotavaa.
Kerssemakers S P, Fotiadou A N, de Jonge M C, Karantanas H, Maas M. 2009. Sport injuries in the paediatric and adolescent patient: a growing problem	Pars interarticularisen rasiutumurtumien tutkimisessa MRI on käyttökelpoinen, sillä se havaitsee luuydin ödeeman, ympäröivien lihasten signaalimuutoksen ja mahdollisen välilevy patologian.
Masci L, Pike J, Malara F, Phillips B, Bennel K, Brukner P. 2006. Use of the one-legged hyperextension test and magnetic resonance imaging in the diagnosis of active spondylolysis	Yhden jalan selän ekstensio testi ei ole sensitiivinen eikä spesifi testi tutkimaan pars interarticularis vammoja. Radiologiset kuvantamismodaliteetit ovat ensisijaisia diagnoosin kumoavia tai varmistavia testejä. SPECT ja MRI ovat ensisijaisia kuvausmodaliteetteja, sillä niillä on hyvä tarkkuus metabolisten muutosten havaitsemiseen. MRI voi antaa vääriä positiivisia tuloksia SPECT- kuvausta enenemmän.
Gregory P L, Batt M E, Kerlake R W, Webb J K. 2005. Single photon emission computerized tomography and reversed gantry	Positiivinen SPECT ja negatiivinen CT tai rg- CT tarkoittaisi pars interarticulariksen stressireaktio- vaiheessa olevaa leesiota. CT erottaisi kortikaaliluun murtuman, sen poissaolo mutta metabolisen aktiivisuuden läsnäolo viittaa vahvasti jonkinasteiseen luun stressireaktioon. Tutkimukseen osallistui urheilijoita monesta lajista, jalkapallo, kriketti ja voimistelu olivat yleisimpiä joissa vammoja todettiin. Toisaalta lajien suuri määrä kertoo siitä, että vaikka tietyissä lajeissa riski on kenties suurempi, niin vammat ovat mah-

<p>computerized tomography findings in patients with back pain investigated for spondylolysis</p>	<p>dollisia urheilullisessa toiminnassa yleisesti. Heittolajeissa luuvamma näyttää kehittyvän useimmiten heikomman käden puolelle, jalkapallossa taas puolieroa ei tule niin selkeästi esiin.</p>
<p>Leone A, Cianfoni A, Cerase A, Magarelli N, Bonomo L. 2011. Lumbar spondylolysis: a review</p>	<p>Spondylolyysin ja muiden pars interarticularis- vammojen biomekaaninen kehittyminen ja patofysiologia on monimutkainen ja kiistanalainen kokonaisuus. Kyseiset vammat voivat olla oireettomia tai ne voivat aiheuttaa merkittäviäkin toiminnallisia haittoja, erityisesti nuorilla urheilijoilla. Monileikkeinen CT on tarkin näyttämään luudefektin, tätä voidaan hyödyntää muun muassa luumurtuman paranemista seurattaessa. MRI on ensilinjan kuvausmenetelmä, sillä se ei aiheuta säteilyä ja se havaitsee luun rasitusperäisiä muutoksia ennen kuin ne kehittyvät murtuma asteelle. SPECT on myös hyödyllinen mutta se voi antaa paljon vääriä positiivisia ja negatiivisia tuloksia, sekä säteilyä. Spondylolyysi kehitty vaiheittain: tilan alkuvaiheessa se ei vielä näy röntgen tai CT- kuvissa, sillä kortikaalisen luun muutoksia ei ole vielä tapahtunut. MRI:ssä nähtävä stressirektio (luuydin ödeema, kortikaalipinta intakti, grade 1) voi ajan mittaan edetä osittaiseksi rasitusmurtumaksi ja lopulta täydeksi murtumaksi, jossa kortikaali luupinta on revennyt. Tila voi jäädä krooniseksi ja luutumattomaksi. Luun stressireaktion aikainen havaitseminen parantaa toipumis -ennustetta ja lyhentää toipumis -aikaa. Spondylolyysi tai stressireaktio voi syntyä monen mekanismin yhteisvaikutuksen kautta. Kehityksellinen tai peritty poikkeavuus kuten tietty ruumiin rakenne tai ryhti sekä monotoonisia liikkeitä sisältävä urheilu, voi saada aikaan tapahtumaketjun joka voi johtaa luun rasitusperäisiin ongelmiin. On esitetty että perinnöllisesti heikko tai dysplastinen pars olisi altis rasitusmurtumalle. L5- nikaman pars interarticularis-</p>

	<p>rikseen kohdistuu leikkaavaa voima selän ekstensioliikkeen aikana, sillä L4- nikaman inferiorinen nivelhaarake ja sacrumin superiorinen nivelhaarake toimivat ikään kuin kiiloina. Tämä ilmiö aiheuttaa L5- pars interarticulariksen venymistä, joka voi pitkittyessä johtaa mikrofraktuurien syntyyn.</p>
<p>Sundell C G, Jonsson H, Ådin L, Larsen K H. 2012. Clinical examination, spondylolysis and adolescent athletes</p>	<p>Oireilevaa spondylolyyysiä pidetään stressireaktiona, jonka takana fyysisen rasituksen aiheuttamat mikrotraumat. Nuorilla urheilijoilla näyttää olevan normaalia enemmän alaselkikipua. Yksittäisillä tai yhdistetyillä kliinisillä testeillä ei voida luotettavasti erotella rasitusmurtumia muista mahdollisista kipulähteistä. Suurella osalla oireilevista urheilijoista voidaan todeta jonkinasteinen selän posterioristen rakenteiden muutos MRI- kuvissa, joka usein vastaa oirekuva. Eli alaselänkipu voidaan selittää stressireaktion tai disko-geenisen patologian havaitsemisen kautta. Nuoren urheilijan alaselkikipu tulee aina ottaa vakavasti ja koska kliinisillä testeillä ei voida pois sulkea muita kivun syitä, MRI tutkimus ödeeman havainnointi painotuksella on suositeltavaa.</p>
<p>Hollenberg G M, Beattie P F, Meyers S P, Weinberg E P, Adams M J. 2002. Stress reaction of the lumbar pars interarticularis: the development of a new MRI classification system</p>	<p>Pars interarticularis- leesioiden luokittelu MRI-kuvien perusteella vaatii vielä jatkotutkimuksia: esitetty luokittelujärjestelmä osoitti, että löydökset on mahdollista luokitella luotettavasti. Tarkempi ja useampaan kategoriaan jaettu luokitusjärjestelmä olisi kliinisesti käyttökelpoinen, sillä näin potilaan tilasta saataisiin entistä tarkempi kuva. Luotettava pars interarticularis- stressireaktioiden luokittelu järjestelmä loisi paremmat edellytykset tilan tarkempia tutkimuksia varten.</p>
<p>Sairyo K, Katoh</p>	<p>Stressireaktio tai aikaisen vaiheen spondylolyyysi ei näy</p>

<p>S, Takata, Terai T, Yasui N, Goel V K, Masuda A, Vadapalli S, Biyani A, Ebraheim N. 2006. MRI signal changes of the pedicle as an indicator for early diagnosis of spondylolysis in children and adolescents</p>	<p>röntgenissä tai CT:ssä. MRI:ssä stressireaktio tai luumustelma näkyy signaalilisanä T-2 kuvissa ja alhaisena signaalina T-1 painotteisissa kuvissa. Luuhun kohdistuva rasitus aiheuttaa luuytimen ödeemaa ennen kuin kortikaaliluu murtuu. T-2 signaalilisa on myös läsnä murtumalinjan ympärillä. Standardi asetuksin otetut MRI-kuvat ovat käyttökelpoisia</p>
<p>Zukotynski K, Curtis C, Grant F D, Micheli L, Treves S T. 2011. Imaging assessment of pars interarticularis injury in young athletes with back pain: current concepts and imaging methods</p>	<p>Selkeää ohjesääntöä pars interarticulariksen kuvantamiseen ei ole. MRI ei aiheuta säteilyä mutta sen suorittaminen voi vaatia nuoren potilaan rauhoittamista lääkkein. CT aiheuttaa suurehkon säteilyannoksen eikä se ole tarkka aikaisten stressireaktioiden havaitsemisessa. SPECT ei aiheuta niin suurta säteilyannosta kuin CT ja se on tarkempi osoittamaan luun paikallisia rasitusreaktioita.</p>
<p>Ralston S, Weir M. 1998. Suspecting lumbar spondylolysis in adolescent low</p>	<p>Epäiltäessä spondylolyttisiä vammoja, tärkeimmät kliinistä ajattelua ohjaavat vihjeet liittyvät anamneesiin: kliiniset testit voivat olla erittäin epämääräisiä ja vaikeita tulkita, mutta jos haastattelussa potilas kertoo urheilevansa erittäin paljon ja kipu pahentuu urheilun aikana, voidaan vahvasti epäillä nikamankaaren rasituperäistä vammaa. Selän lihas-</p>

back pain	revähtymät eivät ole niin yleisiä kuin pars interarticulariksen vammat, nuoren alaselkäkipu tulee aina tutkia huolella ja stressireaktiot on tärkeää saada kiinni ajoissa, sillä stressireaktiovaiheen vammojen hoito on yksinkertaisempaa ja täydellisempää kuin pidemmälle edenneissä vammoissa.
<p>T A U L L S hah S A. 2006. U L K K O 8</p> <p>Low back pain in pediatric athletes with unilateral tracer uptake at the pars interarticularis on single photon emission computed tomography</p>	<p>12–15 vuoden ikä näyttäisi olevan kriittinen ikä jolloin stressireaktio voi edetä spondylolyyksiksi ja spondylolisteesiksi. Pojilla stressireaktio näyttää olevan yleisempi kuin tytöillä. Oireen kesto vaikuttaa hoidon onnistumiseen: lyhytaikainen oire ennustaa parempaa hoitotulosta kuin pitkäaikainen oire. Spina bifida occulta esitetään olevan riskitekijä stressireaktioiden synnylle, sen esitetään heikentävän liike-segmentin stabiliteettia. Potilailta joilla kipuepisodi on ollut pitkäkestoinen tai potilas jolla on spina bifida occulta voivat olla suuremmassa riskissä ajoittaiselle alaselkäkipulle raskaamman fyysisen harjoittelun aikana.</p>

TAU

TA

TAULUKKO 8. Nuoren urheilijan pars interarticularis stressireaktion kliiniseen oirekuvaan vastaavat artikkelit ja keskeiset tulokset.

<p>Merlino J, Perisa J. 2012. Low back pain in a competitive cricket athlete</p>	<p>Tapaustutkimus 17- vuotiaasta potilaasta: paikallinen alaselänkipu, joka on tylppää ja vaihtelevaa. Kipu provosoi- tuu aktiviteetista (kriketin pelaaja, heittäjä) ja aamuisin sel- kä on jäykkä. Kipu voi lokalisoitua rangan kummallekin puolelle, unta häiritsevää yökipua ei ole. Lannelordoosi voi olla korostunut ja lihastonus voi olla kasvanut. Hamstring- lihasten kireys on mahdollista ja gluteaalialueen triggerpis- teet voivat olla herkistyneet. Lateraalifleksio voi provosoida kivun mahdollisen leesion puolelle, palpaatiolöydöksenä voi olla paikallista arkuutta alaselässä.</p>
<p>Scudder L, Crowther C L. 2005. Pars de- fects in adoles- cents</p>	<p>Kipu rajoittuu usein pienelle ja paikalliselle alueelle ja hei- jastus tai säteilyoire on harvinainen, raajaoireen takana on useimmiten jokin hermojuurta häiritsevä rakenteellinen muutos kuten kasvain, spondylolisteesi tai välilevytyrä. Ki- pu liittyy fyysiseen aktiviteettiin joten potilaalta on tärkeä kysyä milloin oire tulee esiin.</p>
<p>Motley G, Nyland J, Ja- cobs J, Caboen D. N. M. 1998. The pars interar- ticularis stress reaction, spon- dylolysis and spondylolisthesis progression</p>	<p>Selkäkipu on vähäistä tai kohtalaista, joka alkaa puudutta- vana ja tylppänä kipuna: kipu pahenee ajan mittaan. Kipu on usein hyvin paikallista mutta se voi heijastua saman puolen pakaraan ja reiteen posterolateraalisesti. Yksittäistä traumaa ei usein ole kipuepisodiin liittyen. Potilaalla voi olla hyperlordoottinen asento. Yksilöillä joilla keho vaikuttaa lyhyeltä, kylkiluut vaikuttavat olevan normaalia alempana, iliumin harjut vaikuttavat korkeilta, pakarat ovat litteät ja vatsa työntyy eteen, on todennäköisempää, että heille voisi kehittyä spondylolisteesi. Lähestulkoon kaikki aktiiviliikkeet aiheuttavat kipua, joka häviää levon jälkeen. Alaraajojen heikkoutta nähdään harvoin, keskivartalon lihasheikkous on yleisempää. Hamstring-, iliopsoas- ja quadriceps- lihasten kireyttä voi olla. Neurologiset testit ovat negatiivisia,</p>

	alaselän paikallisia palpaatio arkuuksia voi esiintyä.
Leone A, Cianfoni A, Cerase A, Magarelli N, Bonomo L. 2011. Lumbar T spondylolysis: a A review U	Potilaan tutkimisessa usein havaitaan korostunut lannelor- doosi ja kipu, joka provosoituu selän ekstensioliikkeestä. Hyperekstensio yhdellä jalalla seisten voi provosoida kipua selkeämmin. Hamstring lihasten kireyttä voidaan havaita, syytä tähän ei tarkkaan tiedetä. Kiputyyppi on usein me- kaanista eli se provosoituu liikkumisesta. Radikulaarioireita on erittäin harvoin, vakavamman asteinen spondylolisteesi voi aiheuttaa radikulaarioireen.
J Zukotynski K, U Curtis C, Grant F K D, Micheli L, K Treves S T. O 2011. Imaging assessment of 9 pars interarticu- lāris injury in young athletes A with back pain: I current concepts t and imaging i methods s	Pars interarticularis vamman yleisin oire on alaselkäkipu. Vakavissa tapauksissa lihasspasmi voi aiheutua epänor- maalista askelluksesta ja ryhdistä. Urheilun määrä ja taso tulee selvittää, samoin oireen kesto, muutokset rakon, suo- len tai lihasten toiminnassa. Aktiiviliikkeet tulee tutkia ja usein näissä on rajoittuneisuutta ja kipua.
† Murthy N S. 2012. Imaging of stress fractures of the spine t t	MRI- kuvia otettaessa on suotavaa suunnata leikkeet niin että ne näyttävät pars interarticulariksen: aksiaalileike on tarkempi kuin välilytilaan suunnattu tiettyssä kulmassa otettu leike. MRI:tä pidetään kuitenkin luotettavana ensisi- jaisena kuvantamismodaliteettina kun nuorella epäillään spondylolyttistä leesiota.

e

kijät nuoren urheilijan pars interarticularis stressireaktion kehittymi-
selle: kysymykseen vastaavat artikkelit ja keskeiset tulokset.

<p>Maurer M, Soder R B, Baldisserotto M. 2011.</p> <p>Spine abnormalities depicted by magnetic resonance imaging in adolescent rowers</p>	<p>Soutuliike edellyttää fleksio ja rotaatioliikettä erityisesti lannerangalta: tutkimusten mukaan liikkeen aiheuttama voima välittyy yksinomaan lannerangan tiettyjen segmenttien kautta. Vammautumismekanismi vaikuttaisi olevan fleksion ja kompressiivoimien yhteisvaikutus, näiden voima voi olla jopa 6100 N. Toistuva monotooninen nollapakti -liike altistaa soutajia lannerangan vammoille.</p>
<p>Crewe H, Elliott B, Couanis G, Campbell A, Alderson J. 2012.</p> <p>The lumbar spine of the young cricket fast bowler: An MRI study.</p>	<p>Nuoret (14–16 v) potilaat ovat mahdollisesti suuri riskiryhmä. Heittotekniikan ja rasituksen yhteisvaikutus kasvupyrähdyksen ja suhteellisesti alhaisen luumassan välillä voi altistaa nuoria rasitusmurtumien kehittymiselle.</p>
<p>Kerssemakers S P, Fotiadou A N, de Jonge M C, Karantanas H, Maas M. 2009.</p> <p>Sport injuries in the paediatric and adolescent patient: a growing problem</p>	<p>Sisäiset riskitekijät voivat vaikuttaa rasitusvammojen syntymiseen; lihas- jännejärjestelmä ei kehity samaan tahtiin luuston kanssa jolloin kasvupyrähdyksen aikana lihasten ja jänteiden pienempi pituus voi aiheuttaa kireyttä ja liikelaajuuksien häiriöitä. Samaan aikaan jatkuva urheilullinen toiminta kohdistaa suuria rasituksia juuri lihas- jännejärjestelmään. Olemassaoleva epätasapaino lihasten tai jonkin ruumiin osan asennon välillä korostuu epätasaisen kasvun aikana. Muita riskitekijöitä voi olla tyttöjen häiriintyneen hormonitoiminnan aiheuttama luun mineraalipitoisuuden alhaisuus. Ulkoisista riskitekijöistä olennainen on vääränlainen harjoittelu, jossa ei huomioida edellä mainittuja sisäisiä tekijöitä. Urheiluvälineiden tulisi olla yksilöllisesti sopivia ja toimintaympäristö ja peluualusta joka vaikuttaa iskuvoimien suuruuteen. Myös vanhempien asettamat</p>

	suorituspaineeet voivat olla haitallisia nuorelle urheilijalle.
<p>Motley G, Nyland J, Jacobs J, Caboen D. N. M. 1998. The pars interarticularis stress reaction, spondylolysis and spondylolisthesis progression</p>	<p>Naisten lantio- alaraajaan epäedulliselle linjaukselle, epäedulliselle nosto- ja hypyistä alastulo tekniikoille; edellä mainitut tekijät voivat lisätä nonkontraktilien kudosten rasitusta, sillä ne joutuvat entistä isompaan osaan asennon hallinnassa. Jatkuvien monotoonisten hyperekstensio-, äärefleksio-, ja kiertoliikkeiden aiheuttama rasitus, yhdistettynä leikkaaviinvoimiin, on erityisen haitallista nikamalle. Naisurheilijoiden kohdalla on tärkeää seurata hormonaalista toimintaa, kuukautiskierron häiriöt, myöhästynyt alku tms. voi altistaa nuorta luustoa vaurioille. Hormonaaliset epätasapainotilat voivat johtaa monen tekijän yhteisvaikutuksena jopa luun vaurioihin, kuten spondylolyyysiin. Riskitekijöitä ovat vakavuuden ja keston mukaan: Kova fyysinen rasitus, perhetausta, kuukautishäiriöt, alhainen luumassa, nopeat painonvaihtelut ja huono ravinteiden saanti. Korkealla intensiteetillä yli 24 tuntia viikossa harjoitteleva nuori voi olla erityisen altis pars vaurioille.</p>
<p>Sairyo K, Katoh S, Takata, Terai T, Yasui N, Goel V K, Masuda A, Vadapalli S, Biyani A, Ebraheim N. 2006. MRI signal changes of the pedicle as an indicator for early diagnosis of spondylolysis in children and</p>	<p>Tietokone mallinnusten perusteella pars interarticulariseen kohdistuu lannerangan liikkeiden aikana suurin rasitus, toiseksi suurin rasitus kohdistuu pedikkeliin. Jatkuva normaalia suurempi rasitus johtaa rasitusreaktioon rakenteiden väsymisen takia. Pedikkelin- ja pars interarticulariksen- MRI:ssä nähtävä signaalilisa voi siis olla merkki meneillään olevasta patologisesta stressireaktiosta.</p>

adolescents	
Murthy N S. 2012. Imaging of stress fractures of the spine	Lannerikamien facettitropismi ja asymmetria voivat muuttaa lannerangan biomekaniikkaa. Sagittaalisesti orientoituneet facetit sallivat suurempia flexio- ja ekstensioliikkeitä ja koronaalisesti suuntautuneet facetit aiheuttavat pars interarticularikseen suurempia voimakeskittymiä, koska toisiinsa osuvien nivelpintojen pinta-ala on normaalia suurempi.
Kountouris A, Portus M, Cook J. 2012. Quadratus lumborum asymmetry and lumbar spine injury in cricket fast bowlers	Nuorella urheilijalla jolla todetaan MRI:ssä pars interarticulariksen- luumustelma tai stressireaktio on korostuneessa riskissä rasisitusmurtuman kehittymiselle. Tutkimuksessa kauden alussa 4 pelaajalla todettiin stressireaktio, kauden lopussa kaikilla näistä tila oli edennyt murtumaksi.

5.1 Pars interarticularis- stressireaktion prevalenssi nuorilla urheilijoilla

Yang, Servaes, Edwards ja Zhuang (2013, 110) tutkivat SPECT- ja CT- kuvantamisin 63 nuorta joiden alaselkä kipu oli kestänyt alle kolme kuukautta. 63:ta potilaasta 56:lla SPECT oli positiivinen joka viittaisi pars interarticulariksen rasisitusperäisiin vammoihin. Tutkimuksessaan he totesivat pars interarticularis stressireaktion prevalenssiksi 19.6 %. Hollenberg, Beattie, Meyers, Weinberg ja Adams (2002, 181, 185) tutkivat 55 nuorta alaselkä kivusta kärsivää urheilijaa MRI- kuvauksella; 23:lla todettiin MRI:ssä näkyvä rasisitusperäinen luumuu- tos, näistä 9:llä löydös täytti stressireaktion määritelmän. Crewe, Elliott, Couanis, Campbell ja Alderson (2011, 190, 192) tutkivat 46 oireetonta kriketinpelaajaa jotka pelaavat heittäjinä. 11:sta 15:sta todettiin MRI:n perusteella akuutti

pars interarticulariksen rasitusvamma, näistä 5:llä CT-kuvaus oli negatiivinen eli kyseessä on todennäköisesti stressireaktio asteella oleva vamma.

Kujala, Kinnunen, Helenius, Orava, Taavitsainen ja Karaharju (1999, 480-482) tutkivat 19 alaselkä kivusta kärsivää nuorta urheilijaa ja näistä 6:lla todettiin nikaman kaaren stressireaktio Gregory, Batt, Kerslake, Scammell ja Webb (2004, 505) tutkivat 118 alaselkä kivusta kärsivää potilasta SPECT- ja rg-CT-kuvantamisilla. 33:lla potilaan kohdalla löydökset viittasivat pars interarticulariksen stressireaktioon. Gregory, Batt, Kerslake ja Webb (2005, 79, 83) tutkivat SPECT- ja rg-CT-kuvantamisin 213 potilasta, joilla epäiltiin olevan alaselkäkipua aiheuttava spondylolyysi. 145:llä todettiin lisääntyneitä metabolista aktiivisuutta pars interarticulariksessa ja 81:llä näistä todettiin spondylolyysi rg-CT:llä. 64:llä voitaisiin siis epäillä olevan pars interarticulariksen stressireaktio. Kobayashi, Kobayashi, Kato, Higuchi ja Takagishi (2013, 169) tutkivat 200 nuorta alaselkä kivusta kärsivää urheilijaa MRI-kuvausten ja kliinisten testien perusteella. 52:lla todettiin stressireaktioksi määriteltävä tila. Maurer, Soder ja Baldisserotto (2011, 394 -395) tutkivat MRI:llä 44 oireetonta nuorta, jotka olivat jaettu 22 nuoreen soutu-urheilijaan ja 22 ei-urheilevaan nuoreen. Ryhmien välillä oli tilastollisesti merkittävä ero stressireaktion esiintyvyydessä, soutuurheilijoista 5:llä löytyi pars interarticulariksen stressireaktio ja kontrolliryhmästä stressireaktiota ei löytynyt keneltäkään.

5.2 Pars interarticularis stressireaktion diagnostiikka nuorilla urheilijoilla

Sundell, Jonsson, Ådin ja Larsen (2012) toteavat alaselkä kivun olevan normaalia yleisempää nuorilla urheilijoilla ja kivun syy voidaan usein selvittää. Aikaisessa vaiheessa todetuilla rasitusreaktioilla on hyvä taipumus parantua; tästä syystä aikaisen vaiheen diagnosointi on erittäin tärkeää kun nuoren selkävivun syitä selvitetään.

Scudder ja Crowtherin (2005) mukaan nuoren urheilijan kohdalla yli 2 viikkoa kestänyt alaselän kipu tulee tutkia tarkasti. Puhtaasti lihasperäinen kipu kestää harvoin viikkoja joten muiden taustalla olevien syiden mahdollisuus tulee pyrkiä pois-sulkemaan. Ennen kliinisiä testejä tai kuvantamistutkimuksia tulee

selvittää anamnestisesti olennaisia asioita; oireiden kesto, syntymekanismi, voimakkuus ja kivun lokalisatio tulee selvittää. Pars interarticularis vamman kipu lokalisoituu usein alaselän alueelle, L5–S1- nikamien tasolle. Erotusdiagnostisesti on hyvä huomioida että diskiitti tai septinen artriitti ovat erittäin kivuliaita ja harvinaisia. Eteentaivutus liikettä voi rajoittaa hamstring tai selän lihas kireys, pars interarticularis vamma voi rajoittaa useampaa liikesuuntaa. Kujalan, Kinnusen, Heleniuksen, Oravan, Taavitsaisen ja Karaharjun (1999) mukaan selän taaksetaivutus, sekä vamma puolen jalalle painon varaaminen selän taaksetaivutuksen aikana voivat provosoida alaselän kipua. Diagnoosin tekoa kliinisten testien perusteella ei ole tutkittu kovin paljoa. Sundell ym. (2012) tutkivat eri kliinisten testien käyttökelpoisuutta erottelemaan nuoren selkävamman syytä: he totesivat että, mikään kliininen testi yksin tai yhdistettynä joihinkin muihin testeihin, ei pysty luotettavasti erottelemaan esimerkiksi pars interarticulariksen vammaa muista alaselän kipua tuottavista ongelmista.

Merlino ja Perisa toteavat lannelordoosin arvioimisen olevan tärkeää. Kliinisten provokaatiotestien tulosten käytettävyys ei ole kovin luotettavaa. Toistuvasti esiin nousevana spondylolyyysin tutkimiseen käytettävänä testinä on yhden jalan ääriekstensio testi. Tätä testiä kuitenkin pidetään epäluotettavana: Merlino ja Perisa (2012), Masci, Pike, Malara, Phillips, Bennel ja Brukner (2006), Sundell Jonsson, Ådin ja Larsen (2012) tutkivat edellä mainitun testin kliinistä arvoa ja tulivat siihen lopputulokseen, että yhden jalan hyperekstensio testi ei ole kliinisesti spesifi saati sensitiivinen tutkittaessa nikaman kaaren vaurioita. Kobayashi, Kobayashi, Kato, Higuchi ja Takagishi (2013) totesivat myös Kemp- testin olevan epätarkka aikaisen vaiheen spondylolyyysin tutkimisessa. He lisäävät myös, että mikään muukaan kliininen testi ei ole osoittautunut heidän tutkimuksissaan luotettavaksi.

Ralston ja Weir (1998) painottavat anamneesin tärkeyttä epäiltäessä spondylolyyttisiä vammoja. Diagnostiset haastattelusta saatavat vihjeet ja merkit kuten, suuri urheilun määrä ja kivun lisääntyminen urheilun aikana, antavat aiheita epäillä nikaman kaaren ongelmaa. Potilaan kuvaamien asioiden huomioonottaminen on olennaista, koska pelkät kliiniset testit ovat epäluotettavia ja vaikeaselkoisia. Takemitsu El-Rassi, Woratanat ja Shah (2006) esittävät stressireaktion olevan yleisempi tila pojilla kuin tytöillä. Kobayashi ym. (2013) toteaa-

vat pars leesioiden olevan yleisenpiä pojilla. Takemitsu ym. (2006) esittävät stressireaktion kehittyvän ja olevan altis progrediolle spondylolyysiksi tai spondylolisteesiksi yleisesti 12–15 ikävuoden välillä, jolloin murrosikäisen nuoren luutiheys on vielä alhaista ja pituuskasvu on nopeaa. Pitkään kestäneet oireet ennen hoitoon hakeutumista huonontavat paranemisennustetta.

Diagnoosin laatimisen edetessä, klinisiin testeihin olisi sisällytettävä Scudde-
rin ja Crowtherin (2005) mukaan liittänoireiden tutkiminen, kuten raajojen heikkoudet tai muut epänormaalit löydökset tulee havaita ja kirjata. Neurologiset testit tulee suorittaa ja mahdollisten virustautien tai maligniteettien mahdollisuudet tulee pois sulkea. Mikäli klinisten tutkimusten perusteella vakavan taudin mahdollisuus on pois suljettu, verikokeiden ottaminen ei ole välttämätöntä. Zykotynski, Curtis, Grant, Micheli ja Treves (2011) ehdottavat, että urheilun määrän ja tason ohella tulee selvittää oireen kesto sekä mahdolliset muutokset rakon, suolen tai lihasten toiminnassa. Aktiiviliikkeet tulee tutkia.

Sundell ym. (2012) toteavat oireilevan spondylolyysin olevan luun stressireaktio, jossa jatkuva fyysinen rasitus aiheuttaa mikrotraumoja luuhun. Leone, Cianfoni, Cerase ja Bonomo (2011) esittävät stressireaktion ja sitä mahdollisesti seuraavan spondylolyysin kehittyvän usein monen tekijän summana: nikaman kaaren perinnöllinen heikkous, dysplasia tai ruumiinrakenteen kehityksellinen poikkeavuus yhdistettynä jatkuvaan monotooniseen fyysiseen rasitukseen voivat luoda altistavat olosuhteet, joissa nikaman kaareen alkaa kehittyä rasitusperäinen luupatologia. L5- nikaman pars interarticulariksen esitetään olevan erityisen altis, sillä siihen kohdistuu leikkaavia voimia selän ekstensioliikkeen aikana. Leone ym. (2011) esittävät, että leikkaavat voimat syntyvät kun L5- nikama joutuu L4- nikaman inferiorisen nivelhaarakkeen ja S1- nikaman superiorisen nivelhaarakkeen kiilaamaksi selän ekstensio liikkeen aikana. L5- nikamaan kohdistuvat vastavoimat aiheuttavat L5- pars interarticulariksen venymistä joka pitkittyessään johtaa mikrofraktuuroiden syntyyn.

Nuoren urheilijan alaselkä kipu tulee aina ottaa vakavasti, Sundellin ym. (2012) mukaan jopa 90 %:lla alaselkä kivuista kärsivistä nuorista urheilijoista voidaan todeta lannerangan patologisia muutoksia MRI- kuvissa. Yang ym. (2013) määrittelevät pars interarticularis stressireaktion tilaksi, joka ei näy pe-

rinteisessä röntgen tai CT- kuvassa. Gregory, Batt Kerslake ja Webb (2005) toteavat CT- kuvauksen havaitsevan kortikaaliluun murtuman, mutta ei sen alapuolisia metabolisia tapahtumia. Yang ym. (2013) mukaan SPECT kuvaus on herkkä havaitsemaan luun metabolisia muutoksia ja paikallista luun signaalililisää pidetään luun reagointina kasvaneeseen rasitukseen. Rasitusperäisen reaktion havaitseminen ajoissa voi estää murtuman synnyn. Erotusdiagnostisesti tulee huomioida muiden patologioiden aiheuttamat signaalimuutokset. Osteomyeliitti ja osteoidi osteooma aiheuttavat SPECT- kuvauksessa myös signaalililisää. Tämä signaalilisiä tosin näkyy jo kuvauksen alkuvaiheessa ja CT- kuvassa näkyisi myös luurakenteiden muutoksia, jotka ovat erilaisia kuin pars interarticularis vammojen löydökset. Mascin ym. (2006) mukaan radiologiset kuvantamismenetelmät ovat luotettavimpia ja ensisijaisia tutkimustapoja selvittäessä nuoren urheilijan alaselkä kivun syytä. MRI ja SPECT ovat käyttökelpoisia havaitsemaan metabolisia muutoksia, joskin MRI voi antaa enemmän vääriä positiivisia tuloksia kuin SPECT. Leone ym. (2011) esittävät MRI:n olevan käyttökelpoisempi ensisijainen kuvausmenetelmä, sillä se ei aiheuta lainkaan säteilyrasitusta ja se havaitsee luun rasitusperäisiä muutoksia tarkasti. SPECT- kuvauksen huonoksi puoleksi he nostavat väärien positiivisten ja negatiivisten tulosten määrän. Kobayashi ym. (2013) toteavat että SPECT ja MRI- kuvantamisien välisistä eroista ei ole selkeää näyttöä. MRI:n eduiksi kuitenkin lasketaan, että se näyttää muitakin rakenteita tarkasti. STIR- MRI on erityisen käyttökelpoinen havaitsemaan luun aikaisen vaiheen rasitusreaktioita.

Sairyo, Katoh, Takata, Terai, Yasui, Goel, Masuda, Vadapalli, Biyani ja Ebrahim (2006) toteavat MRI:ssä pars interarticularis- stressireaktion näkyvän signaalilisisänä T2- painoitteisissa kuvissa ja T1- painoitteisissa kuvissa signaali olisi alentunut. Jatkuva rasitus aiheuttaa luuytimen turvotusta eli ödeemaa ja rasituksen jatkuminen johtaa lopulta kortikaaliluun repeämään eli murtumaan. Standardiasetuksillakin otetuissa MRI- kuvissa on mahdollista nähdä luuydin ödeema. Pars interarticularis stressireaktioiden tutkimisessa MRI on Kerssemakes, Fotiadou, De Jonge, Karantanas ja Maas (2009) mukaan hyödyllinen, sillä se kykenee havaitsemaan luuytimen turvotusta, ympäröivien lihasten signaali- muutoksia ja mahdollisen välilevy- patologian. Leone ym. (2011) mukaan grade 1 löydös MRI:ssä, eli havaitaan luuydin ödeema kortikaalipinnan

ollessa ehjä, voi pahimmassa tapauksessa edetä täydeksi murtumaksi. Zukotynski ym. (2011) mukaan pars interarticulariksen kuvantamiseen ei ole olemassa selkeää ohjesääntöä. MRI:llä on edellä mainitut hyvät puolensa, joskin erittäin nuoren potilaan rauhoittaminen lääkkein kuvauksen ajaksi voi olla joskus tarvittavaa. CT-kuvaus altistaa nuoren potilaan säteilylle eikä se ole käytökelpoinen aikaisen vaiheen stressireaktion tutkimisessa. SPECT on tarkempi kuin CT edellä mainitun tilan tutkimisessa, joskin siinäkin nuori altistuu säteilylle. Hollenberg ym. osoittivat, että pars interarticularis vammat on mahdollista jakaa eri luokkiin niiden asteen mukaan. Jatkotutkimuksia tarvitaan vielä, sillä tarkemman ja useampaan luokkaan jaetun järjestelmän kliininen hyödynnettävyys olisi entistä parempaa. Luotettavan pars interarticularis- stressireaktioiden luokitusjärjestelmän kehitys loisi edellytykset tarkempia jatkotutkimuksia varten. Pars interarticularis- vammoja esiintyy yleisesti nuorilla urheilijoilla, Sairyo ym. (2006) mukaan tästä syystä MRI:n käyttö aikaisen vaiheen pars interarticularis vaurioiden tutkimisessa olisi erittäin suotavaa, näin kasvuvaiheessa oleva nuori elimistö ei altistuisi mahdollisesti haitalliselle säteilylle.

5.3 Pars interarticularis stressireaktion kliininen oirekuva nuorilla urheilijoilla

Merlino ja Perisa (2012) esittelevät tapaustutkimuksessaan 17-vuotiaan alaselkä kivusta kärsivän urheilijan potilaan. Potilaalla todettiin pars interarticulariksen stressireaktio. Alaselänkipu on paikallista, tylppää ja vaihtelevaa. Kipu provosoitui aktiviteetin mukaan sitä enemmän mitä liikuntaa oli. Selkä tuntui jäykältä aamuisin, mutta kipua ei häirinnyt unta missään vaiheessa. Lannelordoosi voi korostua ja selän lihasten tonus voi olla normaalia suurempaa. Hamstring-lihasten kireys voi olla havaittavissa ja gluteaalialueen triggeripisteet voivat olla herkistyneet. Lateraalifleksio voi olla rajoittuneempi mahdollisella vammapuolella ja palpaatiolöydöksenä voi olla paikallista alaselän arkuutta. Scudder ja Crowther (2005) esittävät kivun paikallistuvan pienelle alueelle ja säteilyoireita on erittäin harvoin. Raajaan ulottuva säteilyoire on useimmiten merkki siitä, että jokin rakenne painaa hermojuurta, esimerkiksi välilevytyrä, kasvain tai spondylolis-

teesi voivat aiheuttaa hermojuurta painavia rakenteellisia muutoksia. Kipu liittyy erityisesti fyysiseen aktiviteettiin joten haastattelussa on tärkeää selvittää milloin kipu tulee esiin.

Motley, Nyland, Jacobs ja Caboen (1998) kuvailevat kivun olevan vähäistä tai kohtalaista, joka alkaa puuduttavana ja tylppänä kipuna. Kipu usein pahenee ajan ja rasituksen myötä. Kipu on hyvin paikallista mutta se voi ajoittain heijastua saman puolen pakaraan ja reiteen posterolateraliselle alueelle. Potilaalla voi olla hyperlordoottinen asento. Lyhyeltä vaikuttava keho, alhaisen näköinen kylkikaari, korkeat iliumin harjut, eteen työntävä vatsa ja litteä takamus ovat mahdollisia yksilössä havaittavia ominaisuuksia, näiden oletetaan altistavan yksilöä spondylolisteetin kehittymiselle. Lähestulkoon kaikki aktiiviliikkeet voivat olla kivuliaita, kipu tosin helpottaa levossa. Alaraajojen heikkoutta on harvoin mutta keskivartalon lihakset voivat olla heikkoja. Lonkan koukistajien ja ojentajien kireyttä voidaan usein havaita. Neurologiset testit ovat lähestulkoon aina negatiivisia jos selkäkivun taustalla on stressireaktio, alaselän paikallinen palpaatio-arkuus on yleisempi löytö.

Leone ym. (2012) nostavat myös esille korostuneen lannelordoosin. Selän ekstensioliike provosoi kivun ja yhdellä jalalla seisten tehty selän ekstensio voi korostaa kipua. Hamstring- lihasten kireys on yleistä mutta syytä tähän ei tiedetä. Kipua luonnehditaan mekaaniseksi sillä kipu provosituu liikkeestä. Radikulaarioire on harvinainen ja sen mahdollisuutta pidetään todennäköisempänä jos potilaalla on vakavamman tason spondylolisteesi. Zukotynski ym. (2011) pitävät alaselän paikallista kipua pars interarticularis vamman yleisimpänä oireena. Vakavammassa tapauksissa voidaan havaita normaalista poikkeava ryhti tai askellustapa, joka voi olla seurausta lihasten spasmeista. Aktiiviliikkeet provosoivat usein kivun.

5.4 Pars interarticularis stressireaktion kehittymiseen liittyvät riskitekijät

Maurer, Soder ja Baldisserotton (2011) mukaan soutu liike voi olla lannerangalle haitallinen liike. Soutu liike edellyttää lannerangan fleksio ja rotaatioliikettä ja näiden aiheuttama voima välittyy lannerangassa tiettyjen segmenttien kautta. Lannerankaan kohdistuvat fleksio- ja kompressiovoimat voivat olla yli 6000 N:n suuruisia. Toistuva monotoninen liike altistaa soutajia alaselän vammoille. Crewe, Elliott, Couanis, Campbell ja Anderson (2012) esittävät 14–16 vuotiaiden olevan riskiryhmä pars interarticularis vammojen kehittymisessä. Heittotekniikan ja fyysisesti raskaan harjoittelun yhteisvaikutus samanaikaisen kasvupyrähdyksen ja suhteellisesti alhaisen luomassan välillä voi olla altistava tekijä pars interarticularis- vaurioiden kehittymiselle. Kerssemakers ym. (2009) toteavat sisäisten tekijöiden olevan mahdollisia altistavia tekijöitä rasitusvammojen kehittymisessä. Lihas- ja jännejärjestelmä ei kehity samaan tahtiin luuston kanssa, jolloin nopean kasvun aikana lihasten ja jänteiden pituus ei vastaa tasoltaan luiden pituutta: epätasapaino voi aiheuttaa kireyksiä ja liikelaaajuuksien huonontumista. Aktiivinen urheilu samaan aikaan kohdentaa korostuneesti rasitusta niveliin ja lihas- jännejärjestelmiin. Lihas epätasapaino tiloja voi olla kehittynyt ennen nopean kasvun vaihetta, epätasapainojen haitalliset vaikutukset korostuvat nopean kasvuvaiheen tuomien muutosten seurauksena. Työillä hormonitoiminnan häiriöt voivat vaikuttaa luuston mineraalipitoisuuteen. Ulkoisista riskitekijöistä olennaisin on vääränlainen fyysinen harjoittelu, jossa nuoren elimistöön kohdistuu liian kovia rasituksia suhteessa fysiologiseen ikään. Urheiluvälineiden tulisi olla yksilölle tarkasti souvia ja jatkuvien iskujen aiheuttamaa rasitusta tulisi pyrkiä vaimentamaan kiinnittämällä huomiota toiminta- alustaan. Vanhempien lapselle asettamat suorituspainot voivat olla haitallisia nuorelle urheilijalle.

Motley ym. (1998) mukaan tyttöjen lantioarenkaan anatomia voi olla altistava tekijä rasitusvammojen kehittymiselle. Leveämpi lantio voi aiheuttaa alaraajan linjauksiin epäedullisia muutoksia. Hypyistä alastulo ja nostotekniikat voivat olla epäpuhtaita: kaikki edellä mainitut voivat lisätä ei- kontraktiilien kudosten rasitusta ja osuutta stabiliteetin hallinnassa. Jatkuva monotooninen hyperkstensio-, äärefleksio,- ja kiertoliikkeiden teko voi olla nikamille haitallista, usein haitallista voimaa lisää edellä mainittuihin liikkeisiin yhdistyvä leikkaava voima. Naisurheilijoiden kohdalla on aiheellista tiedostaa hormonaalisen toiminnan vaikutus luustoon. Kuukautiskierron poissaolo tai muu häiriö voi pitkittyessään aiheuttaa luustolle vaurioita. Naisurheilijoiden kohdalla riskitekijöitä luuvammojen kehittymiselle ovat kova fyysinen rasitus, perhetausta, kuukautishäiriöt, alhainen luumassa, nopeat painonvaihtelut ja alentunut ravinteiden saanti. Suurta harjoitusmäärää (yli 24 tuntia viikossa) korkealla intensiteetillä pidetään riskitekijänä pars interarticularis- vammojen kehittymiselle nuorilla urheilijoilla. Murthy (2012) toteaa lannerikamien facettitropismin ja asymmetrian muttavan lannerangan biomekaniikkaa. Sagittaalisesti orientoituneet nivelpinnat sallivat suuria fleksio- ja ekstensioliikkeitä, koronaalisesti orientoituneet nivelpinnat taas aiheuttavat pars interarticularikseen kohdistuvia voimakeskittymiä. Koronaalisesti suuntautuneiden nivelpintojen toisiinsa osuva poikkipinta- ala on normaalia suurempi. Kontouris, Portus ja Cook (2012) esittävät nuorella urheilijalla todettua pars interarticulariksen- stressireaktiota tai luumustelmaa merkittäväksi riskitekijäksi spondylolyysin kehittymiselle. Kontouris ym. (2012) suorittamassa tutkimuksessa 4 yksilöllä, joilla todettiin ennen pelikauden alkua stressireaktio, tila eteni täydeksi murtumaksi kauden aikana. Sairyo ym. (2006) totesivat FEM- tietokone mallinuksensa perusteella, että lannerangan liikkeet aiheuttavat suurimmat mekaaniset rasitukset pars interarticularikseen ja toiseksi suurimmat pedikkeliin. Jatkuva samantyyppinen rasitus johtaa stressireaktioon kun rakenteet väsyvät liikaa. Pedikkelissä ja pars interarticulariksessa nähtävä signaalilisa MRI- kuvassa voi siis olla merkki meillä olevasta patologisesta rasitusreaktiosta.

Leone ym. (2011) mukaan normaali seisoma ryhti koostuu tarkasta rangan ja lantion välisestä tasapainosta. Tasapainoisessa asennossa kummatkin edellä mainituista segmenteistä ovat linjassa ja asennon ylläpito vaatii mahdollisimman vähän energiaa. Spino- pelvien tekijöiden oletetaan olevan mahdollisesti olennaisia altistavia tekijöitä stressireaktion, spondylolyyysin ja lopulta spondylolisteetin kehittymisessä. Spino- pelvinen tasapaino on usein häiriintynyt jollain tapaa nuorilla joille on kehittynyt jokin nikaman posterioristen rakenteiden vaurio. Näillä nuorilla tai varhaisnuorilla voidaan havaita sacral slope, pelvic tilt ja pelvic incidence kulmien olevan normaalia suuremmat ja lisäksi rintarangan kyfoosi on normaalia vähäisempää. Edellä mainituista parametreistä korostunut pelvic incidence on merkittävä altistava tekijä L5- tason spondylolisteetin kehittymisessä: suuri pelvic incidence kulma suurentaa samanaikaisesti myös sacral slope kulmaa ja pelvic tilt kulmaa. Pelvic tilt kulman kasvu taas lisää lannerangan lordoosia. Nikaman kaaren vauriot kehittyvät koska suurentunut pelvic incidence kulma nostaa L5 pars interarticularikseen kohdistuvat leikkaavat voimat normaalia suuremmiksi.

Kobayashi ym. (2013) mukaan lajit missä lannerangalta vaaditaan toistuvia ekstensio- ja rotaatioliikkeitä altistavat nuoria urheilijoita pars interarticulariksen- vammoille. Baseball, jalkapallo, koripallo ja tennis olivat yleisimpiä lajeja missä pars interarticularis- vammoja esiintyi. Scudder & Crowther (2005) pitävät voimistelua, painonnostoa, painia ja tanssia erityisen altistavina lajeina pars interarticularis- vammojen kehittymiselle. Lajin edellyttämät ekstensioliikkeet ja muut rankaa kuormittavat liikkeet voivat toistuessaan aiheuttaa vammojen kehittymisen.

6 POHDINTA

6.1 Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tulosten johtopäätökset

Tämä opinnäytetyö tarkasteli systemaattisen kirjallisuuskatsauksen keinoin nuorilla urheilijoilla tavattavaa lannenikaman stressireaktioita. Termi *pars interarticularis*- stressireaktio, *pars interarticularis* stress reaction, ei vaikuta olevan vielä vakiintunut lääketieteellisissä julkaisuissa. Kliinisen terminologian kirjavuus toi haasteita aiheeseen perehdyttäessä ja systemaattisen katsauksen teko oli haastavaa.

Voidaan olettaa, että stressireaktioita on enemmän nuorilla urheilijoilla kuin mitä aiemmin on luultu. Tila vaatii magneettikuvauksen sillä perinteinen röntgenkuva ei havaitse luun rasisperäisiä reaktioita. Magneettikuvaus on noussut viime vuosina suurempaan rooliin ja se tulee melko varmasti korvaamaan SPECT tutkimuksen. MRI ja SPECT tutkimuksia tullaan varmasti vertailemaan keskenään tulevaisuudessa, tähän mennessä selkeää kantaa ei ole muodostunut siitä kumpi kuvausmodaliteetti olisi parempi. Kummassakin menetelmässä on puolensa. Tarkentavia lisätutkimuksia syntyy varmasti, sillä nuoria kasvuvaiheessa olevia yksilöitä ei haluta altistaa säteilylle jos kuvantamiselle on olemassa vaihtoehto josta ei aiheudu säteilyä.

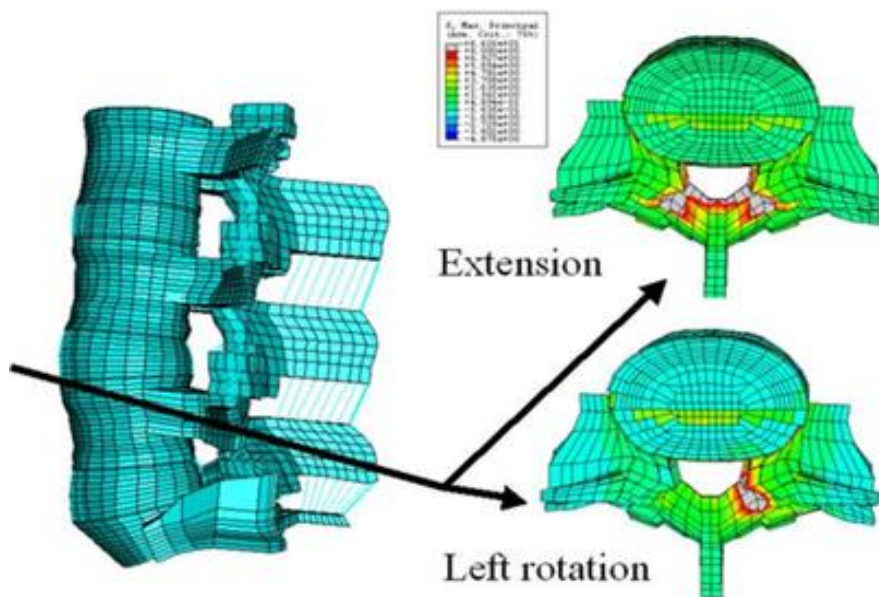
Kliiniset fysikaaliset testit ovat tutkitusti epäluotettavia joten radiologisilla tutkimusmenetelmillä on tärkeä rooli diagnoosin teossa. Tämän takia termien määritelmät ja erasteisten rasisreaktioiden luokitukset tulisi tutkia ja ratifioida niin, että lääketieteen tutkijat puhuvat samoista asioista. Termien vakiintuminen loisi pohjan uusille tarkemmillemme tutkimuksille ja tutkimusten hyödynnettävyys kasvaisi merkittävästi. Tutkimuksista oli mielenkiintoista huomata, että nikaman kaaren patologiat voivat olla oireettomia. Maurer ym. (2011) löysivät nuorilta urheilijoilta selkeästi enemmän MRI -muutoksia, kuten stressireaktioita tai välilevyopatologioita, verrattuna liikuntaa harrastamattomaan kontrolliryhmään. Kukaan urheilijoista ei ollut raportoinut alaselkää kivusta ennen tutkimusta tai tutkimuksen aikana. Kontouris ym. (2012) taas pitivät huolestuttavana tutkimuslöydöstään, jossa urheilijoista 21 % heidän tutkimusjoukossaan kehittyi kriketti- pelikauden aikana oireileva *pars interarticularis*- vaurio. Jokaiselle yksilölle, jolla todettiin ennen kauden alkua *pars interarticularis* stressireaktio, kehittyi oi-

reileva murtuma- asteelle edennyt vaurio kauden lähetessä loppua. Sääriluun rasitusperäiset vammat noudattavat samatyypistä kaavaa kuin lannerangan rasitusreaktiot. Mammoto, Hirano, Tomaru, Kono, Tsukagoshi, Onishi ja Mamizuka (2012) tutkivat säären rasitusperäisiä kiputiloja MRI löydösten ja röntgen kuvien perusteella. Sääriluun stressireaktio alkaa luuytimen turvotuksena: tämä voi edetä periosteaaliseksi turvotukseksi ja tämä voi edelleen edetä murtumaksi. MRI-kuvan ödeema voi olla rasitusmurtumaa ennustava löydös. MRI:ssä nähtävä luuydin turvotus tai signaalimuutos on röntgenissä näkymätön. Suurella osalla säären alueen kivusta kärsivistä potilaista todettiin MRI:ssä jonkin tason signaalimuutos.

Radiologisissa kuvauksissa havaittava muutos ei siis yksiselitteisesti tarkoita, että se aiheuttaisi kipua. Kuitenkin on huomionarvoista, että tutkimuksissa missä on tutkittu nuoria alaselkävaurioita kärsiviä urheilijoita, hyvin monella on voitu todeta alaselkäkipuun korreloiva patologia pars interarticulariksessa. Sundell ym. (2012) mukaan suuri osa (90 %, joista 50 %:lla nikaman kaaren patologia) nuorten alaselkäkipuista voidaan diagnosoida, epäspesifin alaselkäkipun ollessa loppudiagnoosina harvinaisempi. Nuoren alaselkäkipu tulee tästä syystä aina tutkia perusteellisesti.

Riskiryhmien tunnistaminen ja seuraaminen tulee olemaan tulevaisuudessa varmasti yksi tutkimuksen ja hoidon painopiste. Spondylolyysin esiintyvyyden esitetään olevan korkeampi lajeissa kuten voimistelu, jalkapallo, uinti, painonnosto, uimahyppy, rugby, ja heittolajit kuten baseball tai kriketti. Johtopäätöksiä puhtaasti lajin perusteella on kyseenalaista tehdä: tutkimuksissa saadut tulokset prevalensseista voivat olla paikallisia ilmiöitä. Lajien suosio vaihtelee maiden ja paikkakuntien välillä jolloin suuremman ja suosittumman lajin harrastajamäärästä voidaan tehdä enemmän havaintoja kuin pienemmästä joukosta. Lisäksi tuloksia voi muuttaa käytetyt määritelmät ja tutkimusmenetelmät: spondylolyysin yleinen määritelmä on rasitusmurtuma jossa on siis havaittavissa murtumalinja. Stressireaktiota pidetään spondylolyysiä edeltävänä tilana. Tutkimusten perusteella voi-

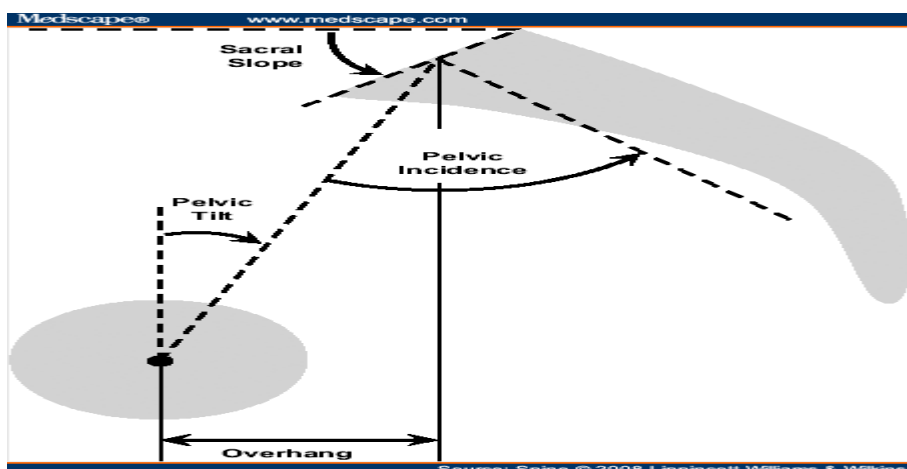
daan jo nyt olettaa, että pars interarticularis stressireaktioita on enemmän kuin spondylolysejä; kun puhutaan oireilevista leesioista. Määriteltäessä riskiryhmiä tulisi ymmärtää stressireaktion kehittymiselle altistavia tekijöitä. Tiettyjen lajien kohdalla voidaan tämän perusteella todeta, että ne aiheuttavat nuoren lannerangalle haitallista räsitusta ja ne voitaisiin puhtaasti sen perusteella määritellä riskitekijöiksi. Vammojen kehittymiseen kuitenkin vaikuttaa myös sukupuoli ja yksilölliset tekijät. Muun muassa Takemitsu ym. (2006), Kobayashi ym. (2013), Sairyo ym. (2006) ja Sundell ym. (2012) raportoivat pars interarticularis vaurioiden, kuten stressireaktion, olevan yleisempiä pojilla. Sairyo ym. (2006) tekemien FEM- mittausten perusteella voidaan todeta, että lannerangan fleksio, ekstensio ja rotaatioliikkeet (Kts. Kuva 12) todella aiheuttavat suuria räsitusmomenteja juuri pars interarticulariksille ja myös pedikkeleille. Tämä tukisi sitä teoriaa jonka mukaan nikaman kaaren oireita aiheuttavat leesiot olisivat seurausta jatkuvasta mekaanisesta ärsytyksestä.



Kuva 12. Ekstensio ja vasemman puolen rotaatio liike (Sairyo, Katoh, Komatsubara, Terai, Yasui, Goel, Vadapalli, Biyani, Ebraheim.2005)

Leone ym. (2011) esittämää spino- pelvistä tasapainoa voitaisiin pitää olennaisena altistavana tekijänä nikaman kaaren räsitusperäisissä ongelmissa. Sacral slope (SS) tarkoittaa horisontaalisen linjan ja

sacrumin kraniaalisten päätelevypisteiden kautta vedetyn linjan välistä kulmaa. Pelvic tilt (PT) tarkoittaa vertikaalisen linjan ja sacrumin päätelevyn keskikohdasta femurin keskiakseliin vedetyn viivan välistä kulmaa. Pelvic incidence taas tarkoittaa sacrumin kraniaalisiin päätelevypisteisiin kohtisuorassa olevan linjan ja sacrumin päätelevyn keskikohdan ja femurin keskiakselin välisen linjan välistä kulmaa. (Kts. Kuva 13) Parametreista pelvic incidence on jokaiselle yksilölle ominainen. Pelvic incidence vastaa sacral slope ja pelvic tilt kulmien summaa, joten jos pelvic incidence kulma kasvaa myös pelvic tilt ja sacral slope kulmat kasvavat. Sacral slope kasvaa pelvic tilt kulmaa enemmän ja tämä saa aikaan lannelordoosin korostumista. Bugg, Lewis, Juette, Cahir ja Toms (2012) tutkivat korostuneen lannelordoosin ja nikaman kaaren murtumien välistä yhteyttä ja totesivat yhteenvedossaan normaalia suuremman sacral slopen (tai sacral tilt) olevan mahdollinen riskitekijä pars interarticularis vammojen kehittämisessä. Tämä kulma määrittelee sen kuinka suuren kaaren, eli lannelordoosin, ylemmät lannenikamat joutuvat muodostamaan, jotta aksiaaliset kompressiivoimat välittyisivät rankaan kohtisuorasti liike-segmentteihin nähden. Sacral slope kulma voidaan mitata luotetavammin kuin esimerkiksi pelvic tilt kulma. Tämä voi olla kliinisesti merkittävää, sillä mahdolliset pars interarticularis vammoille alttiit yksilöt voidaan löytää ja asettaa tarkasteluun ennen kuin rasisusmurtuma syntyy.



Kuva 13. Lumbo- Pelviset parametrit. (Spine 2008)

6.2 Luotettavuuden arviointi

Kappaleessa 5.7 on esitetty tutkimuksen luotettavuuteen vaikuttavia tekijöitä. Samoja periaatteita voidaan soveltaa tähän opinnäytetyöhön. Tämän tutkimuksen luotettavuutta alentaa se, että tämä opinnäytetyö on tehty yksin. Tutkimukseen sisällytetyt tutkimukset ovat olleet kaikille saatavilla olevia julkaisuja. Tutkimuksen hakuvaiheessa ilmi käynyt rajattu saatavuus joidenkin julkaisujen kohdalla alentaa tämän tutkimuksen luotettavuutta, sillä kaikkiin mahdollisesti hyödyllisiin julkaisuihin en päässyt käsiksi.

Tämän opinnäytetyön luotettavuutta lisäävät tarkat termien määritelmät, alkuperäistutkimusten määritellyt sisäänottokriteerit ja toistettava valintaprosessi. Valintaprosessin toistettavuutta laskee se, että tässä opinnäytetyössä ehdittiin hyödyntää Kymenlaakson ammattikorkeakoulun palvelua mikä tarjosi 10 maksullista artikkelia ilmaiseksi opiskelijan käyttöön. Tämä palvelu ei ole enää käytettävissä. Kahden julkaisun kohdalla, Spine ja The American Journal of Sports Medicine, pystyttiin hyödyntämään Kymenlaakson ammattikorkeakoulun kirjostosta löytyneitä arkistoituja kappaleita. Käytettyjen julkaisujen impaktifaktorit saatiin selvitettyä vuodelta 2012 ja nämä tulokset on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Tässä opinnäytetyössä käytettyjen artikkelien impaktifaktorit, vuodelta 2012.

Julkaisu	Impaktifaktori
American Journal of Sports Medicine	3.792

Skeletal Radiology	1.741
Spine	2.159
Clinical Radiology	1.818
International journal of Sports Medicine	2.268
Clinical Nuclear Medicine	2.955
Journal of Science and Medicine in Sport	2.899
Pediatric annals	0.303
Clinical Pediatrics	1.267
Pediatric Radiology	1.565
British Journal of Sports Medicine	3.668
European Spine Journal	2.133

6.3 Tulosten hyödynnettävyys

Nuoret ovat tulevaisuuden voimavara ja on yhteiskunnallisesti tärkeää ja hyödyllistä pitää huoli siitä, että nuoriso pysyy terveenä ja toimintakykyisenä. Nuoret eliittitasolle pyrkivät urheilijat ovat kieltämättä pieni ryhmä, mutta erittäin paljon liikkuvia nuoria, jotka eivät välttämättä tähtää minkään lajin huipulle on myös paljon. Aktiivisesti liikkuvalla nuorella alaselkä kipu on yleistä ja sen taustalla oleva patologia, kuten pars interarticularis- stressireaktio, voidaan usein diagnosoida.

Tutkimusten perusteella tiedetään, että aikaisessa vaiheessa todettu pars interarticularis- stressireaktio paranee nopeammin ja paremmin kuin murtumaksi edennyt vaurio.

Tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen perusteella lukija saa kuvan siitä miten moniulotteisia kokonaisuuksia pars interarticularis stressireaktiot ovat. Työn tarkoituksena on myös lisätä tietoisuutta kyseisestä tilasta ja tuoda esiin siihen liittyviä haasteita. Tämä systemaattinen kirjallisuuskatsaus toi muun muassa esille kirjallisuudessa esiintyvän epäselvyyden stressireaktion ja spondylolyyysin määrittelyssä.

6.4 Jatkotutkimusten mahdollisuus

Ennaltaehkäisevien toimenpiteiden kehitystä ja tutkimustyötä vaaditaan tulevaisuudessa. Pars interarticularis- stressireaktio vaatii diagnoosina vielä määritelmänsä vahvistamista, lisätutkimuksia ja luotettavien luokitusjärjestelmien kehitystä. Jatkotutkimuksia tarvitaan selvittämään sitä, milloin pars interarticularis- stressireaktio muuttuu kivuliaaksi ja mahdollisesti toimintakykyä alentavaksi tilaksi. Tämän tutkiminen vaatisi kontrolloituja tutkimusasetelmia ja riittävän pitkiä seuranta- aikoja, jotta yleistettäviä johtopäätöksiä saataisiin.

LÄHTEET

Adams,M., Bogduk,N., Burton,K., & Dolan,P. 2002. The Biomechanics of Back Pain. Churchill Livingstone.

Bahr,R., McCrory,P., LaPrade,R.F., Meeuwisse,W. & Engerbretsen, L. 2012. The IOC manual of sports injuries; An illustrated guide to the management of injuries in physical activity. Wiley-Blackwell.

Bogduk,N. & Twomey,L.T. 1999. Clinical Anatomy of the Lumbar Spine and Sacrum. 3th edition. Churchill Livingstone.

Brukner,P. & Khan,K. 2012. K. Clinical sports Medicine 4th edition. Australia, McGraw-Hill Pty Ltd.

Bugg,W.G., Lewis,M., Juette,A., Cahir,J.G. & Toms,A.P. 2012. Lumbar lordosis and pars interarticularis fractures:a case–control study. *Skeletal Radiol* (2012) 41:817–822. ©ISS 2011.

Clarke,B. 2008. Normal Bone Anatomy and Physiology. *Clin J Am Soc Nephrol* 3: S131–S139, 2008. doi: 10.2215/CJN.04151206.

Gregory,P.L., Batt,M.E., Kerlake,R.W., Scammel,B.E. & Webb,J.K. 2004. The value of combining single photon emission computerised tomography and computerised tomography in the investigation of spondylolysis. *Eur Spine J* (2004) 13 : 503-509. ©Springer- Verlag 2004.

Gregory,P.L., Batt,M.E., Kerlake,R.W. & Webb,J.K. 2005. Single photon emission computerized tomography and reverse gantry computerized tomography findings in patients with back pain investigated for spondylosis. *Clin J Sport Med*. Volume 15, Number 2. Lippincot Williams & Wilkins.

Crewe,H., Elliott,B., Couanis,G., Campbell,A. & Alderson,J. 2012. The lumbar spine of the young cricket fast bowler: An MRI study. *Journal of Science and Medicine in Sport*; May 2012; 15, 3. Elsevier Ltd.

Egger,M., Smith,G.D., Altman,G.D. 2008. *Systematic Reviews in Health Care : Meta-Analysis in Context*. Wiley.

Fast, A., Goldsher,D. & Funk O. 2006. *Navigating the Adult Spine : Bridging Clinical Practice and Neuroradiology*. Demos Medical Publishing.

Hasler,C.C. 2013. Back pain during growth. *Swiss Medical Weekly*. *Swiss Med Wkly*. 2013;143:w13714.

Hebestreit,H. & Bar- Or,O. 2008. *The Young Athlete*. The encyclopaedia of sports medicine. An IOC medical commission publication

in collaboration with the International Federation of Sports Medicine. Vol. 13. Blackwell Publishing.

Heck, J.F. & Sparano, J.M. A classification system for the assessment of lumbar pain in athletes. *Journal of athletic training*. 2000;35(2):204-21. National athletic trainers association, Inc.

Hollenberg, G.M., Beattie, P.F., Meyers, S.P., Weinberg, E.P. & Adams, M.J. 2002. Stress reaction of the lumbar pars interarticularis; The development of a new MRI classification system. *Spine*. Volume 27. Number 2.

Johansson, K., Axelin, A., Stolt, M. & Ääri, R.L. 2007. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen. 2007. University Of Turku, Department of Nursing Science. Research reports A:51/.

Kerssemakers, S.P., Fotiadou, A.N., de Jonge, M.C., Karantanas, A.H. Maas, M. 2009. Sport injuries in the paediatric and adolescent patient: a growing problem. *Pediatric radiology*. 39: 471-484.

Kinnunen, M., Löytty, O. 2002. Tieteellinen kirjoittaminen. 2 painos. Vastapaino Tampere.

Kontouris, A., Portus, M., Cook, J. 2012. Quadratus lumborum asymmetry and lumbar spine injury in cricket fast bowlers. *Journal of Science and Medicine in Sport*; Sep 2012; 15: 5. ©Sports medicine Australia.

Kujala, U. M., Kinnunen, J., Helenius, P., Orava, S., Taavitsainen, M., Karaharju, E. 1999. Prolonged low-back pain in young athletes: a prospective case series study of findings and prognosis. *Eur Spine J*, 1999, 8 : 480–484. © Springer-Verlag 1999.

Kobayashi, A., Kobayashi, T., Kato, K., Higuchi, H., Takagishi, K. 2013. Diagnosis of radiographically occult lumbar spondylolysis in young

athletes by magnetic resonance imaging. *The American Journal of Sports Medicine*. Volume 41. Number 1. SAGE Publications.

Leone,A., Cianfoni,A., Cerase,A., Magarelli,N., Bonomo,L. 2010. Lumbar spondylolysis: a review. *Skeletal Radiology*, 2011. Springer.

Magee,D. J. 2008. *Orthopedic Physical Assessment*. 5th edition. Saunders Elsevier.

Malmivaara,A. 2002. Systemoitu kirjallisuuskatsaus- työkalu tutkimusnäytön tavoittamiseen. *Duodecim* 118, 877-879.

Marras,W.S. 2008. *Working Back : A Systems View*. Wiley.

Masci,L., Pike,J., Malara,F., Phillips,B., Bennell,K. & Brukner, P. 2006. Use of the one-legged hyperextension test and magnetic resonance imaging in the diagnosis of active spondylolysis. *Br J Sports Med* 2006;40:940–946.

Maurer,M., Soder,R.B., Baldisserotto,M. 2011. Spine abnormalities depicted by magnetic resonance imaging in adolescent rowers. *The American journal of sports medicine*. Vol. 39, No. 2.

Merlino,J., Perisa,J. 2012. Low back pain in a competitive cricket athlete. *The International Journal of Sports Physical Therapy*. Vol 7, No. 1.

MacDonald,J., D’Hemecourt,P. 2007. Back pain in the adolescent athlete. *Pediatric annals*. November 36:11.

Mammoto,T., Hirano,A., Tomaru,Y., Kono,M., Tsukagoshi,Y., Onishi, S., Mamizuka,N. High-resolution axial MR imaging of tibial stress injuries. *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology* 2012, 4:16. ©Mammoto et al.

Metsämuuronen, J. 2000. Metodologian perusteet ihmistieteissä. Jaabes OY Voru, Viro 2000.

Milanese, S., Grimmer-Somers, K. 2010. What is adolescent low back pain? Current definitions used to define the adolescent with low back pain. *Journal of Pain Research* 2010;3 57–66.

Millson, H.B., Gray, J., Stretch, R.A., Lambert M. I. 2004. Dissociation between back pain and bone stress reaction as measured by CT scan in young cricket fast bowlers. *Br J Sports Med.* 38:586–591.

Motley, G., Nyland, J., Jacobs, J., Caborn, D.N.M. 1998. The Pars Interarticularis Stress Reaction, Spondylolysis, and Spondylolisthesis-Progression. *Journal of Athletic Training* 1998;33(4):351-358 .

Murthy, N.S. 2012. Imaging of stress fractures of the spine. *Radiol. Clin. N Am.* 50.

Niggeman, P., Kuchta, J., Grosskurth, D., Beyer, H.K., Hoeffler, J., Delank, K.S. 2012. Spondylolysis and isthmic spondylolisthesis: impact of vertebral hypoplasia on the use of the Meyerding classification. *The British Journal of Radiology*, 85 (2012), 358–362.

Nissenbaum- Thein, J. & Boissonnault, W.G. 2005. Differential Diagnosis of Spondylolysis in a Patient With Chronic Low Back Pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* Volume 35, Number 5. May 2005.

Piper, S. & DeGraauw, C. 2012. A 14-year-old competitive, high-level athlete with unilateral low back pain: case report. *J Can Chiropr Assoc.* Vol. 56. No 4.

Ralston, S. & Weir, M. 1998. Suspecting lumbar spondylolysis in adolescent low back pain. *Clinical Pediatrics*; May 1998; 37: 5.

Sairyo, K., Katoh, S., Takata, Y., Terai, T., Yasui, N., Goel, V.K, Masuda, A., Vadapalli, S., Biyani, A. & Ebraheim, N. 2006. Biomechanical com-

parison of lumbar spine with or without spina bifida occulta. A finite element analysis. *Spinal Cord* (2006) 44, 440–444. © 2006 International Spinal Cord Society.

Sairyo,K., Katoh,S., Takata,Y., Terai,T., Yasui,N., Goel,V.K., Masuda,A., Vadapalli,S., Biyani,A. & Ebraheim,N. 2006. MRI signal changes of the pedicle as an indicator for early diagnosis of spondylolysis in children and adolescents. *Spine* Vol. 31, No. 2, pp 206 - 211.

Sairyo,K., Katoh,S., Komatsubara,S., Terai,T., Yasui,N., Goel,V.K., Masuda,A., Vadapalli,S., Biyani,A. & Ebraheim,N. 2005. Spondylolysis Fracture Angle in Children and Adolescents on CT Indicates the Fracture Producing Force Vector: A Biomechanical Rationale. *The Internet Journal of Spine Surgery*. 2005 Volume 1 Number 2.

Schneiderman,G.A., McLain,R.F., Hambly,M.F., Nielsen,S.L. 1995. The pars defect as a pain source. *Spine*. Volume 20(Number 16). Lippincott-Raven Publishers.

Scudder,L. & Crowther, C. L. 2005. Pars defects in adolescents. *npjjournal.com*. Elsevier Inc.

Seeley,R.R., Stephens,T.D., Tate,P. 2000. *Anatomy & Physiology*. 5th edition. McGraw-Hill.

Soimakallio,S., Kivisaari,L., Manninen,H., Svedström,E., Tervonen, O. 2005. *Radiologia*. Werner Söderström Osakeyhtiö.

Sundell,C.G., Jonsson,H., Ådin,L., Larsen,K.H. 2012. Clinical examination, spondylolysis and adolescent athletes. *International Journal of sports medicine*. 2013; 34: 263 -267.

Standaert,C.J. & Herring, S.A. Spondylolysis: a critical review *Br J Sports Med* 2000;34:415–422 .

Standring,S. Grays Anatomy, The Anatomical Basis of Clinical Practice. 2008. 40th edition. Churchill Livingstone Elsevier.

Takemitsu,M., El- Rassi,G., Woratanat,P., Shah,S.U. 2006. Low back pain in pediatric athletes with unilateral tracer uptake at the pars interarticularis on single photon emission computed tomography. Spine, volume 31, number 8. pp 909-914. Lippincott Williams & Wilkins. inc.

Tuomi,J. & Sarajärvi,A. 2002. 1-4 painos. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Gummerrus Kirjapaino Oy, Jyväskylä 2006.

Weber,M.D. & Woodall,W.R. 1991. Spondylogenic disorders in gymnasts. Journal of orthopaedic & sports physical therapy. Vol. 14, no. 1.

Yamada,A., Sairyo,K., Shibuya,I., Kato,K., Dezava,A., Sakai,T. 2013. Lumbar Spondylolysis in Juveniles from the Same Family: A Report of Three Cases and a Review of the Literature. Case Reports in Orthopedics. Hindawi Publishing Corporation.

Yang,J., Servaes,S., Edwards,K., Zhuang,H. 2013. Prevalence of stress reaction in the pars interarticularis in pediatric patients with new-onset lower back pain. Clinical Nuclear Medicine. Volume 38, Nu,ber 2, February 2013. Lippincott Williams & Wilkins.

Yochum,T.R. & Rowe,L.J. 1996. Essentials of skeletal radiology. 2th edition, volume 1 . Williams & Wilkins.

Zukotynski,K., Curtis,C., Grant,F.D., Micheli,L. & Treves,S.T. 2011. Imaging assessment of par interarticularis injury in young athletes with back pain; current concepts and imaging methods. ArgoPine News & Journal. March 2011. Vol. 23, Number 1.

Liite 1 Kuvaluettelo

Kuva 1. Lannenikamia.

(<https://sites.google.com/a/wisc.edu/neuroradiology/anatomy/spine/slides-5---cervical-spine-oblique-view>)

Kuva 2. Nikamiin kohdistuvat liikkeet ja niiden aiheuttamat voimat.

(<http://uniklmsibio.blogspot.fi/2011/06/external-injury-in-biomechanics.html>)

Kuva 3. Iliopsoas. (<http://www.studyblue.com/notes/note/n/midterm-3/deck/2475888>)

Kuva 4. Lannerangan ligamentit.

(<http://www.spineuniverse.com/anatomy/lumbar-spine>)

Kuva 5. Erector spinae. (<http://skinnybulkup.com/weight-lifting-belts/>)

Kuva 6. Abdominaali lihakset.

(<http://training.seer.cancer.gov/anatomy/muscular/groups/trunk.html>)

Kuva 7. Female Athlete Triad.

(http://www.ausport.gov.au/ais/nutrition/factsheets/basics/female_athlete_triad)

Kuva 8. Luun anatomia.

(http://george.medes.fr/home_fr/applications_sante/osteoporose/eristo/osteoporosis/Bone_Physiology.html)

Kuva 9. Pars interarticularis.

(<http://www.aafp.org/afp/2006/0315/p1014.html>)

Kuva 10. Spondylolyysi ja spondylolisteesi.

(<http://orthoinfo.aaos.org/topic.cfm?topic=a00053>)

Kuva 11. Lannerangan keskilinja ja lihassyiden orientaatio siihen

nähdén. (<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Quadratuslumborum.png>)

Kuva 12. Ekstensio ja vasemman puolen rotaatio liike (Sairyo, Katoh, Komatsubara, Terai, Yasui, Goel, Vadapalli, Biyani, Ebraheim.2005)

Sairyo K, Katoh S, Komatsubara S, Terai T, Yasui N, Goel V. K, Vadapalli S, Biyani A, Ebraheim N. 2005. Spondylolysis Fracture Angle in Children and Adolescents on CT Indicates the Fracture Producing Force Vector: A Biomechanical Rationale.

Kuva 13. Lumbo –pelviset parametrit.

(http://www.medscape.com/viewarticle/578313_2)

Liite 2 Taulukkoluetelo

TAULUKKO 1 Ensimmäisen tutkimusongelman hakutermit ja tulokset.

TAULUKKO 2. Toisen tutkimusongelman hakutermit ja tulokset.

TAULUKKO 3. Kolmannen tutkimusongelman hakutermit ja tulokset.

TAULUKKO 4. Neljännen tutkimusongelman hakutermit ja tulokset.

TAULUKKO 5. Tutkimukseen hyväksytyt alkuperäistutkimukset.

TAULUKKO 6. Nuoren urheilijan lannenikaman prevalenssiin vastaavat artikkelit ja keskeiset tulokset.

TAULUKKO 7. Nuoren urheilijan lannenikaman stressireaktion diagnosoimiseen vastaavat artikkelit ja keskeiset tulokset.

TAULUKKO 8. Nuoren urheilijan pars interarticularis stressireaktion kliiniseen oirekuvaan vastaavat artikkelit ja keskeiset tulokset.

TAULUKKO 9. Altistavat tekijät nuoren urheilijan pars interarticularis stressireaktion kehittymiselle; kysymykseen vastaavat artikkelit ja keskeiset tulokset

Liite 3 Opinnäytetyöhön hyväksytyt tutkimukset.

TAULUKKO 6. Opinnäytetyöhön hyväksytyt tutkimukset

Tekijä(t), vuosi, tutkimus	Tutkimuksen tarkoitus ja tavoite	Tutkimusmenetelmä	Tutkimusotos (Jos määritelty)
1. Yang J, Servaes S, Edwards K, Zhuang H. 2013. Prevalence of stress reac-	Arvioida pars inter articularisen stressi reaction esiintyvyyttä nuorilla potilailla,	Retrospektiivinen SPECT ja CT kuvien analysointi	63 10-17 vuotiaasta alaselkäkipu potilasta

tion in the pars interarticularis in pediatric patients with new onset lower back pain	jotka kärsivät alle 3 kuukautta kestäneestä selkäv kivusta		
Tutkimuksen käytettävyyttä ja laadullisuutta lisääviä (+) ja heikentäviä(-) tekijöitä	<ul style="list-style-type: none"> + Termi ”stressireaktio” määritelty + Menetelmät ja vaiheet kuvattu ja lopputulokset perusteltu hyvin + Kuvantamismenetelmien käyttö, hyödyt ja haitat hyvin perusteltu + Kuvantamiset suoritettu samana päivänä - Otoskoon määritelmästä ei käy ilmi harrastavatko nuoret urheilua millään tasolla 		
2. Kobayashi A, Kobayashi T, Kato K, Higuchi H, Takagishi K. 2013. Diagnosis of radiographically occult spondylolysis in young athletes by magnetic resonance imaging	Arvioida MRI:n käytettävyyttä spondylolyyisin esiasteen diagnosoissa ja esiasteen prevalenssin määrittämisessä potilailla joilla ei ole röntgen kuvassa nähtäviä löydöksiä	Kohortti tutkimus	200 (144 poikaa/56 tyttöä) alaselkäv kivuista urheilijaa. Ikä 10-18 v.
Tutkimuksen käytettävyyttä ja	+ Tutkimuksen eteneminen ja vaiheet esitetty selkeästi		

<p>laadullisuutta lisääviä ja heikentäviä tekijöitä</p>	<p>+Tutkimusryhmän ominaisuudet selitetty tarkasti</p> <p>+ Kliinisten tutkimusmenetelmien tilastollinen tutkimus ja analysointi</p> <p>- Stressirektiota ei terminä määritelty, tutkimuksessa käytetty ”active spondylolysis” kuvaukseltaan muistuttaa stressireaktion määritelmää</p>		
<p>3. Maurer M, Soder R B, Baldisserotto M. 2011. Spine abnormalities depicted by magnetic resonance imaging in adolescent rowers</p>	<p>Vertailla lannerangan MRI- löydöksiä asyptomattisten nuorten soutajien ja vastaavan, ei-urheilevan nuoren kontrolliryhmän välillä</p>	<p>Kohortti tutkimus</p>	<p>44 oireetonta poikaa, jotka jaettu kahteen ryhmään: 22 soutajaa ja 22 kontrollitapausta. 12-17 vuotiaita</p>
<p>Tutkimuksen käytettävyyttä ja laadullisuutta lisääviä ja heikentäviä tekijöitä</p>	<p>+ Menetelmät esitetty selkeästi ja ryhmien rakenteet selitetty tarkasti</p> <p>+ Kontrolliryhmä vastaa ominaisuuksiltaan urheilevaa ryhmää(Ikä ja sukupuoli)</p> <p>- Tutkimusryhmässä ainoastaan poikia</p> <p>- Otoskoko pieni</p> <p>- Tutkimustulokset vaativat vielä lisätutkimusten suorittamista, jotta ne olisivat luotettavammin yleistettävissä</p>		
<p>4. Crewe H,</p>	<p>Lannerangan</p>	<p>Havainnoiva tut-</p>	<p>46 13-18 vuoti-</p>

<p>Elliott B, Couanis G, Campbell A, Alderson J. 2012. The lumbar spine of the young cricket fast bowler: An MRI study.</p>	<p>poikkeavuuksien tyypit ja prevalenssi nuorilla kriketti heittäjillä</p>	<p>kimus</p>	<p>asta, asympto- maattista heittä- jää</p>
<p>Tutkimuksen käytettävyyttä ja laadullisuutta lisääviä ja heikentäviä tekijöitä</p>	<p>+ Tutkimuksen vaiheet esitetty johdonmukaisesti + Termit määritelty - Koehenkilöiden sukupuolta ei ole määritelty - Otokoko pieni ja kontrolliryhmää ei ollut</p>		
<p>5. Kujala U, Kinnunen J, Helenius P, Orava S, Taa- vitsainen M, Karaharju E. 1999. Prolonged low- back pain in young athletes: a prospective case series study of findings and prognosis</p>	<p>Tarkoitus tutkia alaselkä kivusta kärsivien nuorten kliinisten oireiden ja anatomisten löydösten yhteyttä ja alaselkä kivun prognoosia</p>	<p>Prospektiivinen tapaustutkimus</p>	<p>8 poikaa, 11 tyttöä. ikä 12-18 vuotta , urheilevia.</p>
<p>Tutkimuksen käytettävyyttä ja</p>	<p>+ Tutkimusmenetelmä ja vaiheet kuvattu tarkasti</p>		

<p>laadullisuutta lisääviä ja heikentäviä tekijöitä</p>	<p>+ Otosryhmän ominaisuudet määritelty tarkasti</p> <p>+ tulokset esitetty tarkasti</p> <p>- Pieni otosryhmä</p> <p>- ei kontrolliryhmää</p>		
<p>6. Gregory P L, Batt M E, Kerslake R W, Scammell B E, Webb J F. 2004. The value of combining single photon emission computerized tomography and computerized tomography in the investigation of spondylolysis</p>	<p>Tarkoitus arvioida SPECT- ja röntgen-CT- kuvantamisen yhdistämisen diagnostista arvoa tutkittaessa spondylolyyysiä</p>		<p>118 potilasta, ikä 8-44 vuotta (median 17,6).</p> <p>85 miespuolista ja 33 naispuolista potilasta</p>
<p>Tutkimuksen käytettävyyttä ja laadullisuutta lisääviä ja heikentäviä tekijöitä</p>	<p>+ tutkimusmenetelmä ja tulosten perustelu tarkkaa</p> <p>+ otantaryhmän ominaisuudet esitetty tarkasti ja tulosten perusteella tehty jako selkeyttää tulkintaa edelleen</p>		

Tekijä(t), vuosi, tutkimus	Tutkimuksen tarkoitus ja tavoite	Tutkimusmenetelmä	Tutkimusotos (Jos määritetty)
7. Gregory P L, Batt M E, Kerslake R W, Webb J K. 2005. Single photon emission computerized tomography and reversed gantry computerized tomography findings in patients with back pain investigated for spondylolysis	Kuvailla SPECT ja rg-CT löydöksiä potilailla joilla epäillään spondylolyyisiä	Suuri retrospektiivinen tapaustutkimus	131 mies- ja 82 naispotilasta(yht. 213) ikä 6.4- 46,5 vuotta (median pojilla 18.7v ja tytöillä 15v)
Tutkimuksen käytettävyyttä ja laadullisuutta lisääviä ja heikentäviä tekijöitä	+ Tutkimusmenetelmä ja vaiheet kuvattu selkeästi, otoskoko suuri + Stressireaktio määritelty terminä - Selkävun ja löydösten välisestä yhteydestä ei voida olla varmoja		
8. Merlino J, Perisa J. 2012. Low back pain in a competitive	Tarkoitus vertailla RTG, SPECT ja CT-kuvausten ominaisuuksia alaselkävun erotusdiagnosti-	Yksittäinen tapaustutkimus	Mies 17v

cricket athlete	kassa		
Tutkimuksen käytettävyyttä ja laadullisuutta lisääviä ja heikentäviä tekijöitä	+ Stressireaktio termi erotettu spondylolyysistä - yksittäistapauksen kuvaus		
9. Scudder L, Crowther C L. 2005. Pars defects in adolescents	Orgaanisen ja toiminnallisen selkävun erotte- lukeinot nuorella.	Tapaustutkimus	16- vuotias poika, amerikkalais- ta jalkapalloa aktiivisesti pelaava
Tutkimuksen käytettävyyttä ja laadullisuutta lisääviä ja heikentäviä tekijöitä	+ Stressireaktio määritelty + Sisältö kattava - Yksittäinen tapaus		
10. Kerssemakers S P, Fotiadou A N, de Jonge M C, Karantanas H, Maas M. 2009. Sport injuries in the paediatric and adolescent patient: a grow-	Nuorten urheilijoiden yllirasitusvammojen arviointi kuvantamisin.	Katsaus	

ing problem			
Tutkimuksen käytettävyyttä ja laadullisuutta lisääviä ja heikentäviä tekijöitä	+ Rasitusvammojen kattava läpikäynti + Stressireaktio määritelty - Koko ruumiin kattavan rasitusvammojen ja riskitekijöiden esittelyn takia yhteyttä nikamaan suoraan vaikuttavista riskitekijöistä ei ole tehty		
11. Masci L, Pike J, Malara F, Phillips B, Bennel K, Brukner P. 2006. Use of the one-legged hyperextension test and magnetic resonance imaging in the diagnosis of active spondylolysis	Yhden jalan hyperekstenio testin kliinisen arvon arviointi ja MRI:n vertaus SPECT ja CT-kuvausmenetelmiin, aktiivisen spondylolysin tutkimisessa.	Prospektiivinen kohortti tutkimus	71 tapausta, aktiiviliikkujia(vapaa-ajalla tai urheiluseurassa urheilevia), ikä 10-30v. Oireena alaselkäkipu
Tutkimuksen käytettävyyttä ja laadullisuutta lisääviä ja heikentäviä tekijöitä	+ Tutkimusmenetelmä ja tulokset kuvattu + Tilastolliset merkittävyydet määritelty		
Tutkimuksen käytettävyyttä ja laadullisuutta lisääviä ja heikentäviä tekijöitä	+ Tutkimuskohteet kerrottu ja näihin vastataan - Stressireaktiota ei määritellä selkeästi erilleen spondylolyyysistä		

kentäviä tekijöitä	- 1 tekijä		
12. Leone A, Cianfoni A, Cerase A, Magarelli N, Bonomo L. 2011. Lumbar spondylolysis: a review	Spondylolyttisten tilojen määrittelyn, kehittymisen biomekaniikan, diagnosoinnin ja hoidon päivitetty katsaus.	Kirjallisuuskatsaus	
Tutkimuksen käytettävyyttä ja laadullisuutta lisääviä ja heikentäviä tekijöitä	+ Stressireaktio määritelty + Tutkimusaiheet määritelty ja tutkimusaiheisiin vastataan		
13. Sundell C G, Jonsson H, Ådin L, Larsen K H. 2012. Clinical examination, spondylolysis and adolescent athletes	Arvioida kliinisten testien erottelukykyä, oireita aiheuttavan spondylolyyysin, ja muusta syystä johtuvan alaselkä kivun välillä.	Prospektiivinen tapaustutkimus	25 alaselkä kivuista kärsivää nuorta urheilijaa. 14 poikaa ja 11 tyttöä, ikä 13-19v (median 15.3v). Kontrolliryhmässä 13 urheilijaa, joilla ei ole alaselkä kipuja. Ikä 14-19v (median 16.7)

<p>Tutkimuksen käytettävyyttä ja laadullisuutta lisääviä ja heikentäviä tekijöitä</p>	<p>+ Tutkimuksen vaiheet ja tavoitteet kuvattu selkeästi</p> <p>+ Tulokset esitetty selkeästi ja perustellusti</p> <p>- Kliinisiä testejä ei ole kuvailtu</p> <p>- Stressireaktio mainitaan, mutta tuloksissa ei erotella spondylolyysiä stressireaktiosta</p>		
<p>14. Hollenberg G M, Beattie P F, Meyers S P, Weinberg E P, Adams M J. 2002. Stress reaction of the lumbar pars interarticularis: the development of a new MRI classification system</p>	<p>Tarkastella pars interarticularis stressireaktioiden viisiasteisen MRI-luokitusjärjestelmän luotettavuutta</p>	<p>Retrospektiivinen tutkimus</p>	<p>55 nuorta alaselkäkipuista urheilijaa. 28 tyttöä 8-22v (median 14.7+/- 2.6v) 27 poikaa 14-31v (median 18.9+/- 4.5v)</p>
<p>Tutkimuksen käytettävyyttä ja laadullisuutta lisääviä ja heikentäviä tekijöitä</p>	<p>+ Tutkimusvaiheet ja metodit selvitetty ja niitä noudatettiin</p> <p>+ Stressireaktio määritelty</p>		
<p>15. Sairyo K, Katoh S, Takata, Terai T, Yasui N, Goel V K, Masuda A, Vadapalli S, Biyani</p>	<p>Tarkoitus arvioida pekdikkin MRI signaali muutosten merkittävyyttä spondylolyysin esiasteiden tutkimisessa. Tarkoitus tutkia</p>	<p>Kliininen ja biomekaaninen katsaus</p>	<p>29 poikaa ja 8 tyttöä, 11-18v joilla spondylolyysi</p>

<p>A, Ebraheim N. 2006. MRI signal changes of the pedicle as an indicator for early diagnosis of spondylolysis in children and adolescents</p>	<p>myös pedikkelin rasi- tuksen taustalla olevia patomekaanisia tekijöitä</p>		
<p>Tutkimuksen käytettävyyttä ja laadullisuutta lisääviä ja heikentäviä tekijöitä</p>	<p>+ Selkeästi esitetyt tavoitteet, vaiheet ja menetelmät</p> <p>- subjektiivisten verrokki pedikkelien määrä pieni, väärin positiivisten tulosten arviointi ei ollut tässä tutkimuksessa mahdollista</p> <p>- Tällä hetkellä ei tiedetä kuinka kauan pedikkelin signaalilisa kestää kun murtuma on tapahtunut</p>		
<p>16. Zukotynski K, Curtis C, Grant F D, Micheli L, Treves S T. 2011. Imaging assessment of pars interarticularis injury in young athletes with back pain: current concepts and imaging methods</p>	<p>Pars interarticularis vammojen diagnoosi ja kuvantamismenetelmien vertailu</p>	<p>Alkuperäisartikkeli</p>	

<p>Tutkimuksen käytettävyyttä ja laadullisuutta lisääviä ja heikentäviä tekijöitä</p>	<p>+ stressireaktio määritelty</p>		
<p>17. Murthy N S. 2012. Imaging of stress fractures of the spine</p>	<p>Selkärangan rasisurumien kuvantamiseen liittyvän kirjallisuuden arviointi</p>	<p>Kirjallisuuskatsaus</p>	
<p>Tutkimuksen käytettävyyttä ja laadullisuutta lisääviä ja heikentäviä tekijöitä</p>	<p>+ Esitettyihin aiheisiin vastataan - Yksi tekijä</p>		
<p>18. Motley G, Nyland J, Jacobs J, Caboen D. N. M. 1998. The pars interarticularis stress reaction, spondylolysis and spondylolisthesis progression</p>	<p>Esittely pars interarticularis stressireaktion, spondylolyyisin ja spondylolisteesin luokittelusta, kliinisestä ja radiologisesta arvioinnista ja hoidosta</p>	<p>Katsaus</p>	
<p>Tutkimuksen käytettävyyttä ja laadullisuutta lisääviä ja heikentäviä tekijöitä</p>	<p>+ Stressireaktio määritelty + Tutkittu sitä mitä pitikin</p>		

tä	
----	--

Tutkimuksen tekijä (t), vuosi ja tutkimus	Tutkimuksen tarkoitus ja tavoite	Tutkimusmenetelmä	Tutkimusotos (jos määritelty)
19. Bugg W G, Lewis M, Juette A, Cahir C J, Toms A P. 2011. Lumbar lordosis and pars interarticularis fractures: a case-control study	Tutkia lannerangan lordosisin ja pars interarticularis murtumien yhteyttä	Retrospektiivinen tapaus-kontrolli tutkimus	16 mies ja 13 naispotilasta joilla pars murtuma. Ikä 9-63. Kontrolliryhmä vastasi ikä- ja sukupuoli ominaisuuksiltaan tapausryhmää
Tutkimuksen käytettävyyttä ja laadullisuutta lisääviä ja heikentäviä tekijöitä	<p>+ Tutkimusmenetelmä kuvattu vaiheittain</p> <p>+ Tulokset perusteltavissa ja tutkimus/kontrolliryhmät valittu huolella</p> <p>Sisällytetty pohdintaosuuteen.</p> <p>- Otantaryhmän ikäskala on laaja, eli se ei rajoitu pelkästään nuoriin</p> <p>- Tutkimuksissa on tutkijan havainnointivirheen mahdollisuus</p>		
20. Ralston S, Weir M. 1998. Sus-	Aikaisen vaiheen rasisuruman tai spon-	Artikkeli	3 potilasta, ikä 8-15v. 2 poikaa ja 1 tyttö. Pääoireena

pecting lumbar spondylolysis in adolescent low back pain	dylolyyisin tunnistamisen kliininen merkittävyys		alaselkä kipu
Tutkimuksen käytettävyyttä ja laadullisuutta lisääviä ja heikentäviä tekijöitä	+ Esitettyihin ongelmiin vastataan + Stressireaktio määritellään - Otoskoko on pieni		
21. Takemitsu M, El Rassi G, Woratanarat P, Shah S A. 2006. Low back pain in pediatric athletes with unilateral tracer uptake at the pars interarticularis on single photon emission computed tomography	Tarkoitus tutkia nuorten urheilijoiden kliinistä presentaatiota, joilla SPECT on positiivinen mutta röntgenkuvissa murto- maa tai defektiä ei näy	Retrospektiivinen kliininen tutkimus	22 alaselkä kipuis- ta SPECT positiivista nuorta urheilijaa. 12 poikaa ja 10 tyttöä, ikä 7-16v
Tutkimuksen käytettävyyttä ja laadullisuutta lisääviä	+ Tutkimusmenetelmä kuvattu selkeästi + otosryhmän ominaisuudet kuvattu tarkasti		

ja heikentäviä tekijöitä	+/- Tutkimuksessa termit eivät ole täysin johdonmukaisia, stressireaktiosta puhutaan ja sen määritelmä vastaa tässä opinnäytetyössä käytettävää määritelmää
--------------------------	---

Tekijä(t), vuosi ja tutkimus	Tutkimuksen tarkoitus	Tutkimusmenetelmä	Tutkimusotos (jos määritelty)
22. McDonald J, D'Hemecourt P. 2007. Back pain in the adolescent athlete	Esitellä kasvavan selkärangan anatomiaa ja biomekaniikkaa; esitellä alaselkä vammojen riskitekijöitä nuorilla urheilijoilla ja käydä läpi alaselkä kivun diagnostiikkaa	Katsaus	1 viitekehyksenä toimiva potilastapaus
Tutkimuksen käytettävyyttä ja laadullisuutta lisääviä ja heikentäviä tekijöitä	+ Tavoitteet esitetty selkeästi + Tavoitteisiin vastataan - 1 esimerkkitapaus, jonka perusteella käydään läpi tutkimuksen tavoitteita - Artikkelit		
23. Kountouris A, Portus M, Cook J. 2012. Quadratus	Tutkia quadratus lumborum lihaksen epäsymmetrian ja lannerangan rasitusmur-	Prospektiivinen kohortti	38 nuorta miestä, ikä 12-17v(median 14.9)

lumborum asymmetry and lumbar spine injury in cricket fast bowlers	tumien välistä yhteyttä nuorella kriketti heittäjäl- lä		
Tutkimuksen käytettävyyttä ja laadullisuutta lisääviä ja heikentäviä tekijöitä	+ Tutkimusmenetelmä kuvattu + Stressireaktio määritelty		

Liite 4. Esimerkki isällönanalyysissä käytetystä analyysirungosta.

Liite 3 / 1

Analyysirunko tutkimuskysymykseen 2.

<p>-Merlino J, Perisa J. 2012.</p> <p>- Scudder L, Crowther C L. 2005</p> <p>- Motley G, Nyland J, Jacobs J, Caboen D N M. 1998</p>	<p>-Paikallinen alaselkä kipu, voi lokalisoitua kummallekin puolelle rankaa</p> <p>-Pieni ja rajallinen kipu-alue alaselässä</p> <p>-Paikallinen kipu, joka voi heijastua saman puolen pakaraan ja reiteen posterolateraalisesti</p>	<p>Kivun sijainti:</p> <p>-Paikallinen, joskus bilateraallinen alaselkä kipu sekä mahdollisesti pakaraan ja reiteen heijastuva kipu</p>
---	--	---

Merlino J, Perisa J. 2012	-Vaihteleva ja tylppä kipu	Kiputyyppi: mekaaninen, puuduttava ja tylppä
Motley G, Nyland J, Jacobs J, Caboen D N M. 1998	-Puuduttava ja tylppä kipu	
Leone A, Cianfoni A, Cerase A, Magarelli N, Bonomo L. 2011	-Kipu mekaanista	
Scudder L, Crowther C L. 2005	-Säteilyoire harvinainen	Säteilyoire: Harvinainen tai poissaoleva
Leone A ym. 2011	-Radikulaarioire erittäin harvinainen	
Motley G ym. 1998	-Neurologiset testit negatiivisia	
Merlino J, Perisa J. 2012	-Aktiviteetti provosoi kivun	Kipua provosoi: Aktiviteetti
Scudder L, Crowther C L. 2005	-Kipu liittyy fyysiseen aktiviteettiin	
Motley G ym. 1998	-Kipu pahenee ajan mittaan, aktiiviliikkeet ärsyttävät kivun	
Leone A ym. 2011	-Liike provosoi kivun	

Merlino J, Perisa J. 2012	-Hamstring lihasten kireys, gluteaalialueen triggerpisteiden herkistymät, korostunut lannelordoosi	Muut kliiniset löydökset: Hamstrin lihasten kireys (Mahdollisesti myös iliopsoas ja quadriceps lihasten kireys.) ja triggerpisteiden herkistymät
Motley G ym. 1998	-Mahdollisesti hyperlordoottinen asento, Hamstring/iliopsoas ja quadriceps lihasten kireys, keskivartalon lihasheikkous, poikkeava antropometria	Korostunut lannelordoosi ja poikkeava antropometria
Leone A ym 2011	-Korostunut lannelordoosi, hamstring lihasten kireys	