

TARTU ÜLIKOOL

Sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

Ene Jaago

Koormusmurdude esinemine sportlastel

Stress fractures in athletes

Bakalaureusetöö

Füsioteraapia õppekava

Juhendaja:

Lektor, PhD Doris Vahtrik

Tartu, 2016

SISUKORD

KASUTATUD LÜHENDID	3
SISSEJUHATUS	4
KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	5
1. LUU KOOSTIS JA MEHAANILISED OMADUSED.....	5
2. LUU REMODELLEERUMINE.....	6
3. KOORMUSMURRU OLEMUS JA PATOFÜSIOLOOGIA	8
4. KOORMUSMURRU RISKIFAKTORID. ENNETAMINE.....	9
4.1. Naissportlase triaad	9
4.2. Sugu	11
4.3. Spordiala	12
4.4. Sääreluu ülekoormusvigastuse riskifaktorid	15
5. KOORMUSMURRU TUNNUSED. DIAGNOOSIMINE	16
5.1. Anamnees.....	16
5.2. Kliiniline läbivaatus	16
5.3. Diferentsiaaldiagnostika	17
5.4. Diagnoosimismeetodid	17
5.4.1. Magnetresonantstomograafia	17
5.4.2. Ultraheli.....	19
6. RAVI	20
6.1. Madala riskiga koormusmurdude ravi	20
6.2. Kõrge riskiga koormusmurdude ravi	21
KOKKUVÕTE	23
KASUTATUD KIRJANDUS	24
SUMMARY	28
STRESS FRACTURES IN ATHLETES	28
AUTORI LIHTLITSENTS TÖÖ AVALDAMISEKS	29

KASUTATUD LÜHENDID

AGL – antigravitatsiooni liikurrada

HA – hüpotalaamiline amenorröa

MRT – magnetresonantstomograafia

SÜV – sääreluu ülekoormusvigastus

UH – ultraheli

SISSEJUHATUS

Käesoleva bakalaureusetöö fookuses on koormusmuru patofüsioloogia, riskifaktorid, ennetamine, tunnused ning diagnoosimine. Vähem on käsitletud koormusmurdude ravi, kuna see pälvib omaette tähelepanu. Käesolevas töös on rohkem keskendunud koormusmurdude ennetamisele kui füsioterapeutilisele lähenemisele töös koormusmurdude tagajärgedega. Koormusmurrud jagunevad omakorda väsimusmurruks ja nõrgenenud luus tekkinud murruks. Spordivigastustega seoses kasutatakse peamiselt mõistet „väsimusmurd“. Kuna antud töös on käsitletud ka murde, mis sportlastel võivad tekkida nõrgenenud luus (näiteks naissportlase triaad), siis on kasutatud üldisemat mõistet „koormusmurd“.

Luud täidavad organismis mitmeid ülesandeid, omades tugifunktsiooni, kaitsefunktsiooni ning osaledes mineraalainete tasakaalu loomises ja luuüdi kaudu vereloomes. Luumurdude teket hõlbustab olukord, kus luustik ei ole piisavavalt tugev ja elastne. Regulaarne treening lapse- ja puberteedieas parandab luude ehitust ja suurendab luumassi. Ometi võib luu lammutamise ja ehitamise tasakaal häiruda ning selle tagajärjel tekkida ka kehaliselt aktiivsetel inimestel koormusmurd.

Koormusmurrud moodustavad suure osa sportlaste ülekoormusvigastustest. Enamik uurimusi on tehtud alajäsemete koormusmurdude kohta, mis ongi sagedasemad kui ülajäseme koormusmurrud. Seetõttu on käesolevas töös keskendunud alajäsemete koormusmurdudele. Teaduskirjanduses on koormusmurdude teemat laialdaselt käsitletud, eriti on tähelepanu pööratud koormusmuru riskifaktoritele. Koormusmurdude diagnoosimine võib hilineda, kuna sümptomid on küllaltki ebamäärased. Vigastuse algusjärgus ei pruugi olla sümptomid järjepidevad ning puhkuse ajal toimub enesetunde taastumine. Sel põhjusel on asjakohane treenerite ja sportlaste koormusmurdude-alase teadlikkuse tõstmine.

Märksõnad: koormusmurd, sääreluu ülekoormusvigastus, riskifaktorid

Keywords: stress fracture, tibial stress injury, riskfactors

KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1. LUU KOOSTIS JA MEHAANILISED OMADUSED

Luude keemilisse koostisesse kuuluvad orgaanilised ja anorgaanilised ained. Luukoes esineb kolme tüüpi rakke: osteoblastid, osteotsüüdid ja osteoklastid. Osteoblastid on vähediferentseerunud rakud, mis osalevad luu formeerumises. Osteotsüüdid on luulakuunides paiknevad diferentseerunud rakud, mis osalevad luu ainevahetuses. Osteoklastid on luud lammutavad rakud (Hussar *et al.*, 2005). Luukoe mehaanilised omadused sõltuvad luu ehitusest ning keemilisest koostisest (Pääsuke, 1996). Luu elastsus sõltub luu orgaanilistest ainetest ja kõvadus mineraalainetest (Lepp, 2013). Mikrostruktuurselt saab eristada põimikluukude ja lamellaarset luukude. Põimikluukude esineb embrüonaalses eas, samuti mõningate luukude mõjutavate haiguste korral ning luumurdude paranemise algusjärgus. Lootearengu käigus asendub põimikluukude tugevama lamellaarse luukoega. Makrostruktuurselt saab lamellaarset luukude jaotada plinkolluseks ja käsnulluseks (Miller & Kaeding, 2015). Käsnullus moodustab täiskasvanu luustikust umbes 20% ning plinkollus 80%, kusjuures käsnullus on metaboolselt aktiivsem kui plinkollus (Hadjidakis & Androulakis, 2006). Käsnullus on eriti vastupidav surve- ja tõmbekoormustele ning plinkollus painde- ja väändekoormustele (Pääsuke, 1996).

2. LUU REMODELLEERUMINE

Wolffi seaduse (1892) järgi remodelleerub luu vastavalt rakendatud jõududele, kohanedes luule mõjuvate koormustega (Frost, 1994). Luu remodelleerumine on elukestev protsess, mille käigus vana luukude asendatakse uuega (*Office of the Surgeon General, 2004*).

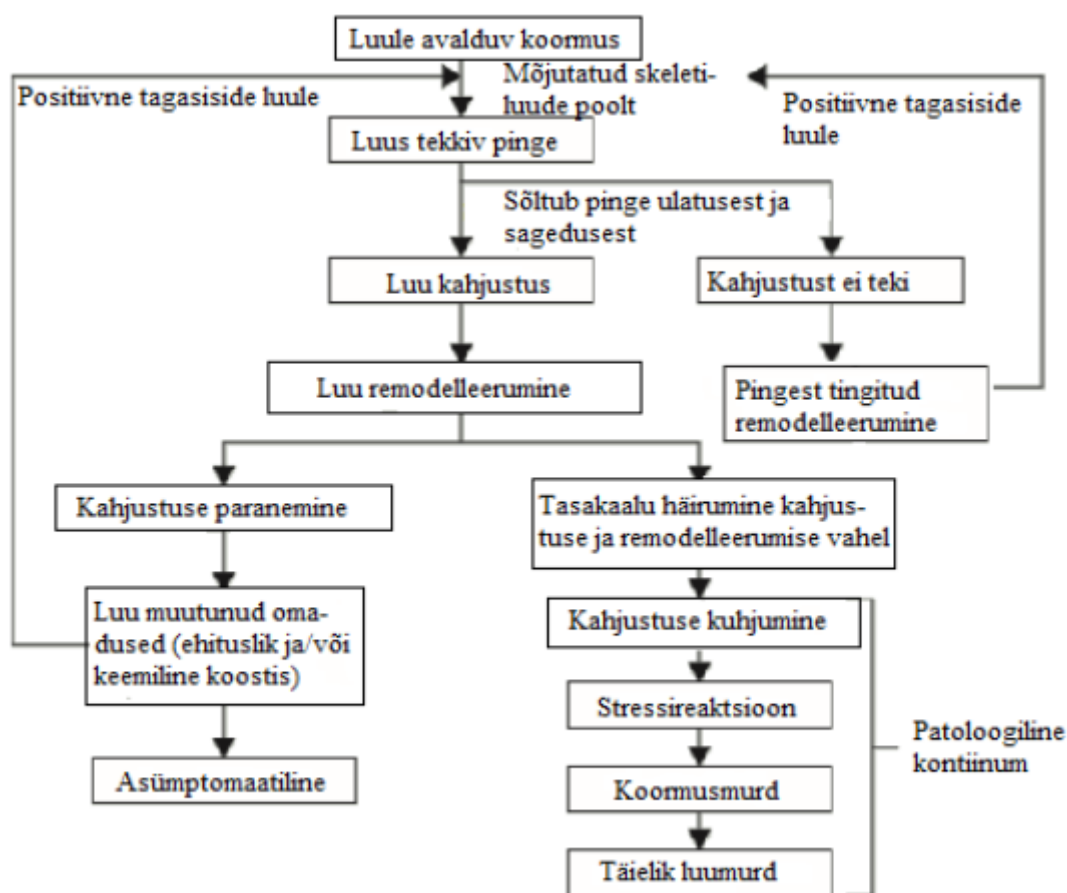
Luukoe remodelleerumine on organismi seisukohalt oluline. Näiteks saavutatakse selle kaudu mineraalainete tasakaal organismis (suurendades või vähendades mineraalainete sisaldust seerumis), samuti skeletisüsteemi kohanemine keskkonnas ning korduva mehaanilise koormuse tõttu tekkinud luu kahjustuse paranemine (Burr, 2002). Ühtlasi ennetab remodelleerumine vana luukoe (mis on kaotanud oma elastsuse ning muutunud hapraks) liigset kuhjumist (*Office of the Surgeon General, 2004*).

On täheldatud, et luu remodelleerumine saab olla üldine ehk stohhastiline ning asukohaspetsiifiline (Burr, 2002). Üheks asukohaspetsiifiliseks remodelleerumise stiimuliks arvatakse olevat osteotsüütide apoptoos (Burger & Klein-Nulend, 1999). Apotoosiks nimetatakse programmeeritud rakusurma (Seppet, 2001). Osteotsüüdi ja luukanali süsteemi intaktsus pärsib osteoklastide aktivatsiooni. Osteotsüüdi ja luukanali süsteemi kahjustus aktiveerib osteoklaste ning seega kutsub esile kahjustunud luukoe lammutamise (Burger & Klein-Nulend, 1999).

Mikrokahjustuse tekkimine luus sõltub luule avalduva pinge suuruselt, pinget esilekutsuva tegevuse korduste arvust ja sagedusest. Mikrokahjustuse kujunemine luus on loomulik protsess. Mikrokahjustused stimuleerivad kahjustunud koha remodelleerumist ja aitavad hajutada pinget, mis võiks luumurru esile kutsuda. Tavaliselt likvideerib remodelleerumine kahjustuse kohe, kui see tekib. Seega üldjuhul suudab luu taluda suurenenuid koormusi (Warden *et al.*, 2014). Pärast luukoe kahjustust on vaja aega, et luukoe endine tasakaal taastuks. Selleks kulub üks remodelleerumise periood, mille kestus plinkolluses on ligikaudu 3–4 kuud. Remodelleerumise periood algab osteoklastide aktivatsioonifaasi ja kahjustunud luukoe resorptsioonifaasiga. Resorptsioonile järgneb faas, mil luukoe pind valmistatakse ette uue luukoe formeerumiseks. Ettevalmistav pind kaetakse õhukese valgulise kihiga (ingl k *cement line*). See kiht aitab luua tugevat sidet vana ja uue luukoe vahel. Uue luukoe moodustamisele eelnevad faasid kestavad kokku 2–3 nädalat. Remodelleerumise viimane faas, luu formatioon, kestab 3–4 kuud (*Office of the Surgeon General, 2004*). Kui uue mehaanilise stiimuliga

kohanemiseks ei anta piisavalt aega, võib luukoe kahjustus süveneda. Tekib olukord, kus osteoklastid resorbeerivad kahjustunud luukude, kuid osteoblastid ei suuda sama kiiresti uut luukude juurde toota (Warden *et al.*, 2014).

Koormusmurdude histoloogilistest uuringutest on järeldatud, et korduv ülekoormus luukoes aktiveerib osteoklaste ning pärsib osteoblastide funktsiooni uue luukoe moodustamisel. Kehalise koormuse jätkumisel tekivad käsnollusesse mikrokahjustused. Arvatakse, et käsnolluses tekkivate mikrokahjustuste tõttu tekib luuüdi turse, mis on tuvastatav magnetresonantstomograafiaga (MRT) koormusmuru varajases faasis. Kui osteoklastide tegevus ületab jätkuvalt osteoblastide tegevust, võib lõpuks välja kujuneda kortikaalne murrujoon (Li *et al.*, 1985).



Joonis 1. Koormusmuru patofüsioloogia (Warden *et al.*, 2006)

3. KOORMUSMURRU OLEMUS JA PATOFÜSIOLOOGIA

Koormusmurd on osaline või täielik luumurd. Murd tekib luukoes korduvast ülekoormusest tekkivate mikrokahjustuste kuhjumise tõttu. Koormusmurrule eelnevat vigastust nimetatakse stressireaktsiooniks (ingl k *stress reaction*) (Fredericson *et al.*, 2006). Sportlastel esineb koormusmurde enim sääreluus (Matheson *et al.*, 1987; Iwamoto & Takeda, 2003; Liimatainen *et al.*, 2009).

Koormusmurde saab jagada kahte rühma: väsimusmurd, mis tekib normaalses luus liigse mehaanilise koormuse tõttu ning murd, mis tekib nõrgenenud luus tavalisest väiksema või normaalse koormuse tagajärjel (inglise keeles kasutatakse viimati nimetatud murru kohta terminit '*insufficiency fracture*') (Fayad *et al.*, 2005).

Koormusmuru alajaotused ei välista teineteist, nad võivad ilmned ka kombineerituna. Kui esineb luu ainevahetust mõjutav haigus või mõni muu faktor, mis nõrgendab luud ning murd tekib konkreetse episoodi (trauma) tagajärjel, kasutatakse terminit '*insufficiency fracture*' (eestikeelses kirjanduses ei ole tõlkevaste välja kujunenud). Kui murd tekib aga normaalse koormuse tagajärjel korduva kahjustuse akumulereerumise tõttu, saab murdu nimetada ka väsimusmurruks (Liong & Whitehouse, 2012).

Koormusmuru tekkekoha järgi jaotatakse murrud komplikatsioonide tekke riskist lähtudes vastavalt kas kõrge või madala riskiga murdudeks. Kompliksatsioonideks on hilinevad luu paranemine, ühinematus või luuotste nihkumine üksteise suhtes. Kõrge riskiga koormusmurdudeks peetakse murde reieluukaela, anterioorselt sääreluu keskosa, lodiluu ning kontsluu kehaosas. Samuti peetakse kõrge riskiga murruks liigesesisest murdu. Madala riskiga kohtadeks peetakse murde pindluus, kannaluudes ja põialuude diafüüsi distaalses osas (Liong & Whitehouse, 2012).

Fredericson kolleegidega (2006) lisab kõrge riskiga murdudeks ka luumurde II põialuu proksimaalses osas, seesamluudes ning lülrikaare *pars interarticularis*. Sama teadlasterühm tõi välja ka keskmise riskiga murrukohad, milleks on: vaagen, reieluu diafüüs, sääreluu posterioorne ja mediaalne osa, V põialuu proksimaalne diafüüs.

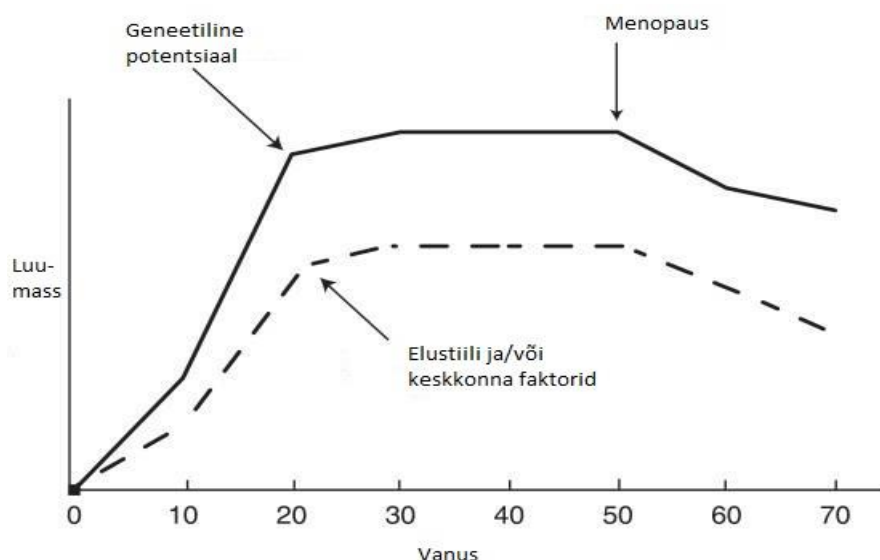
4. KOORMUSMURRU RISKIFAKTORID. ENNETAMINE

4.1. Naissportlase triaad

Termin „naissportlase triaad“ tähendab kolme haiguse koosinemist naissportlasel. Triaad koosneb söömishäirest, amenorröast ja osteoporoosist (Lebrun, 2006). Naissportlase triaadi tekke oht on enim sportlastel, kes tegelevad spordialadega, mida seostatakse madala kehamassiga, näiteks ballett, iluuisutamine, iluvõimlemine ning pikamaajooks. Probleem algab tavaliselt söömishäirest, mille tõttu tekib negatiivne energiabilanss. Toitumise piiramine võib viia menstruaaltsükli häirumiseni (Nattiv *et al.*, 1994).

Stressiga seotud muutusi, mille tõttu tekib fertiilses eas naistel amenorröa, saab nimetada funktsionaalseks häireks. Funktsionaalse häire korral ei saa tuvastada hüpotalamus-hüpofüüsmunasarja telje anatoomilist või orgaanilist häiret ning seda nimetatakse hüpotalaamiliseks amenorröaks (HA). HA korral on viimasest menstruatsioonist möödas vähemalt kolm kuud (Liu & Bill, 2008). On täheldatud, et HA korral väheneb gonadotropiini vabastava hormooni eritumine ja pulseerimissagedus. Sellega kaasneb suguhormoonide langus, mille tagajärjel häirub menstruaaltsükkel (Lindahl *et al.*, 2007).

Juba pikemat aega on uurijad veendunud, et häirunud söötmuster, menstruaaltsükkel ning östrogeeni vähesus soodustab naistel osteoporoosi teket (Rigotti *et al.*, 1984). Hilisemad uurimused on seda seost kinnitanud: amenorröaga sportlastel on tuvastatud madalam luutihedus kui eumenorröaga sportlastel (Christo *et al.*, 2008). Amenorröaga seotud komplikatsioonide hulka kuuluvad luu tiheduse langus, puberteedieas luu tippmassi omandamise puudulikkus ning sellest tulenevalt suurenenud risk koormusmurdude tekkeks (Warren & Goodman, 2003).



Joonis 2. Luu tippmassi saavutamine naistel (Heaney *et al.*, 2000)

Joonisel 2 on kujutatud luu tippmassi saavutamist ning elustiili ja/või keskkonnafaktorite mõju luu tippmassi geneetilisele potentsiaalile. Joonisel 2 on näha, et puberteedieas saavutatud väiksem luu tippmass tekitab olukorra, kus luumass jääb terve elu vältel väiksemaks ning see-ga suureneb risk hilisemas elus murdude tekkeks. Kuna >90% luu tippmassist saavutatakse 20. eluaastaks ning luu mineraalainete sisalduse järsk suurenemine toimub tüdrukutel u 13 ning poistel u 14 aastast (Whiting *et al.*, 2004), mängib lapse- ja puberteediiga edasises luu tervises olulist rolli (Theintz *et al.*, 1992).

Duckham kolleegidega (2015) jälgis ühe aasta jooksul keskmaa- ja pikamaajooksjaid ning triatleete. Uuringus osales 61 sportlast, kellest kahel diagnoositi aasta jooksul koormusmurd. Mõlemad olid 800 m jooksjad. Ühel oli koormusmurd ristluus ja teisel II põialuus. Kummalgi neist ei olnud menstruaaltsükli häireid ning luutihedus oli normipärane. Mõlemal sportlasel oli keha rasvaprotsent madalam kui grupi keskmine. Sportlasel, kellel oli murd põialuus oli kolm aastat tagasi samas kohas koormusmurd esinenud. Kirjeldatud sportlase riskifaktoritena saab välja tuua hilise menstruatsiooni alguse (16 a), eelnev koormusmurd, kõrge treeningkoormus (nädalas 19,5 h), dominantse ja mittedominantse jala isomeetriline põlve ekstensorlihaste asümmeetria (42,7 ja 28,3 kg), vähene päevane kaloraaž (2008 kcal) ja uuringugrupi keskmisest kõrgemad EDE-Q (*Eating Disorder Examination-Questionnaire*) ja CET-i (*Compulsive Exercise Test*) väärtused. Esimese testi kõrgemad väärtused viitavad häirunud söömiskäitumisele (Fairburn & Beglin, 1994) ja teise testi kõrgemad väärtused

kompulsiivsele treenimisele (Taranis *et al.*, 2011). Teisel sportlasel saab riskifaktoritest välja tuua madala KMI (18,3). Uuringu autorid tõstavad esile asjaolu, et kahe juhu puhul ei saa palju üldistavaid riskifaktoreid esile tõsta, kuna sportlased olid küllaltki erinevad, näiteks teisel sportlasel ei olnud eelnevalt olnud koormusmurdu, menstruatsioon algas 13-aastaselt (ehk ei olnud hilinenud) ning EDE-Q ja CET-i väärtused olid grupi keskmisest madalamad, päevane kaloraaž 3350 kcal ning treeningkoormus 9,5 h nädalas, mis jääb alla grupi keskmisest väärtusest. Kuna mõlemad koormusmurru juhud diagnoositi kergejõustiku suvehooaja alguses, toovad uuringu autorid välja, et riskiks võis neil juhtudel olla järsk muutus treeningutes: üleminek intensiivsematele treeningutele. Uuringugrupis osalenutel oli uuringu tegemise ajal 47,5% amenorröa või oligomenorröa (vastavalt <4 menstruaaltsükli aastas ning 4-9 menstruaaltsükli aastas) ning 60,7% oli kunagi olnud amenorröa episoodide. Kuid kõigil uuringus osalenutel oli reieluukaela luutihedus normipärane. Ka teised uurimused on kinnitanud, et amenorröaga sportlastel on küll eumenorröaga sportlastega võrreldes madalam luutihedus, kuid mitte madalam kui tervete mitte-sportlaste luutihedus (Duckham *et al.*, 2013).

4.2. Sugu

Mitmete uuringutulemuste põhjal on järeldatud, et sugu iseenesest ei ole riskifaktor koormusmurdude tekkeks. S.t naissportlased ei ole rohkem ohustatud koormusmurru tekkeks kui meessportlased (Iwamoto & Takeda, 2003; Tenforde *et al.*, 2013; Warden *et al.*, 2006). Iwamoto & Takeda (2003) tõid oma artiklis välja muu hulgas selle, miks nad arvavad, et mõningates uuringutes on ilmnunud, et naistel esineb koormusmurdusid rohkem kui meestel. Nimelt võib olla, et koormusmurdude uuringutesse kaasatakse naised, kellel esineb kõrgenenud risk koormusmurru tekkeks. Wentz kolleegidega (2011) järeldab samuti, et naised, kes on normaalkaalus ning kelle luutihedus on normipärane, ei ole meestest suuremat riski koormusmurru tekkeks. Tuginedes sellele tõdemusele, väidavad nad, et sugu ehk ei mängigi märkimisväärset rolli koormusmurru tekkel, pigem on oluline indiviidi üldine füüsiline- ning vaimne seisund.

Tenforde kolleegidega (2013) uuris veebipõhise küsimustiku abil soospetsiifiliselt puberteedi-eas olevate jooksjate koormusmurdude tekkeriski. Andmeid koguti 748 võistlevalt keskkooli-eas olevalt jooksjalt, kellest 442 olid tüdrukud ja 306 poisid. Neist 701 jälgiti 11,4 ± 7,5 kuud.

Selle perioodi vältel tuvastati 44 koormusmurdu, neist 32 tüdrukutel ja 12 poistel. Tüdrukutel esines koormusmurde enim sääreluus ja poistel põialuus. Tüdrukutel leiti riskifaktoriteks eelnev koormusmurd, madal kehamassiindeks ($<19 \text{ kg/m}^2$), hiline menstruatsiooni algus (≥ 15 a), jooksja eelnev osalemine võimlemises või tantsimises. Poistel leiti riskifaktoriteks eelnev koormusmurd ning võistlushooaegade arvukus. Tulemuste põhjal järeldasid artikli autorid, et eelnev osalemine korvpalli treeningutel vähendas poistel koormusmuru tekke riski. Viimast asjaolu kinnitab ka Fredericson kolleegidega (2005), kes viis läbi uuringu kesk- ja pikamaajooksjate seas, millest ilmnis, et osalemine lapse- ja/või puberteedieas pallimängudes (jalgpall ja korvpall) vähendas edasises elus jooksja riski koormusmuru tekkeks pea poole võrra ja seda nii meeste kui ka naiste seas. Tenforde kolleegidega (2013) toob lisaks välja, et uurimistulemuste põhjal ei saa väita, et naistel esineks koormusmurde märkimisväärselt rohkem kui meestel.

4.3. Spordiala

Iwamoto ja Takeda (2003) uurisid Jaapani ühe tunnustatud spordimeditsiini kliiniku küllastajate spordivigastusi, et leida seoseid koormusmuru ja vanuse, soo, sportliku taseme, spordiala ning luumuru piirkonna vahel. Kümne aasta jooksul külastas spordimeditsiini kliinikut spordivigastuste tõttu 10276 patsienti, neist 6415 oli mehed ja 3861 naised. Vaatlusalustest 196-l (1,9%) diagnoositi koormusmurd, neist 125 (1,9%) meestel ja 71 (1,8%) naistel. Koormusmurde esines kõige sagedamini vanuses 15–19 (42,9%). 74 patsienti oli sportliku taseme poolest harrastajad, st treenisid vähemalt kolm korda nädalas. Võistlusspordiga tegeles 122 patsienti. Kõige rohkem oli koormusmurde korvpalluritel (22,4%). Antud tulemus on mõnevõrra vasturääkiv eelnevas lõigus käsitletule, kuid kui vaadata koormusmurdude osakaalu korvpallis, võrreldes teiste vigastustega ei ole see osakaal nii suur (3,8%), jäädes väiksemaks kui aeroobikas, kergejõustikus, sõudmises ja klassikalises balletis. Võrreldes teiste spordivigastustega esines koormusmurde kõige enam aeroobikas (12,3%). Koormusmurde esines kõige rohkem sääreluu diafüüsis (40,3%), seejärel roideluus (15,8%) ning põialuus (9,7%).

Tabel 1. Koormusmurdude esinemine vanuseti ja sooti (Iwamoto & Takeda, 2003)

Varus (aastates)	Arv	%	M/N
10–14	16	8.2	10/6
15–19	84	42.9	58/26
20–24	68	34.7	43/25
25–29	18	9.2	8/10
30–	10	5.1	6/4
Kokku	196	100	125/71

M - mehed, N - naised

Tabel 2. Koormusmurdude esinemine erinevate spordialade esindajatel (Iwamoto & Takeda, 2003)

Spordiala	Arv	%	M/N
Korvpall	44	22.4	26/18
Pesapall	24	12.2	23/1
Kergejõustik	20	10.2	7/13
Sõudmine	17	8.7	16/1
Aeroobika	13	6.6	1/12
Jalgpall	11	5.6	10/1
Klassikaline ballett	9	4.6	0/9
Võrkpall	6	3.1	1/5
Ragbi	5	2.6	4/1
Tennis	5	2.6	5/0
Muu	42	21.4	32/10
Kokku	196	100	125/71

M - mehed, N - naised

Tabel 3. Koormusmurdude esinemisprotsent kogu spordivigastustest erinevate spordialadega tegelejalatel (Iwamoto & Takeda, 2003)

Spordiala	Koormusmurdude arv	Spordivigastuste koguarv	Koormusmurdude osakaal kõikidest spordivigastustest (%)
Korvpall	44	1 148	3.8
Pesapall	24	1 379	1.7
Kergejõustik	20	333	6.0
Sõudmine	17	185	9.2
Aeroobika	13	106	12.3
Jalgpall	11	530	2.1
Klassikaline ballett	9	76	11.8
Võrkpall	6	226	2.7
Ragbi	5	288	1.7
Tennis	5	363	1.4
Kokku	196	10 726	

Tabel 4. Koormusmurdude tekkekohad esinemissageduse alusel (Iwamoto & Takeda, 2003)

Murrukoht	Arv	%	M/N
Sääreлуу diafüüs	79	40.3	48/31
Roie	31	15.8	28/3
Pöialuu	19	9.7	9/10
Küünarnukk	16	8.2	15/1
Häbemeluu	11	5.6	4/7
Pindлуу diafüüs	9	4.6	5/4
Mediaalne malleolus	8	4.1	4/4
I pöialuu seesamлуу	6	3.1	2/4
Muu	17	8.7	10/7
Kokku	196	100	125/71

M - mehed, N - Naised

Tabel 5. Koormusmurdude tekkekohad erinevate spordialadega tegelejalatel (Iwamoto & Takeda, 2003)

Spordiala	Sääreлуу diafüüs	Roie	Pöialuu	Küünarnukk	Häbemeluu	Mediaalne malleolus	I pöialuu seesamлуу	Muu
Korvpall (44)	47.7	2.3	18.2	2.3	0	15.9	9.1	4.5
Pesapall (24)	16.7	25.0	0	58.3	0	0	0	0
Kergejõustik (20)	25.0	0	10.0	0	35.0	0	0	30.0
Sõudmine (17)	0	88.2	5.9	0	0	0	0	5.9
Aeroobika (13)	84.6	7.7	7.7	0	0	0	0	0
Jalgpall (11)	36.4	9.1	9.1	0	18.2	0	9.1	18.1
Klassikaline ballett (9)	88.9	0	0	0	0	0	0	11.1
Võrkpall (6)	50.0	0	0	0	0	16.7	16.7	16.6
Ragbi (5)	40.0	0	0	0	20.0	0	0	40.0
Tennis (5)	80.0	20.0	0	0	0	0	0	0

4.4. Sääreluu ülekoormusvigastuse riskifaktorid

Beck kolleegidega (2014) on kirjeldanud sääreluu ülekoormusvigastuste (SÜV, ingl k *tibial stress injuries*) riskifaktoreid. Artikli autorid käsitlevad SÜV-i, mis sisaldab endas sääreluu ülekoormusvigastuse erinevaid raskusastmeid, periostaalsest reaktsioonist (sääreluu haaratuse korral sääreluu mediaalse osa stressisündroomist) kortikaalse murrujooneni. Seitsme aasta jooksul osales uuringus 48 patsienti, kellest 21 olid mehed ja 27 naised. Uuringugrupis osalejatel oli kõigil akuutne SÜV. Uuringust jäeti välja inimesed, kellel oli sääreluu anterioorse osa koormusmurd, südamestimulaator või luu metaboolne haigus. Samuti rasedad ning inimesed, kes tarvitasid ravimeid, mis teadaolevalt mõjutavad luu paranemist. Kontrollgrupis osales 36 inimest, kellel SÜV puudus. Kontrollgrupi liikmed vastasid soo, vanuse, pikkuse, kaalu ja kehalise aktiivsuse tasemelt uuringugrupi liikmetele. Osalejate vanus jäi vahemikku 18-50, enamik neist olid harrastussportlased ning vähesed tippportlased. Uurimustulemused näitasid, et uuringugrupis osalenutel oli keskmiselt 2,7% rohkem rasvamassi ning 2,6% vähem lihasmassi kui kontrollgrupis osalenutel. Samuti oli uuringugrupis osalenutel reieluukael lühem ning reieluukaela plinkolluse laius väiksem ja mineraalainete sisaldus reieluukaela ja reieluu pöörla piirkonnas madalam kui kontrollgrupis osalenutel. SÜV-iga mehed tarbisid vähem kaltsiumi kui kontrollgrupi mehed, kuid uuringugrupi kaltsiumi tarbimine kattis või ületas siiski kaltsiumi päevase vajaduse. Uuringugrupis esines rohkem jalalaba anomaaliaid kui kontrollgrupis, kuid nende tulemuste põhjal ei saa järeldada, et ühte anomaaliat saab SÜV-iga rohkem seostada kui teist. Korpelainen kolleegidega (2001) on oma uuringutulemuste põhjal järeldanud, et jalalaba anomaaliatest saab riskifaktorina just esile tõsta kõrget jala pikivõlvi. Ülal mainitud uuringu tulemuste põhjal väidavad autorid, et esineb seos SÜV-i ja ümbermõõdult väiksemate alajäsemete luude vahel. See tendents oli eriti märgatav naiste seas. Luutihedus seevastu oli normipärane nii uuringugrupis kui ka kontrollgrupis osalenutel. Kokkuvõtteks järeldab Beck kolleegidega (2014), et SÜV-i ennetamiseks sportlaste ja ajateenijate seas tuleks rõhku panna lihasmassi suurendamisele.

5. KOORMUSMURRU TUNNUSED. DIAGNOOSIMINE

5.1. Anamnees

Üldjuhul tunneb koormusmurruga patsient tuima luuvalu, mis muutub ajapikku hullemaks ning võib alata juba treeningu alguses (Pegrum *et al.*, 2014). Koormusmuru algfaasis tekib valu treeningul ning taastub puhates (Boden & Osbahr, 2000). Vigastuse progressioon on tõenäoline, kui valu hakatakse tundma ka igapäevases tegevuses. Anamneesi võtmisel tuleb välja selgitada, kas patsient on hiljuti treeningkoormusi ja/või -sagedust tõstnud; kas patsiendil esineb mingeid riskifaktoreid koormusmuru tekkeks. Naispatsiendilt on oluline saada informatsiooni menstruaalfunktsiooni kohta (Pegrum *et al.*, 2014).

5.2. Kliiniline läbivaatus

Üldjuhul ilmneb kliinilisel läbivaatlusel luu kohal tundlik piirkond. Pindmiste koormusmurdude korral võib näha lokaalset turset ning palpeerides tunda luuümbrise paksenemist. Kohad, kus luu on sügavamal ning ei ole seega hästi palpeeritav, on tundliku koha tuvastamine raskem. Näiteks reieluukaela koormusmuru kahtluse korral saab valu provotseerida, sooritades passiivselt puusaliigesest alajäseme liikuvust (Boden & Osbahr, 2000).

Reieluu diafüüsi koormusmuru kahtluse korral kasutatakse *fulcrum*-testi. Patsient istub teraapialaual, nii et labajalad ei toetu põrandale. Testi läbiviija paneb oma küünarvarre risti sümptomaatilise jala reie alla ning liigub käega distaalsemalt proksimaalsemale, samal ajal avaldades teise käega kerget survet sama jala reieluu distaalsele osale. Kui hindaja küünarvars jõuab koormusmuru kohale, peaks patsiendil tekkima terav valuaisting (Johnson *et al.*, 1994). Alajäsemete koormusmurdude kahtluse korral kasutatakse ka ühe jala peal hüppamise testi (ingl k *the hop test*). Patsient hüppab sümptomaatilisel jalal ning koormusmuru korral peaks tegevusel tekkima terav valu (Matheson *et al.*, 1987).

5.3. Diferentsiaaldiagnostika

Koormusmurrule viitavad tunnused võivad olla sümptomiteks ka teistele vigastustele. Teadlased on andnud ülevaate vigastustest, mida tuleks eristada koormusmurrust (Kahanov *et al.*, 2015). Esimese põialuu seesamluu koormusmuru sümptomid võivad viidata veel sesamoidaparaadi põletikule, avaskulaarsele nekroosile, mitmeosalisele seesamluule, osteomüeliidile või bursiidile. Põialuu koormusmuru tunnused võivad viidata ka plantaarfastsiidile, Mortoni neuroomile või metatarsalgiale. Sääreluu mediaalse osa koormusmuru kahtluse korral tuleks välistada sääreluu mediaalse osa stressisündroom, mediaalse meniski patoloogia, põlveliigese või hüppeliigese sidemete vigastus või pahaloomuline kasvaja sääreluu mediaalse kondüüli piirkonnas. Sääreluu eesmise osa koormusmuru tunnused võivad veel viidata lihase suletusrõhu sündroomile (*compartment*-sündroom) või tendinopaatialle. Pindluu koormusmuru tunnused võivad osutada ka meniskide või lateraalsete sidemete vigastusele. Reieluu koormusmuru sümptomid võivad viidata ka reie sirglihase või reie lähendaja lihaste vigastusele. Murru sümptomid reieluukaelas võivad osutada ka reieluu suure pöörla bursiidile või vaagnavöötme lihaste vigastusele. Häbemelu koormusmuru sümptomite korral võib põhjuseks olla ka reie lähendaja lihaste vigastus või bursiit. Murru tunnused ristluu võivad veel viidata ka istmikunärvi ärritusele, diski patoloogiale, ristluuniudelu liigese patoloogiale, vaagnavöötme lihaste või *hamstring*-lihaste vigastusele.

5.4. Diagnoosimismeetodid

Koormusmurrule viitavad esmased tunnused on luuüdi turse ja luu ainevahetuse suurenemine. Esimene neist on tuvastatav MRT-ga ning teine skeleti stsintigraafiaga. Periostaalne reaktsioon ning murru joon on röntgenuuringuga tuvastatavad 3–4 nädalat pärast luukahjustuse tekke algust (Liong & Whitehouse, 2012). Ultraheliuuringut (UH) saab kasutada, näiteks jalalaba luude uurimiseks (Royer *et al.*, 2012).

5.4.1. Magnetresonantstomograafia

Fredericson kolleegidega (1995) pakkus välja MRT tulemustel põhineva SÜV klassifikatsiooni süsteemi. 0 astme korral on luu normaalne. 1. astme vigastuse korral on näha ainult

luuümbrise ehk periosti turset. 2. astme vigastuse korral on lisaks luuümbrise tursele nähtav ka luuüdi turse T2-kaalutud kujutistel. 3. astme korral on näha luuüdi turset nii T2- kui ka T1-kaalutud kujutistel. 4. astme korral on näha murrujoont. Kijowski kolleegidega (2012) võrdles Fredericsoni klassifikatsiooni süsteemi semikvantitatiivse MRT tulemuste põhjal määratud sääreлуу vigastuse raskusastme ning vigastusest taastumiseks kuluva ajaga. Uuringu läbiviimiseks kasutati lihas-skeleti MRT andmebaasi ajavahemikust 2000-2006. Kõik MRT uuringud vaadati retrospektiivselt radioloogide poolt üle ning need hinnati tuginedes Fredericsoni klassifikatsioonile. Fredericsoni klassifikatsiooni 4. aste jaotati kaheks ning modifikatsiooniks oli astme 4a lisamine: 4a korral esineb intrakortikaalse signaali ebanormaalsus mitmetes fokaalsetes kohtades. 4b korral esineb intrakortikaalse signaali ebanormaalsus lineaarsetel aladel.

Uuringugrupp koosnes 138 patsiendist, kellest 47 olid mehed ning 91 naised. Kokku uuriti 142 ülekoormusvigastust, kuna neljal patsiendil esinesid sümptomid bilateraalselt. Uuringus osalenud tegelesid pikamaajooksu, teivashüppe, korvpalli, jalgpalli ning tantsimisega. Patsiendid olid vanuses 14-54, keskmiselt 22,3 aastased. Kõiki patsiente oli enne MRT uuringut hinnatud spordimeditsiini kliiniku spetsialistide poolt. Patsientide sümptomid olid kestnud 4-600 päeva, keskmiselt 57,6 päeva. Lisaks Fredericsoni klassifikatsioonil põhineva sääreлуу vigastuse raskusastmele määrati ka luuümbrise ning luuüdi turse raskusaste. Luuümbrise turset hinnati kergeks kui see hõlmas sääreлуу plinkolluse ümbermõõdust <25%, mõõdukaks kui 25-50% ja raskeks kui >50%. Samuti mõõdeti luuümbrise maksimaalset paksust. Luuüdi turset hinnati kergeks, kui sääreлуу luuüdi kanali ristlõikest moodustas luuüdi turse <25%, mõõdukaks kui 25-50% ning raskeks kui >50%. Samuti mõõdeti maksimaalse luuüdi turse pikkus.

138st seitsmekümnel uuritava registreeriti sportliku tegevuse juurde naasmise ning ülekoormusvigastuse diagnoosimisvaheline periood. Nende põhjal järeldasid autorid, et 1. astme luu ülekoormusvigastusega patsiendid naasid sporti kiiremini kui 2, 3, 4a ja 4b astme patsiendid ning 4b patsientidel oli taastumisaeg pikim. 2, 3 ja 4a astmega patsientide taastumisperiodid ei erinenud statistiliselt. Leiti, et Fredericsoni klassifikatsiooni aste, luuümbrise turse raskusaste, luuümbrise turse paksus, luuüdi turse raskusaste ning ulatus on statistiliselt olulised määravad eeldamaks aega, mis kulub sportliku tegevuse juurde naasmiseks. Statistiliselt olulisteks määrajateks ei leitud olevat sugu, vanust ja spordiala.

Kokkuvõtteks järeldab Kijowski kolleegidega (2012), et Fredericsoni SÜV-i klassifikatsiooniga saab hinnata luu vigastuse ulatust ning seega kasutada patsiendi vigastusest taastumise planeerimisel. Tulemuste põhjal leiti, et astmete 2, 3 ning 4a vaheline ajaline erinevus sportliku tegevuse juurde naasmisel ei ole märkimisväärselt erinev ning seega võiks mõelda nende astmete liitmisele. Töö autorid pakuvad välja lühendatud Fredericsoni klassifikatsiooni, kus 1. astme puhul on näha luuümbrise turset, 2. astme puhul nii luuümbrise kui ka luuüdi turset ning 3. aste korral on näha lineaarset intrakortikaalset murrujoont.

5.4.2. Ultraheli

Ajavahemikus 2000–2010 uuriti Kreekas *Track & Sports Exercise Medicine Field Centre*'is 113 tippkergejõustiklast. Neil kahtlustati luu ülekoormusvigastust (ingl k *bone stress injury*). Uuringu eesmärk oli välja selgitada, kas terapeutilist UH-d saab kasutada võrdselt teiste koormusmurdude uurimismeetoditega ning kui täpne see meetod on. Terapeutilise UH tulemusi võrreldi MRT tulemustega ning MRT tulemused võeti täpsuse aluseks.

MRT tulemuste põhjal määrati luu ülekoormusvigastuse aste tuginedes Fredericsoni klassifikatsioonile. MRT-ga hinnatuna esines 113 patsiendist kolmel aste 0, UH-ga hinnatuna ei leitud vigastust ehk MRT klassifikatsiooni kohaselt oli neil aste 0 22 patsiendil. Neist 22 patsiendist esines MRT klassifikatsiooni järgi kahel aste 0, kaheksal aste 1, kaheksal aste 2 ning neljal aste 3. UH näitas positiivset tulemust ühe patsiendi puhul, kellel MRT klassifikatsiooni järgi oli aste 0. UH-ga ei olnud tuvastatav reieluukaela koormusmurd. Lodiluu ülekoormusvigastustest tuvastati UH-ga kümme, MRT-ga tuvastatud 11-nest.

Kui kasutada MRT-d kui kuldset standardit koormusmurdude diagnoosimisel on UH tundlikkus 81,8%, spetsiifilisus 66,6%, testi positiivne ennustav väärtus 99%, negatiivne ennustav väärtus 13,4% ning täpsus 81,4%. Tuginedes McNemari testile väidavad uuringu läbiviijad, et UH on tundlik luu ülekoormusvigastuste diagnoosimisel (Papalada *et al.*, 2012).

6. RAVI

6.1. Madala riskiga koormusmurdude ravi

Kõrge ja madala riskiga koormusmurdude ravile lähenetakse erinevalt. Kõrge riskiga koormusmurrud vajavad agressiivsemat ravi kui madalama riskiga koormusmurrud ning mõnikord on vajalik ka operatiivne sekkumine. Samuti on erinev taastumiseks kuluv aeg, madala riskiga koormusmurdudest taastumiseks ja sporti naasmiseks kuluv aeg on üldjuhul 4–8 nädalat (Bennell & Brukner, 2005). Fredericson kolleegidega (2006) annab ülevaate madala riskiga koormusmurdude raviplaanist, tuginedes raamatule '*Orthopedic Sports Medicine: Principle and Practice*' (1994). Madala riskiga koormusmurdude ravis saab kasutada 2-faasilist raviplani. Faas 1 sisaldab endas valu kontrolli, mitte-steroidseid põletikuvastaseid ravimeid (NSAID) ja füsioteraapiat. Raskuskanne on lubatud igapäevaste tegevuste juures, kuid seejuures ei tohi esineda valu. Koormusmuru põhjustanud tegevus, näiteks jooksmine ei ole lubatud. Kui patsient ei saa valuvabalt tegutseda, tuleks jalg ajutiselt immobiliseerida. Sportlaste puhul on oluline, et aeroobne võimekus ja lihasjõud suudetakse võimalikult hästi säilitada, kuid seda tuleb teha luustikku võimalikult vähe koormates. Treenimiseks sobib hästi vesikeskkond, samuti aitab kehalist võimekust säilitada rattasõit ning elliptiline treenažöör. Võimaluse korral võiks kasutada ka antigravitatsiooni liikurrada (AGL). Liem kolleegidega (2013) toob välja süvavee treeningu kasulikkuse. Nentides fakti, et spordialad on spetsiifilised ning näiteks jooksmise puhul on oluline, et saaks vigastuse ajal ka jooksuliigutusi teha. On leitud, et süvavee jooksmine simuleerib maismaa jooksmist ning kandub edasi maismaal jooksmisele. Samas koormab see luustikku vähe ja on seega sobilik koormusmurrust taastuvale jooksjale (Wilder & Brennan, 1994). Kasutades AGL-i tuleks keharaskuse protsent määrata sobiv, nii et valu ei tekiks treeningu ajal ning ka pärast treeningut. Esimene püüe maa peal jooksmiseks ei tohiks olla enne kui sportlane suudab AGL-il joosta 85–90% keharaskusega. (Liem *et al.*, 2013). Faas 2, mille eesmärgiks on järk-järguline sporti naasmine, algab siis kui sportlane on olnud valuvaba 10–14 päeva. Üldjuhul ühe nädala pärast, kui fokaalne luu tundlikkus on kadunud, võib sportlane naasta jooksmise juurde. Jooksmistempo ja -distsants peaksid olema pool tema tavalisest tempost ja distantsist. Joosta ei tohiks tihedamini kui ülepäeviti. Sellist režiimi tuleks järgida kaks nädalat. Kolme kuni kuue nädala vältel võib jooksmisagedust- ja

distsantsi järk-järgult suurendada. Kui sportlane suudab joosta oma tavatreeninguks vajamineva distantsi, alles siis võib ta tõsta jooksmistempot.

6.2. Kõrge riskiga koormusmurdude ravi

Mallee kolleegidega (2015) tõdeb, et olemasolevate andmete põhjal ei saa kindlat väita konservatiivse või operatiivse ravi paremust kõrge riskiga koormusmurdude ravis. Orava kolleegidega (1991) võrdles oma uurimuses sääreluu anterioorse osa koormusmuru ravimeetodeid. Uuringu autorid soovivad uuringutulemuste põhjal sääreluu anterioorse osa koormusmuru korral esmase ravina konservatiivset ravi, puhkust kuni kuus kuud. Operatiivselt tuleks sekkuda, kui on kahtlusi hilenud luu ühinemiseks ning, kui diagnoos on hilenud. Sellest artiklist nähtub, et sääreluu anterioorse osa koormusmuru korral kulus sporti naasmiseks keskmiselt kuus kuud. Kuid kui konservatiivne ravi ei olnud tulemuslik ning oli tekkinud ühinematus, siis pärast kirurgilist ravi oli sporti naasmise aeg keskmiselt seitse kuud. Johansson kolleegidega (1992) leidis, et sääreluu anterioorse osa murru korral naaseb sporti 55% sportlastest. Cruz kolleegidega (2013) viis läbi uuringu kolme tippportlase (nelja sääreluu) sääreluu anterioorse osa koormusmuru operatiivse ravi kohta. Operatiivsel sekkumisel kasutati pingekompressioonplaati (ingl k *tension band plating*). Postoperatiivselt kasutati isomeetrilisi harjutusi kohe pärast operatsiooni, üks nädal pärast operatsiooni oli lubatud raskuskanne jalale. Sporti lubati naasta minimaalselt kolme kuu möödudes operatsioonist, kusjuures sportlane pidi olema valuvaba ning röntgenpildil näha luumuru paranemist. Kõigi kolme patsiendi taastumine oli kolme kuu möödudes hea ning nad said naasta sporti. Poole aasta pärast olid nad endiselt asümptomaatilised. Antud tulemuste põhjal järeldavad nad, et sääreluu anterioorse osa koormusmuru aeglane paranemine ei olegi võibolla niivõrd tingitud langenud vaskularisatsioonist, kuivõrd vähesest mehaanilisest stabiilsusest. Uuringu autorid toovad uuringu miinuspoolena välja, et tegemist oli väikese uuringugrupiga ning puudus ka kontrollgrupp. Kuid leiavad samas, et tulemused on lootustandvad ja edasist uurimist väärt, kuna koormusmurrust taastumisaeg oli poole võrra väiksem kui senised uuringud on näidanud.

Lodiluu koormusmurdude kohta leidis uuringutulemuste põhjal Khan kolleegidega (1992), et kipsimobilisatsioon koos jalale mitte toetumisega (ingl k *non-weight-bearing cast*) 6–8 nädalat võiks olla esmaseks ravimeetodiks lodiluu koormusmuru korral. Keskmine aeg, mis kulus

sporti naasmiseks antud meetodi korral oli 5,6 kuud. Mallee kolleegidega (2015) toob välja, et V põialuu proksimaalse osa koormusmurru korral tuleks sporti naasmiseks arvestada ligikaudu 3,5 kuud. Samuti leiti, et operatiivse ravi korral oli sporti naasmise aeg lühem (13,8 nädalat) kui konservatiivse ravi korral (19,2 nädalat).

KOKKUVÕTE

Käesolevas bakalaureusetöös on käsitletud koormusmurdude esinemist sportlastel, mis kuulub ülekoormusvigastuste hulka. Sportlastel tekib koormusmurde enim sääreluus. Vigastuse riskifaktorid on sageli koostoimelised: ei ole just palju riskifaktoreid, mida saab koormusmurdude korral selgelt välja tuua. Sageli on tegemist mitmete faktorite koosinemisega.

Ometi saab anda soovitusi, kuidas koormusmuru tekkeriski vähendada. Tähelepanu vääriskid treeningul koormuste tõstmine, naistel menstruaaltsükli jälgimine, vastupidavusalade esindajatel jõutreening lisaks vastupidavustreeningule, mitmekülgne treening ning seda just eriti lapseeas. Riskifaktoriks võib olla anatoomiline iseärasus, nagu näiteks übermõõdult väiksemad alajäseme luud. Kuna koormusmuru tunnused võivad viidata ka muudele vigastustele, tuleksid kasuks teadmised ka teistest samades piirkondades esinevatest ülekoormusvigastustest. Diagnoosimismeetoditest kasutatakse enim röntgenograafiat selle kättesaadavuse ja odavuse tõttu, kuid varasemad vigastused võivad jääda diagnoosimata ja sellisel juhul tuleks kasutada MRT-d. On uuritud ka UH kasutusvõimalust ja on leitud, et UH-d saab kasutada koormusmurdude diagnoosimisel, kuid see vajab veel siiski ka täpsustavaid uuringuid. UH-d saab kasutada just luude korral, mida ei kata suured lihased ning näiteks reieluukaela vigastust UH ei tuvasta.

Koormusmurde ravides on oluline teada, milliseid koormusmuru tekkekohti peetakse kõrge riskiga ja milliseid madala riskiga murdudeks. Sellest sõltub edasine ravi ja taastumisperioodi pikkus. Füsioteraapia mängib olulist rolli koormusmurrust taastumisel, kuna sportlasel on oluline võimalikult hea kehalise võimekuse säilitamine taastumisperioodil. Jooksjatel on tulemuslik kasutada süvaveetreeningut ja AGL-i. Koormusmurdude ravis on oluline osa ennetamisel ja võimalike riskifaktorite vähendamisel. Ravis kasutatakse nii operatiivset kui ka konservatiivset ravi, kusjuures esmane valik on tavaliselt konservatiivne. Kui tegu on kõrge riski murruga ning konservatiivne ravi ei anna tulemust, tuleks sekkuda operatiivselt. Põhiline ravi vigastuse alguses on puhkus ja koormuse vähendamine.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Beck BR, Rudolph K, Matheson GO, Bergman AG, Norling TL. Risk Factors for Tibial Stress Injuries: A Case–Control Study. *Clinical Journal of Sports Medicine* 2014; 25: 230–236.
2. Bennell K & Brukner P. Preventing and managing stress fractures in athletes. *Physical Therapy in Sport* 2005; 6: 171–180.
3. Boden BP & Osbahr DC. High-Risk Stress Fractures: Evaluation and Treatment. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 2000; 8: 344–353.
4. Burger EH & Klein-Nulend J. Mechanotransduction in bone – role of the lacuno-canalicular network. *FASEB journal* 1999; 13: 101–112.
5. Burr DB. Targeted and nontargeted remodeling. *Bone* 2002; 30: 2–4.
6. Christo K, Prabhakaran R, Lamparello B, Cord J, Miller KK *et al.* Bone metabolism in adolescent athletes with amenorrhea, athletes with eumenorrhea, and control subjects. *Pediatrics* 2008; 12: 1127–1136.
7. Cruz AS, de Hollanda JP, Duarte A Jr, Hungria Neto JS. Anterior tibial stress fractures treated with anterior tension band plating in high-performance athletes. *Knee surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 2013; 21: 1447–1450.
8. Duckham RL, Brooke-Wavell K, Summers GD, Cameron N, Peirce N. Stress fracture injury in female endurance athletes in the United Kingdom: A 12-month prospective study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 2015; 25: 854–859.
9. Duckham RL, Peirce N, Bailey CA, Summers G, Cameron N, Brooke-Wavell K. Bone geometry according to menstrual function in female endurance athletes. *Calcified tissue International* 2013; 92: 444–450.
10. Fairburn CG & Beglin SJ. Assessment of eating disorders: interview or self-report questionnaire. *The International journal of eating disorders* 1994; 16: 363–370.
11. Fayad LM, Kamel IR, Kawamoto S, Bluemke DA, Frassica FJ *et al.* Distinguishing stress fractures from pathologic fractures: a multimodality approach. *Skeletal Radiology* 2005; 34: 245–259.
12. Fredericson M, Bergman AG, Hoffman KL, Dillingham MS. Tibial stress reaction in runners: correlation of clinical symptoms and scintigraphy with a new magnetic resonance imaging grading system. *The American Journal of Sports Medicine* 1995; 23: 472–481.

13. Fredericson M, Jennings F, Beaulieu C, Matheson GO. Stress Fractures in Athletes. *Topics in Magnetic Resonance Imaging* 2006; 17: 309–325.
14. Fredericson M, Ngo J, Cobb K. Effects of ball sports on future risk of stress fracture in runners. *Clinical journal of sport medicine: official journal of the Canadian Academy of Sports Medicine* 2005; 15: 136–141.
15. Frost M. Wolff`s Law and bone`s structural adaptations` to mechanical usage: an overview for clinicians. *The Angle Orthodontist* 1994; 64: 175–188.
16. Hadjidakis DJ & Androulakis II. Bone remodeling. *Annals of the New York Academy of Sciences* 2006; 1092: 385–396.
17. Heaney RP, Abrams S, Dawson-Hughes B, Looker A, Marcus R *et al.* Peak bone mass. *Osteoporosis International* 2000; 11: 985–1009.
18. Hussar P, Hussar Ü, Kärner J, Suuroja T. *Histoloogია*. Tartu: OÜ Halo Kirjastus; 2005.
19. Iwamoto J & Takeda T. Stress fractures in athletes: review of 196 cases. *Journal of Orthopaedic Science* 2003; 8: 273–278.
20. Johansson C, Ekenman I, Lewander R. Stress fracture of the tibia in athletes: diagnosis and natural course. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 1992; 2: 87–91.
21. Johnson AW, Weiss CB, Wheeler DL. Stress Fractures of the Femoral Shaft in Athletes – More common Than Expected. *New Clinical Test. The American Journal of Sports Medicine* 1994; 22: 248–256.
22. Kahanov L, Eberman LE, Games KE, Wasik M. Diagnosis, treatment, and rehabilitation of stress fractures in the lower extremity in runners. *Open Access Journal of Sports Medicine* 2015; 6: 87–95.
23. Khan KM, Fuller PJ, Brukner PD, Kearney C, Burry HC. Outcome of conservative and surgical management of navicular stress fracture in athletes. *The American Journal of Sports Medicine* 1992; 20: 657–666.
24. Kijowski R, Choi J, Shinki K, Del Rio AM, De Smet A. Validation of MRI Classification System for Tibial Stress Injuries. *American Journal of Roentgenology* 2012; 198: 878–884.
25. Korpelainen R, Orava S, Karpakka J, Siira P, Hulkko A. Risk-factors for recurrent stress-fractures in athletes. *The American Journal of Sports Medicine* 2001; 29: 304–310.
26. Lebrun C. The female athlete triad. *Women's Health Medicine* 2006; 3: 119–123.
27. Lepp A. *Inimese anatoomia*. Tartu: Tartu Ülikooli kirjastus; 2013.
28. Li GP, Zhang SD, Chen G, Wang AM. Radiographic and histologic analyses of stress fracture in rabbit tibias. *The American Journal of Sports Medicine* 1985; 13: 285–94.

29. Liem BC, Truswell HJ, Harrast MA. Rehabilitation and return to running after lower limb stress fractures. *Current sports medicine reports* 2013; 12: 200–207.
30. Liimatainen E, Sarimo J, Hulkko A, Ranne J, Heikkilä J *et al.* Anterior mid-tibial stress fractures. Results of surgical treatment. *Scandinavian Journal of Surgery* 2009; 98: 244–249.
31. Lindahl MS, Olovsson M, Nyberg S, Thorsen K, Olsson T *et al.* Increased cortisol responsiveness to adrenocorticotrophic hormone and low plasma levels of interleukin-1 receptor antagonist in women with functional hypothalamic amenorrhea. *Fertility and Sterility* 2007; 87: 136–141.
32. Liong SY & Whitehouse RW. Lower extremity and pelvic stress fractures in athletes. *The British Journal of Radiology* 2012; 85: 1148–1156.
33. Liu JH & Bill AH. Stress-Associated or Functional Hypothalamic Amenorrhea in the Adolescent. *Annals of the New York Academy of Sciences* 2008; 1135: 179–184.
34. Mallee WH, Weel H, van Dijk CN, van Tulder MW, Kerkhoffs GM *et al.* Surgical versus conservative treatment for high-risk stress fractures of the lower leg (anterior tibial cortex, navicular and fifth metatarsal base): a systematic review. *British Journal of Sports Medicine* 2015; 49: 370–376.
35. Matheson GO, Clement DB, McKenzie DC, Taunton JE, Lloyd-Smith DR *et al.* Stress fractures in athletes. A study of 320 cases. *The American Journal of Sports Medicine* 1987; 15: 46–58.
36. Miller TL & Kaeding CC. *Stress Fractures in Athletes*. Springer: 2015.
37. Nattiv A, Agostini R, Drinkwater B, Yeager KK. The female athlete triad. The inter-relatedness of disordered eating, amenorrhea, and osteoporosis. *Clinics in Sports Medicine* 1994; 13: 405–418.
38. Office of the Surgeon General (US). *Bone Health and Osteoporosis. A Report of the Surgeon General*: Rockville MD; 2004.
39. Orava S, Karpakka J, Hulkko A, Väänänen K, Takala T *et al.* Diagnosis and Treatment of Stress Fractures Located at the Mid-Tibial Shaft in Athletes. *International Journal of Sports Medicine* 1991; 12: 419–422.
40. Papalada A, Malliaropoulos N, Tsitas K, Kiritsi O, Padhiar N *et al.* Ultrasound as a Primary Evaluation Tool of Bone Stress Injuries in Elite Track and Field Athletes. *The American Journal of Sports Medicine* 2012; 40: 915–919.
41. Pegrum J, Crisp T, Padhiar N. Diagnosis and management of bone stress injuries of the lower limb in athletes. *British Medical Journal* 2012; 344: 35–40.
42. Pääsuke M. *Inimese liikumisaparaadi biomehaanika*. Tartu: AS ATLEX; 1996.

43. Rigotti NA, Nussbaum SR, Herzog DB, Neer RM. Osteoporosis in women with anorexia nervosa. *The New England journal of medicine* 1984; 311: 1601–1606.
44. Royer M, Thomas T, Cesini J, Legrand E. Stress Fractures in 2011: Practical Approach. *Joint Bone Spine* 2012; 79: 86–90.
45. Seppet E. Sissejuhatus patofüsioloogiase ja rakukahjustuse mehhanismid. Tallinn: Medicina; 2001.
46. Taranis L, Touyz S, Meyer C. Disordered eating and exercise: development and preliminary validation of the compulsive exercise test (CET). *European eating disorders review: the journal of the Eating Disorders Association* 2011; 19: 256–268.
47. Tenforde AS, Sayres LC, Mccurdy ML, Sainani KL, Fredericson M. Identifying Sex-Specific Risk Factors for Stress Fractures in Adolescent Runners. *Medicine and science in sports and exercise* 2013; 45: 1843–1851.
48. Theintz G, Buchs B, Rizzoli R, Slosman D, Clavien H. Longitudinal monitoring of bone mass accumulation in healthy adolescents: evidence for a marked reduction after 16 years of age at the levels of lumbar spine and femoral neck in female subjects. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 1992; 7: 1060–1065.
49. Warden SJ, Burr DB, Brukner PD. Stress fractures: Pathophysiology, epidemiology, and risk factors. *Current osteoporosis reports* 2006; 4: 103–109.
50. Warden SJ, Davis IS, Fredericson M. Management and Prevention of Bone Stress Injuries in Long-Distance Runners. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 2014; 44: 749–765.
51. Warren MP & Goodman LR. Exercise-induced endocrine pathologies. *Journal of Endocrinological Investigation* 2003; 26: 873-878.
52. Wentz L, Liu PY, Haymes E, Ilich JZ. Females have a greater incidence of stress fractures than males in both military and athletic populations: a systemic review. *Military medicine* 2011; 176: 420–430.
53. Whiting SJ, Vatanparast H, Baxter-Jones A, Faulkner RA, Mirwald R *et al.* Factors that Affect Bone Mineral Accrual in the Adolescent Growth Spurt. *The Journal of nutrition* 2004; 134: 696–700.
54. Wilder RP & Brennan DK. Fundamentals and techniques of aqua running for athletic rehabilitation. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation* 1994; 4: 287–296.

SUMMARY

STRESS FRACTURES IN ATHLETES

Stress fracture is a bone stress injury. It is a common overuse injury in athletes, especially among endurance runners. Tibia is the most frequent site of injury. Fractures of the upper extremities are relatively rare and therefore most studies have focused on lower extremity stress fractures. Depending on stress fracture site they are divided to high risk, medium risk and low risk fractures. High risk stress fractures are prone to delayed union, nonunion and fracture displacement. High risk fractures require more aggressive non-operative or operative treatment and time required for recovery is longer than in low risk stress fractures.

Early diagnosis of stress fracture is important as it provides earlier return to sporting activity. It is important to take history and note any recent changes in training regime and in women it is important to know about menstrual function. Physical examination often reveals local tenderness over the involved bone and special tests, like fulcrum and the hop test can be used to evaluate patient. Radiographic findings are usually not seen in the early stages of stress fracture and therefore magnet resonance imaging (MRI), computed tomography (CT) or radionuclide scanning (RS) can be used. As CT exposes patients to radiation and RS is less specific than MRI, then MRI is most commonly used to diagnose an early stress fracture. There is also a MRI classification system for tibial stress injuries.

There are many studies about risk factors for stress fractures, but some findings are also contradictory. For tibial stress fractures there is evidence that narrower lower extremity bones and less lean mass are risk factors. Also sudden changes in training regime, energy deficiency and in women irregular menstrual cycle are risk factors. Bone health among children and adolescent is very important as about 90% of peak bone mass is obtained in the first 20 years of life. And when „full genetic potential” has been restricted by an insufficient supply of nutrients and/or suboptimal mechanical loading he or she can be more at risk in later life to obtain a stress fracture. Also diverse physical activity in childhood and adolescence may help to develop bone with greater and more symmetrically distributed bone mass and therefore decrease the risk for stress fractures in later life.

AUTORI LIHTLITSENTS TÖÖ AVALDAMISEKS

Mina, Ene Jaago

(sünnikuupäev: 23.12.1993)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose Koormusmurdude esinemine sportlastel, mille juhendaja on Doris Vahtrik,
 - 1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
 - 1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 04.05.2016