

Lokaverkefni til BS-prófs í sjúkraþjálfun

Langvarandi verkir í fótlegg

***Er miðlægt álagsheilkenni í sköflungi forveri álagsbrots í
sköflungsbeini?***

Linda Björk Valbjörnsdóttir

Leiðbeinandi: Þórarinn Sveinsson

Námsbraut í sjúkraþjálfun

Læknadeild

Heilbrigðisvísindasvið Háskóla Íslands

Júní 2016

Thesis for a BS degree in Physical Therapy

Chronic leg pain

Is medial tibial stress syndrome a precursor to a tibial stress fracture?

Linda Björk Valbjörnsdóttir

Supervisor: Þórarinn Sveinsson

Department of Physical Therapy

Faculty of Medicine

School of Health Sciences

June 2016

Ritgerð þessi er til BS gráðu í sjúkraþjálfun og er óheimilt að afrita ritgerðina á nokkurn hátt nema með leyfi réttihafa.

© Linda Björk Valbjörnsdóttir 2016

Prentun: Háskólaprent

Reykjavík, Ísland 2016

Ágrip

Bakgrunnur: Langvarandi verkir í fótlegg hjá íþróttamönnum er algengt vandamál og hafa rannsóknir sýnt að á milli 12,8-82,4% íþróttamanna fá langvarandi einkenni í fótlegg að minnsta kosti einu sinni á sínum íþróttuferli. Mismunagreining á miðlægu álagsheilkenni í sköflungi (MTSS) og álagsbroti í sköflungsbeini (TSF) getur verið erfið þar sem þessi álagseinkenni eru áþekkt og margir halda að MTSS sé forveri TSF.

Markmið: Lítið fræðilegt efni er til á íslensku um MTSS og TSF og var markmið þessarar ritgerðar að kanna hvort áhættuþættir þessara álagseinkenna séu þeir sömu og hvort MTSS sé forveri TSF.

Aðferð: Kerfisbundin leit var framkvæmd. Gagnabankarnir pubmed.com og scholar.google.com voru notaðir. Rannsóknirnar þurftu að vera á ensku og tengjast áhættuþáttum MTSS og TSF hvort sem áhættuþættirnir voru skoðaðir saman eða í sitthvoru lagi.

Niðurstöður: Alls voru níu rannsóknir sem fundust um áhættuþætti MTSS og TSF með leitarorðum í gagnabanka og fimm rannsóknir frá öðrum leiðum sem uppfylltu leitarskilyrði. Niðurstöður sýndu að 1) áhættuþættir MTSS og TSF eru í mörgum tilfellum þeir sömu og því eru þessi tvö álagseinkenni oft rannsökuð saman og 2) það sem ýtir undir að MTSS sé ekki forveri TSF er að íþróttamaður getur fengið slæm MTSS einkenni án þess að fá TSF og íþróttamaður getur fengið TSF án þess að fá MTSS á undan.

Ályktun: Nauðsynlegt er að sjúkráþjálfarar þekki mun á einkennum MTSS og TSF sem og áhættuþætti til að geta veitt skilvirka meðferð og unnið að forvörnum með ungum íþróttamönnum til að reyna að komast hjá þessum álagseinkennum sem eru alltof algeng.

Abstract

Background: Chronic leg pain in athletes is a common problem and studies have shown incidence between 12,8-82,4% of athletes that will get chronic leg pain at least once in their sport career. Differential diagnosis for medial tibial stress syndrome (MTSS) and tibial stress fracture (TSF) can be challenging because these stress injuries are similiar and many people thing that MTSS is a precursor to a TSF.

Purpose: Literature review about MTSS and TSF in Icelandic is uncommon. Aim of this thesis is to examine whether risk factors for MTSS and TSF are the same and whether MTSS is a precursor to a TSF.

Design: Systematic literature was carried out. Pubmed.com and scholar.google.com databases were used. Studies had to be in English and related to risk factors MTSS and TSF.

Results: Nine studies were found but five came from other resources but fulfilled the search terms. The results showed: 1) that risk factors for MTSS and TSF are in many cases the same and that is why these two stress injuries are examined together; and 2) that MTSS is probably not a precursor to a TSF because an athlete can get severe MTSS symptoms wich does not developpe to TSF and an athlete can get TSF without any MTSS symptoms before.

Conclusions: It is important that physiotherapists are familiar with MTSS and TSF symptoms and risk factors to be able to offer efficient treatment in rehabilitation and prevention programs for young athletes in order to avoid these too common stress injuries.

Þakkir

Ég vil þakka eftirtöldum aðilum sem komu að framkvæmd verkefnisins, sem er lokaverkefni til B.Sc gráðu frá námsbraut í sjúkraþjálfun, læknadeild Háskóla Íslands.

Þórarni Sveinssyni: fyrir umsjón með verkefninu, góð ráð og yfirllestur.

Helenu Magnúsdóttur: fyrir góð ráð, hjálp við uppsetningu verkefnisins, heimildaleit og yfirllestur.

Sjúkraþjálfurum HSN á Sauðárkróki: fyrir góð ráð og hugmyndir um framsetningu verkefnis.

Fjölskyldu og vinum: fyrir gífurlega þolinmæði og stuðning á meðan að vinnslu verkefnisins stóð.

Efnisyfirlit

| | |
|--|-----|
| Ágrip | ii |
| Abstract..... | iii |
| Þakkir..... | iv |
| Efnisyfirlit | v |
| Myndaskrá | vi |
| Töfluskra..... | vi |
| Listi yfir skammstafanir | vi |
| 1 Inngangur | 1 |
| 2 Fræðilegur bakgrunnur | 2 |
| 2.1 Íþróttameiðsl | 2 |
| 2.1.1 Bráðameiðsl og álagsmeiðsl | 2 |
| 2.2 Langvarandi verkir í fótlegg | 3 |
| 2.2.1 Áhættuþættir | 4 |
| 2.2.2 Miðlægt álagsheilkenni í sköflungi (MTSS) | 4 |
| 2.2.3 Álagsbrot í sköflungsbeini (TSF) | 5 |
| 2.2.4 Greining og meðferð | 6 |
| 3 Aðferðir | 8 |
| 4 Niðurstöður | 8 |
| 4.1 Heimildaöflun | 8 |
| 4.2 Rannsóknir sem skoða áhættuþætti tengda MTSS og TSF..... | 9 |
| 5 Umræður..... | 14 |
| 6 Ályktun og lokaorð | 20 |
| Heimildaskrá | 21 |

Myndaskrá

| | |
|---|---|
| Mynd 1 ICF líkanið (Landlæknisembættið, 2009) | 1 |
| Mynd 2 Myndgreining og mismunagreining álagsbrota (Patel o.fl., 2011). Þýtt af Lindu Björk Valbjörnsdóttur 2016. | 6 |

Töfluskrá

| | |
|--|----|
| Tafla 1 Mismunagreining langvarandi verkja í fótlegg (Edwards o.fl., 2005). | 3 |
| Tafla 2 Áhættuþættir álagsbrota (Patel o.fl., 2011) | 5 |
| Tafla 3 Mismunagreining álagsbrota (Patel o.fl., 2011). | 7 |
| Tafla 4 sýnir leitir sem framkvæmdar voru við gagnaöflun. | 8 |
| Tafla 5 Rannsóknir um áhættuþætti MTSS og TSF | 12 |
| Tafla 6 sýnir samantekt um áhættuþætti og innra samband þeirra (Bennell o.fl., 1999) | 18 |

Listi yfir skammstafanir

GRF: Undirstöðufloitur (e. ground reaction force)

ICF: Alþjóðlegt flokkunarkerfi um færni, fötlun og heilsu

MTSS: Miðlægt álagsheilkenni í sköflungi (e. medial tibial stress syndrome)

SF: Álagsbrot (e. stress fracture)

TSF: Álagsbrot í sköflungsbeini (e. tibial stress fracture)

WHO: Alþjóða heilbrigðismálastofnunin

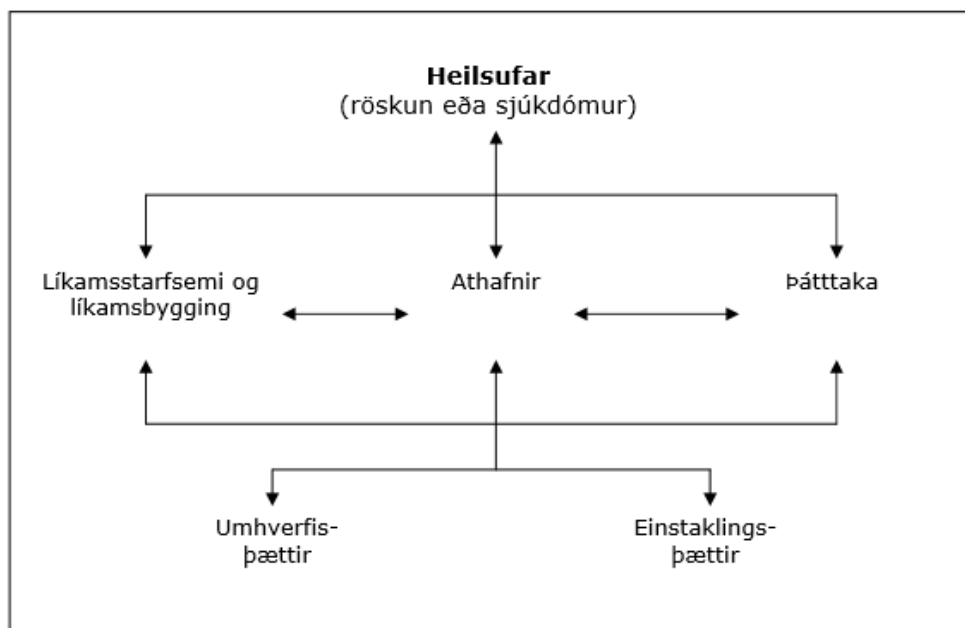
1 Inngangur

Regluleg hreyfing minnkar líkurnar á að einstaklingar fái lífsstíllssjúkdóma og deyji fyrir aldur fram (Bahr o.fl., 2003). Því er regluleg hreyfing og íþróttaiðkun mikilvæg fyrir alla óháð aldri og líkamsástandi. Þátttöku í íþróttum fylgir þó áhættan á meiðslum, sem getur í sumum tilfellum leitt til varanlegs vanmáttar eða fötlunar.

Vinsældir hlaupa hafa farið vaxandi síðustu ár og að sama skapi hefur tíðni meiðsla tengd hlaupum aukist (Hein o.fl., 2012). Rannsóknir hafa sýnt að hlauparar sem fá álagseinkenni hlaupa lengra, í kílómetrum talið, en hlauparar sem ekki fá álagseinkenni. Einnig hefur sést í rannsóknum að hlauparar sem fá álagseinkenni í neðri útlími sýni breytileika í hreyfikeðju (e. kinematics) fótar. Því er talað um að aukið álag og breyting í hreyfikeðju séu áhættuþættir fyrir meiðslum hjá hlaupurum (Hein o.fl., 2012).

Alþjóða heilbrigðismálastofnunin (WHO) gaf út Alþjóðlegt flokkunarkerfi um færni, fötlun og heilsu (ICF) sem vinnur með þessa þætti (Triebel o.fl., 2007). Þetta líkan (Mynd 1) flokkar færni og færniskerðingu einstaklinga í tengslum við heilsu frekar en fötlun þeirra eða skerðingu. Hægt er að nota ICF líkanið um þá íþróttamenn sem glíma við meiðsli (Triebel o.fl., 2007). Meiðsli verða vegna samblands aðstæðna, flókinnar samverkunar margra áhættuþátta og atburða (Bahr o.fl., 2003). Meiðsli eru flokkuð í bráð meiðsli og álagsmeiðsli (Meeuwisse o.fl., 2007).

Mismunagreining miðlægs álagsheilkennis í sköflungi (MTSS) og álagsbrots í sköflungsbeini (TSF) er oft erfið þar sem einkenni og áhættuþættir þeirra eru lík. Megintilgangur þessa verkefnis er að kanna hvort áhættuþættir miðlægs álagsheilkennis í sköflungi og álagsbrots í sköflungsbeini séu þeir sömu og hvort miðlægt álagsheilkenni í sköflungi (MTSS) sé forveri álagsbrots í sköflungsbeini (TSF) með því að skoða rannsóknir sem gerðar hafa verið á áhættuþáttum þessara meiðsla hjá íþróttamönnum og hermönnum.



Mynd 1 ICF líkanið (Landlæknisembættið, 2009)

2 Fræðilegur bakgrunnur

2.1 Íþróttameiðsl

Árið 1948 skilgreindi Alþjóða heilbrigðismálastofnunin (WHO) heilsu sem „fullkominni líkamlegri, andlegri og félagslegri vellíðan“ en ekki einungis það að vera laus við sjúkdóma og veikindi (Timpka o.fl., 2014). Áður en þessi skilgreining kom fram hafði ekki verið til nein skil á milli sjúkdóma og meiðsla (Timpka o.fl., 2014). Meiðsli eru algeng meðal þeirra sem stunda íþróttir og aðra líkamlega hreyfingu. Þau geta komið upp á æfingum eða í keppni (Timpka o.fl., 2014).

Til eru margar skilgreiningar á meiðslum. Flestar skilgreininganna innihalda að meiðsli séu til staðar þegar íþróttamaðurinn missir úr að minnsta kosti eina æfingu eða keppni vegna áverka (e. microtrauma), eða að íþróttamaðurinn þurfi að breyta æfingaálagi sínu útaf meiðslum (Murphy o.fl., 2003). Íþróttameiðsl eru útskýrð sem tap á líkamsstarfsemi eða frávík í byggingu sem orsakað er af orkuflutningi í þátttöku í íþróttum sem hægt er að útskýra betur með ICF líkaninu (Timpka o.fl., 2014). Meiðslin hafa oftast áhrif á stoðkerfið eins og vöðva, liðbönd og bein. Meiðsli má flokka í tvo flokka, bráðameiðsli og álagsmeiðsli (Meeuwisse o.fl., 2007).

2.1.1 Bráðameiðsli og álagsmeiðsli

Bráðameiðsli verða oft vegna utanaðkomandi áverka, eins og samstuði við annan leikmann eða fall, og innri þátta þegar lífaflfræðilegt álag á einum tímapunkti verður meira en viðkomandi vefur þolir (Meeuwisse o.fl., 2007). Talað er um álagseinkenni því álagsmeiðsli sem slík verða ekki fyrr en íþróttamaðurinn þarf að breyta æfingaálagi eða hætta keppni og iðkun íþróttarinnar tímabundið vegna þessara einkenna. Álagsmeiðslin eru endurteknir minni áverkar og þegar lífaflfræðilegt álag yfir ákveðið langan tíma verður of mikið gefur vefurinn eftir sem veikastur er fyrir álaginu (Meeuwisse o.fl., 2007).

Álagseinkenni án sérstakra skýranlegra atburða sem ábyrgir eru fyrir meiðslunum, er verulegt vandamál í íþróttum sem koma vegna einhæfra æfinga eða endurtekinna hreyfimynda (Bukner o.fl. 2014). Einkennin koma smám saman og íþróttamaðurinn heldur áfram að æfa þar til einkennin eru orðin það mikil að hann verður að breyta æfingaálaginu ef ekki er gripið inn í. Álagsmeiðsli í neðri útlimum tengd ákøfum þungaberandi æfingum eru þekkt vandamál hjá íþróttamönnum og hermönnum, og er algengi tilkynnta meiðsla hjá hlaupurum á bilinu 20% til 79% (Dowling o.fl., 2014).

2.2 Langvarandi verkir í fótlegg

Langvarandi verkir í fótlegg eru algengt vandamál meðal íþróttamanna og hafa rannsóknir sýnt að á milli 12,8% og 82,4% íþróttamanna fá langvarandi verki í fótlegg að minnsta kosti einu sinni á ferlinum. Þessi álagseinkenni og verkir koma yfirleitt við endurtekið þungaberandi álag og högg, eins og hlaup og hopp (Edwards o.fl. 2005). Oft getur verið erfitt að mismunagreina þessa verki þar sem einkenni ýmissa íþróttameiðsla í fótlegg líkjast og skarast. Mikilvægt er að mismunagreina einkenni vegna langvarandi verkja í fótlegg (Tafla 1) svo íþróttamenn fái rétta meðferð. Því er góð þekking á líffærafræði og lífafllfræði mikilvæg sem og heilðræn skoðun og saga íþróttamannsins.

Tafla 1 Mismunagreining langvarandi verkja í fótlegg (Edwards o.fl., 2005).

| Mismunagreining langvarandi verkja í fótlegg |
|---|
| Bein/beinhimna <ul style="list-style-type: none">• Miðlægt álagsheilkenni í fótlegg• Álagsbrot |
| Æðakerfi <ul style="list-style-type: none">• Klemmuheilkenni í hnésbótarslagæð |
| Staðvilluverkir (e. referred pain) Taugaklemma <ul style="list-style-type: none">• Úttaugar• Mænu/taugarótarkvilli Staðvilluverkir <ul style="list-style-type: none">• Frábrigði í hné• Frábrigði í mjöðm |
| Vöðvar/sinar <ul style="list-style-type: none">• Æfingatengt vöðvahólfaheilkenni• Vöðvatognanir• Sinarbólгур |
| Æxli |
| Sýking |

Hér á eftir verður farið yfir miðlægt álagsheilkenni í sköflungi og álagsbrot í sköflungsbeini. Einkenni þessara meiðsla eru lík og oft hefur því verið velt upp að eitt leiði af öðru og að miðlægt álagsheilkenni geti verið forveri álagsbrots. Skoðaðar verða rannsóknir á áhættuþáttum þessara tveggja meiðsla sem eru algeng hjá íþróttamönnum, þá sérstaklega hlaupurum og hermönnum, og hvort fundist hefur bein tenging á milli þessara tveggja meiðsla.

2.2.1 Áhættuþættir

Í rannsókn Yagi og féлага (2013) er áhættuþáttum íþróttameiðsla skipt í innri og ytri áhættuþætti. Innri áhættuþættir geta til dæmis verið tengdir takmarkaðri reynslu á hlaupum og vikulegri vegalengd sem hlauparar hlaupa, sem og lélegri líkamsvitund og saga um fyrri meiðsli. Ytri áhættuþættir innihalda þætti eins og hvaða íþrótt er stunduð, tíðni æfinga, undirlag sem æft er á, hvort alltaf sé hlaupið sama hringinn (t.d. í innanhúss frjálsíþróttahöll þar sem brautin er upphækkuð og veldur þar af leiðandi meira álagi á aðra hliðina), hvernig skór eru notaðir, innlegg, loftslag og veðurfar.

2.2.2 Miðlægt álagsheilkeni í sköflungi (MTSS)

Miðlægt álagsheilkeni í sköflungi (MTSS), oft kallað beinhimnubólga (e. shin splints) eru eitt af algengstu langvarandi álagseinkennum í fótlegg og spanna um 5% af öllum íþróttameiðslum (Burrus o.fl., 2014). Íþróttamenn, sem stunda íþróttir þar sem mikið er um hlaup, hopp og högg, eru í aukinni hættu á að fá MTSS. Einnig er algengt að hermenn þrói með sér MTSS (Burrus o.fl., 2014).

Upphaflega var haldið að MTSS væri einungis frammiðlægur (e. anteromedial) eða afturmiðlægur (e. posteromedial) mjúkvæfjaskaði með tengingu við beinhimnu. Var það eðlileg ályktun þar sem ekkert brot eða örbrot væri sýnilegt á röntgen eða tölvusneiðmyndum (Franklyn o.fl., 2015). Nú hefur komið fram að MTSS felur í sér örbrot í þéttbeini (e. cortical bone) sköflungs sem er tengd við beinhimnuna í flestum, ef ekki öllum tilfellum. Einnig að einstaklingar með MTSS hafi aukna beinmyndunarvirgni og innvöxt æða með bólgubreytingum á mjúkvæf og að þessir einstaklingar hafi minni beinþéttni í sköflungsbeini sem geti svo gengið til baka þegar einkenni MTSS hverfa (Franklyn o.fl., 2015). Í nýlegum rannsóknum hefur verið skoðað hvort sértækir vöðvar eða vöðvahópar tengist MTSS en það er byggt á líffærafræðilegri staðsetningu og einkennum einstaklingsins. Þá hefur komið fram að sólavöðvi (e. soleus muscle) er líklegastur til að orsaka MTSS og að orsökina væru vegna stífni í vöðvanum og togs á sköflungsbeinið og beinhimnuna, en aftari sköflungsvöðvi (e. tibialis posterior muscle) ætti líklega ekki þátt í orsökum MTSS (Franklyn o.fl., 2015). Þá hefur verið stutt með rannsóknum að MTSS séu meiðsl sem orsakast vegna ofhleðslu (e. overload) á bein þar sem sköflungsbeinið gefur eftir við þungaberandi athafnir og veldur togi. Þetta tog veldur örskemmdum (e. microdamage) í sköflungsbeininu sem leiðir til þess að beinið aðlagast toginu og heldur á móti svo það bogni ekki (Burrus o.fl., 2014). Enn í dag eru mismunandi kenningar um nákvæma orsök MTSS og hafa þær kenningar sem komið hafa fram ekki verið rannsakaðar að fullu (Franklyn o.fl., 2015).

MTSS er lýst sem æfingatengdum verkjum sem koma á aftur- og miðlæga hluta sköflungs, nánar til tekið á miðju- til fjarhluta. Þá eru einnig þreifanleg eymsli á svæðinu. Verkirnir koma venjulega fyrst fram sem daufir verkir á fjar þriðjungshluta aftur- og miðlæga hluta sköflungs (Burrus o.fl., 2014). Edwards o.fl. (2005) tóku eftir því í rannsóknum að MTSS kemur yfirleitt fram seint á æfinga- eða keppnistímabili, eftir langar og strangar æfingar. Þó getur þetta heilkenni einnig komið fram í byrjun uppbyggingartímabils þegar íþróttamaðurinn byrjar aftur að æfa af krafti eftir hvíld. Byrjunareinkenin koma yfirleitt fram í upphafi æfingar en hverfa svo eftir ákveðinn tíma, þ.e. að verkirnir hverfa þegar íþróttamaðurinn hefur hitað upp. Yfirleitt hverfa verkir tengdir MTSS með hvíld og koma ekki fram sem

næturverkir. Það getur þó gerst í alvarlegri tilfellum að verkirnir verði áframhaldandi og hverfi ekki við hvíld (Edwards o.fl., 2005).

2.2.3 Álagsbrot í sköflungsbeini (TSF)

Álagsbrot eru algeng álagsmeiðsli sem verða við endurtekið og óhóflegt álag á bein (Wright o.fl., 2015). Þetta endurtekna álag leiðir til hröðunar á enduruppbyggingu beins, og myndunar á örbotum (e. microfractures) sem veldur því að beinið hefur ekki tíma til að lagfæra sig og verður veikt fyrir. Þá kemur fram erting í beininu sem byrjar sem þöglu álagsviðbrögð (e. silent stress reaction) en með áframhaldandi álagi þróast þöglu álagsviðbrögðin yfir í sjáanleg álagsviðbrögð (e. stress reaction) og að lokum yfir í álagsbrot ef ekkert er að gert og álagið óbreytt (Burkner o.fl., 2014). Staðsetning álagsbrotsins fer eftir því hvaða íþrótt er stunduð en álagsbrot í sköflungsbeini er algengast hjá íþróttamönnum og hermönnum, eða um 23,6% (Patel o.fl., 2011). Íþróttamenn, sem æfa frjálsíþróttir, körfubolta, fótbolta eða dans, og hermenn eru í aukinni hættu á að þróa með sér álagsbrot (Tafla 2). Einnig áhugahlauparar sem hlaupa meira en 25 mílur að meðaltali á viku. Rannsóknir hafa sýnt að konur eru í meiri áhættu á að fá álagsbrot en karlar, sérstaklega konur í her (Patel o.fl., 2011).

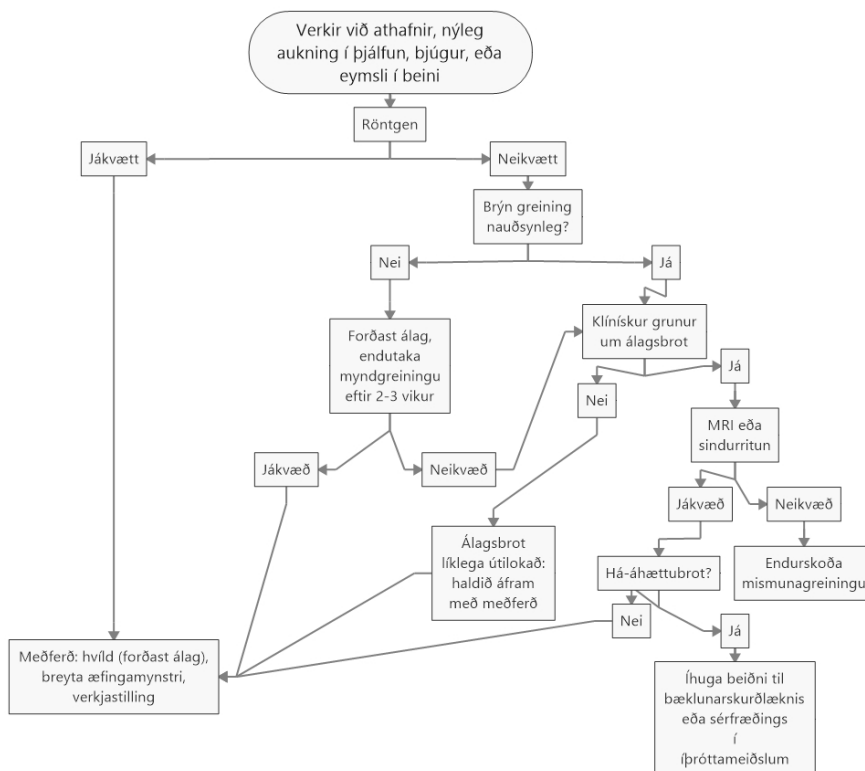
Grunur er um álagsbrot ef einstaklingur er með sár og staðbundin einkenni í sköflungsbeini, og hefur nýlega aukið æfingaálag sitt til muna eða stundað óhóflega endurtekna hreyfingu með takmarkaðri hvíld (Patel o.fl., 2011). Einnig ef saga er um átraskanir, tíðaróreglu eða tíðarteppu, saga um fyrri álagsbrot eða þátttöku í íþróttum þar sem keppt er í þyngdarflokkum og lág líkamsþyngd er krafa (Burrus o.fl., 2014). Álagsbrot geta einnig orðið vegna villu í hreyfimylnstrum og misbeitingu (Edwards o.fl., 2005). Einkennum álagsbrots er oftast lýst sem sársauka á staðbundnu svæði í fætinum, sem hægt er að kalla fram, versnar við þungaberandi æfingar og minnkar við hvíld (Burrus o.fl., 2014). Í alvarlegri tilfellum getur sársaukinn verið viðvarandi eftir æfingar og jafnvel geta komið fram næturverkir í sjaldgæfum tilfellum. Við skoðun og þreifingu er staðbundinn verkur á svæðinu ásamt bólgu og roða, en í sumum tilfellum getur fóturinn verið eðlilega útlítandi (Burrus o.fl., 2014).

Tafla 2 Áhættuþættir álagsbrota (Patel o.fl., 2011)

| Áhættuþættir álagsbrota | |
|---|--|
| Innbyrða meira en 10 áfenga drykki á viku | Þrenna íþróttakonunnar (átröskun, tíðarstopp, beinþynning) |
| Óhófleg hreyfing með takmarkaðri hvíld | Hröð aukning á hreyfingu |
| Kvenkyn | Hlaupaíþróttir |
| Reykingar | Áhugahlaup (meira en 25 mílur á viku) |
| Lágt gildi 25-hydroxyvitamin D | |

2.2.4 Greining og meðferð

Í greiningu á MTSS og álagsbroti er saga og líkamleg skoðun gífurlega mikilvæg. Staðsetja þarf eymslin nákvæmlega og finna út á hve stóru svæði eymslin eru, þ.e. hvort þau séu dreifð yfir ≥ 5 cm svæði eins og MTSS eða séu einungis á einum ákveðnum punkti eins og álagsbrot (Burrus o.fl., 2015). Það gefur strax vísbandingu um hvort MTSS eða álagsbrot sé að ræða. Myndgreining hefur einnig verið notuð til mismunagreiningar. Yfirleitt kemur MTSS neikvætt út á röntgenmyndum, þar sem röntgen er yfirleitt tekið til að útloka önnur meiðsli í fótlegg, en þó er hægt að sjá breytingar beinhimnu og bjúgmyndun í sumum tilfellum á tölvusneiðmynd og í segulóm skoðun. Álagsbrot geta einnig komið út neikvæð á röntgenmynd sem gerir mismunagreininguna erfiða (Mynd 2 og Tafla 3). Oft er ekki hægt að greina álagsbrot á röntgen fyrr en 2-3 vikum eftir að brotið hefur myndast og ef sterkur grunur er um álagsbrot, þá er segulóm skoðun notuð til að staðfesta greiningu.



Mynd 2 Myndgreining og mismunagreining álagsbrota (Patel o.fl., 2011). Þýtt af Lindu Björk Valbjörnsdóttur 2016.

Tafla 3 Mismunagreining álagsbrota (Patel o.fl., 2011).

| Brotstaður | Áhættuþættir | Einkenni | Mismunagreining | Athugasemdir |
|---------------|--|--|-----------------|---|
| Sköflungsbein | Hlaup, ganga, hopp, dans, þrenna íþróttakonunnar | Verkir í sköflungi, eymsli yfir framhluta á sköflungsbeini, bjúgur | MTSS | MTSS getur valdið verkjum eftir afturmiðhluta sköflungsbeins: ekkert óeðlilegt kemur út á röntgenmynd |

Meðferð við MTSS og álagsbroti er yfirleitt virk og ekki er farið í aðgerð nema í alvarlegri tilfellum þegar virk meðferð er fullreynd. Þessi virka meðferð felur í sér hvíld, ísmeðferð og kælingu, þrýsting, upphækkun, teygjur, sjúkrapjálfun og loftspélkunotkun (Burrus o.fl., 2015). Þegar talað er um hvíld er átt við að takmarka þungaberandi athafnir og í stað hefðbundinna hlaupa er mælt með að hlaupa í sundi, synda og hjóla. Leiðrétta skal breytanlega áhættuþætti sem eru einstaklingsbundnir, gerðar eru styrktar- og teygjuæfingar fyrir neðri útlími, farið í sérhæfða stoðkerfismeðferð (e. manual therapy) til að leiðrétta lífalfræðileg afbrigði í stoðkerfi, notaður viðeigandi skóbúnaður og jafnvel innlegg. Breyta ætti undirlagi og æfingaálagi er breytt og aðlagð á meðan meiðslin ganga til baka.

Við álagsbrot ætti að takmarka þungaberandi æfingar í 2-6 vikur þannig að allar athafnir og æfingar á meðan séu alveg verkjalausar, þ.e. ef kemur verkur við göngu, ætti að minnka þunga á fótinn, t.d. með loftspélku. Ef það veldur ennþá verkjum ætti að taka allan þunga af fætinum og bæta við notkun hækja (Burrus o.fl., 2015). Sumir mæla með rafbylgju- og höggbylgjumeðferðum en rannsaka þarf betur hvort þær séu áhrifaríkar í meðferð. Endurhæfingarferlið tekur yfirleitt 8-16 vikur, en getur bæði tekið styttri og lengri tíma. Fer það eftir alvarleika meiðslanna og hvort sé um að ræða MTSS eða álagsbrot. Þegar meðferð er fullreynd og ekki hefur gengið er hægt að fara í aðgerð þar sem í tilfellum MTSS, þá er skorið í og losað um bandvefsreifina (e. fascia) eða fjarlægður hluti úr henni (Burrus o.fl., 2015).

3 Aðferðir

Ritgerðin er byggð á rannsóknum sem gerðar hafa verið á áhættuþáttum fyrir MTSS og álagsbrot í sköflungsbeini hjá hlaupurum og hermönnum. Leitarvélarnar pubmed.com og scholar.google.com voru mest notaðar og helstu leitarorð sem notuð voru *MTSS AND risk factors, Medial tibial stress syndrome AND risk factors, medial tibial stress syndrome AND medial tibial stress fractures, medial tibial stress syndrome AND medial tibial stress fractures AND risk factors, „tibial stress fracture“ AND risk factors*. Leitin var takmörkuð við greinar á ensku og rannsóknir sem fjölluðu um áhættuþætti MTSS og álagsbrota saman eða í sitt hvoru lagi hjá íþróttamönnum og hermönnum. Einnig var notast við heimildalista samantektargreina sem komu úr þessum leitum til að finna rannsóknir og frumheimildir, sem og heimasíður ritrýndra tímarita sem voru líkar þeim rannsóknum sem fundust í leitinni.

4 Niðurstöður

4.1 Heimildaöflun

Eftirfarandi leitir voru framkvæmdar út frá leitarorðum verkefnisins.

Tafla 4 sýnir leitir sem framkvæmdar voru við gagnaöflun.

| Leitarskýrði | Leitarvél | Niðurstöður | Sóttar | Notaðar |
|--|--|-------------|--------|-----------|
| MTSS AND risk factors | www.pubmed.com | 25 | 5 | 3 |
| Medial tibial stress syndrome AND risk factors | www.pubmed.com | 38 | 2 | 2 |
| Medial tibial stress syndrome AND tibial stress fractures AND risk factors | www.pubmed.com | 16 | 1 | 1 |
| „tibial stress fracture“ AND risk factors | www.pubmed.com | 11 | 3 | 3 |
| Rannsóknir fundnar í heimildalistum | - | 9 | 9 | 5 |
| Fjöldi rannsókna | | | | 14 |

4.2 Rannsóknir sem skoða áhættupætti tengda MTSS og TSF

Í heimildaleit við gerð þessa verkefnis fundust 14 rannsóknir sem tengdust beint áhættupáttum MTSS og TSF hjá hlaupurum eða hermönnum. Af þeim voru 11 notaðar sem og samantektargrein um rannsóknir á áhættupáttum álagsbrota. Flestar rannsóknirnar fjalla aðeins um innri áhættupætti en samantektargreinin sem fjallað verður um í umræðukafla fjallar bæði um innri og ytri áhættupætti.

Meardon og Derrick (2014) skoðuðu hvernig breytileg skrefvídd hefði áhrif á álag á sköflungsbein hjá hlaupurum. Skrefvíddin var reiknuð sem miðhliðlæg (e. mediolateral) fjarlægð frá hægri og vinstri hæl (e. heel marker) í lendingu (e. foot strike) í minnstu lóðréttu stöðu. Mældar voru þrjár skrefvíddir; eðlileg, víð og þröng skrefvídd. Tilgáta rannsóknarinnar var að skrefvídd hefði áhrif á álag á sköflungsbein sem var staðfest þar sem þeir fundu út að víð skrefvídd minnkaði álag á sköflungsbein en þröng skrefvídd jók álagið. Enginn þátttakenda fékk þó MTSS eða álagsbrot á meðan rannsókninni stóð.

Í rannsókn Yagi og félaga (2013) um áhættupætti MTSS og álagsbrot kom í ljós að aukið BMI og aukinn innsnúningur í mjöðm (e. internal rotation) hjá konum sé aukinn áhættupáttur fyrir MTSS en styttingar í aftanlærsvöðvum hjá körlum væri áhættupáttur fyrir álagsbrot. Ekki fannst kynjamunur sem áhættupáttur fyrir MTSS en konur eru í meiri áhættu en karlar að fá álagsbrot. Ranghverfing fótar var ekki talinn innri áhættupáttur og ekki fannst marktækur munur á bátbeinssigi á milli hópa. Alls 230 hlauparar tóku þátt í rannsókninni og voru þeir skimaðir af líklegum innri áhættupáttum eins og BMI, liðferlum í mjöðmum, hnjám og ökklum, vöðvalengd aftanlærsvöðva, stöðu fótar og hnjáa, bátbeinssigi (e. navicular drop) og styrk í fráferslúvöðvum mjaðma. Hlaupurunum var fylgt eftir í þrjú ár og á þeim tíma fengu 125 verki í sköflung og af þeim voru 102 sem fengu MTSS og 21 álagsbrot. Styrkleiki þessarar rannsóknar var að hún er sú stærsta sem framkvæmd hefur verið á hlaupurum í menntaskólum (e. high school).

Plisky og félagar (2007) skoðuðu hvort hlauparar með bátbeinssig væru í meiri hættu á að þróa með sér MTSS. Þeir komust að því að þeir hlauparar sem eru með meira en 10 mm bátbeinssig eða meiri en 3 mm mun á bátbeinssigi á milli fóta væru í svipaðri áhættu að fá MTSS og þeir sem voru með minna en 10 mm bátbeinssig og minni mun á milli fóta. Þá kom fram að þeir hlauparar sem voru með hærra BMI voru líklegri að fá MTSS og voru það einu marktæku niðurstöður rannsóknarinnar. Einnig voru fleiri stelpur í áhættu og þá sérstaklega stelpur með hærra BMI. Þetta er eina rannsóknin sem vitað er um sem tekur fram fjölda daga sem íþróttamaður missir úr eða þarf að breyta æfingaálagi sínu vegna álagseinkenna. Þeir sem höfðu glímt við fyrri hlaupatengd meiðsli voru í tvisvar sinni meiri áhættu á að fá MTSS. Einnig var sýnt fram á að þeir sem höfðu áður fengið MTSS voru þrisvar sinnum líklegri til þess að nota innlegg og metið var að þeir sem notuðu innlegg voru fjórum sinnum líklegri að tilkynna fyrri meiðsli. Ekki var marktækur munur á þessum þáttum vegna lítills fjölda þátttakenda í rannsókninni. Líklegt er að þeir sem höfðu áður glímt við meiðsli hafi verið ráðlagt að nota innlegg til að minnka verki. Stelpur voru þrisvar sinnum líklegri að nota innlegg en strákar.

Hein og félagar (2012) byrjuðu á langtímarannsókn árið 2009 sem er enn í gangi. Þar hlupu hlauparar berfættir og skoðað var hvort breyting á hreyfikeðju eða æfingamynstri myndu auka líkur á álagseinkennum í fótlegg. Þær niðurstöður sem komnar eru úr rannsókninni benda til þess að þetta séu áhættupættir fyrir álagsmeiðsli í neðri útlimum.

Franklyn og félagar (2008) framkvæmdu rannsókn með 88 einstalingum, sem skipt var í fjóra hópa þar sem hver hópur var síðan kynjaskiptur. Tekin var tölvusneiðmynd og þversnið sköflungs mælt bæði á breidd og dýpt á þéttbeins- og mergbeinshluta sköflungs. Skoðað var hvort þéttbeinið væri þynnra hjá kyrrsetufólki og einstaklingum með MTSS og álagsbrot en þeim sem stunduðu reglubundna hreyfingu og voru ekki með álagseinkenni. Ekki var marktækur munur á aldri og líkamsmælingum hjá körlum á milli hópa, en marktækur munur fannst á milli BMI hjá konunum sem tóku þátt. Niðurstöður þessarar rannsóknar sýndu að kyrrsetumenn og menn með MTSS og álagsbrot eru með minni staðbundna beinþykkt þéttbeins en þeir sem eru ekki með þessi álagseinkenni. Niðurstöður hjá konum með MTSS sýndu að þær höfðu minni vídd á milli miðlægs og hliðlægs ökkla (e. bimalleolar widths) en þær sem ekki eru með MTSS. Einnig kom fram að möguleiki væri á að konur með álagsbrot séu með minni vídd á milli miðlægs og hliðlægs ökkla, með minni hliðlæga vídd sköflungsbeins og að þversniðssvæði sköflungs sé minna.

Popp og félagar (2009) skoðuðu hvort munur væri á rúmfræði beina, beinþéttni og vöðvastyrk heilbrigðra kvenkyns langhlaupara og þeirra sem voru með sögu um álagsbrot. Niðurstöður þessarar rannsóknar sýndu að minni beinstyrkur var hjá þeim sem höfðu sögu um álagsbrot samanborið við þær sem ekki höfðu fengið álagsbrot. Enginn marktækur munur fannst þó á beinþéttni en þversnið sköflungsbeins var marktækt minna á þremur stöðum. Einnig eru vísbendingar um að einstaklingar með sögu um álagsbrot séu með þynnri þéttbeinsbörk miðað við þá sem ekki hafa sögu um álagsbrot. Einnig er mögulegt að það sé samband milli vöðvastærðar og styrk beins sem ýtir undir þykkri þéttbeinsbörk hjá þeim sem ekki hafa sögu um álagsbrot. Þegar þversniðssvæði vöðva í sköflungnum var skoðað var mismunur í beinmálum ekki lengur marktækur milli hópa. Þessar niðurstöður benda til þess að kvenkyns hlauparar með sögu um álagsbrot séu með marktækt minni þversniðssvæði, lægri beinstyrk og minna þversniðssvæði vöðva í miðju þriðjung sköflungsbeins. Lægri beinstyrkur er vegna minna þversniðssvæðis en ekki marktækum breytingum á beinþéttni. Rannsóknin gefur því til kynna að frávik frá ákjósanlegri rúmfræði beins og minna þversnið vöðva gæti leitt til minnkaðs beinstyrks, og á móti, gert einstaklinginn móttækilegan fyrir álagsbrotum. Einnig er vísbending um að aukin vöðvastærð og styrkur gæti komið í veg fyrir álagsbrot. Þó þyrfti frekari langtímarannsóknir til að rannsaka þetta frekar.

Bennell og félagar (2004) fundu í rannsókn sinni á kvenkyns hlaupurum að enginn munur var á undirstöðukrafti (GRF), staðbundinni beinþéttni og rúmfræðilegu máli sköflungsbeins (e. tibial bone geometric parameter) hjá þeim sem höfðu fengið álagsbrot og ekki. Það ýtir undir að það þurfi meira en þessa innri áhættuþætti svo að álagsbrot verði. Það útilokar þó ekki möguleikann að rúmfræðilegt mál hafi áhrif á þróun álagsbrota í neðri útlimum. Þetta var fyrsta rannsóknin sem gerð var á rúmfræðilegu máli sköflungsbeins hjá íþróttakonum. Þetta var einnig fyrsta rannsóknin þar sem skoðuð var tenging á rúmfræðilegu máli beina og álagsbrots hjá íþróttakonum.

Í niðurstöðum rannsóknar Moen og féлага (2012) kom í ljós að aukið BMI, minnkaður innsnúningur (e. internal rotation) mjaðmaliðar, jákvætt bátbeinssig og aukin iljarbeyging fótar eru marktækt tengd MTSS, þar sem BMI var tengt tímalengdinni sem það tekur að jafna sig á MTSS.

Sharma og félagar (2011) fundu út að þeir sem þróuðu með sér MTSS voru líklegri að hafa verri affræði (e. biomechanics) sem og reykingarsögu og verra líkamlegt ástand en þeir sem þróuðu ekki með sér MTSS. Í rannsókninni náðu þeir með aðhvarfsgreiningu á skoðuðum áhættuþáttum (affræði,

reykingavenjur og líkamlegt ástand) að sjá fyrir 96,9% af þeim sem fengu ekki MTSS og 67,5% þeirra sem fengu MTSS. Því hefur þetta líkan í rannsókninni þeirra 87,7% nákvæmni. Fyrsta langtíma rannsóknin sem skoðar aflfræðilega þætti samhliða lífstíl sem áhættuþátt fyrir MTSS.

Kudo og Hatanaka (2015) skoðuðu tengingu milli MTSS og formfræði og sveigjanleika iljarboga fótur. Skoðaðir voru 131 fætur hjá 74 heilbrigðum einstaklingum og 31 fótur frá 27 einstaklingum með MTSS. Þeir voru flokkaðir í venjulega og flata fætur án einkenna eða meiðsla í fótlegg og svo MTSS fætur sem voru fætur einstaklinga með MTSS. Þeir mældu hlutfall miðlægs langboga fótur (e. medial longitudinal arch ratio) og lengd þverboga fótur (e. transverse arch length) við bæði hæl (e. rearfoot) og táberg (e. forefoot) í þungaberandi stöðu. Mismunurinn milli tveggja staða vísaði til sveigjanleika miðlægs langboga og sveigjanleika þverboga. Þeir fundu út að hlutfall miðlægs langboga fótur var hærra í eðlilegum fæti en flötum og MTSS fæti. Einnig að sveigjanleiki þverboga væri lægri í MTSS fótum en venjulegum eða flötum. Því settu þeir fram að minnkaður sveigjanleiki þverboga og minnkað hlutfall miðlægs langboga fótur væru áhættuþættir fyrir MTSS. Aukið bátbeinssig er tengt aukinni áhættu á MTSS og einstaklingar með meira en 10 mm bátbeinssig voru 1,99 sinnum líklegri til að þróa með sér MTSS.

Bennell og félagar (1995) könnuðu algengi og ástæðu álagsbrota hjá hóp af frjálsíþróttakönnum. Þeir fundu út frá fyrri sögu um álagsbrot, að grindahlauparar og langhlauparar voru í mestri hættu á að þróa með sér álagsbrot í þessum hóp af könum. Algengasti brotstaðurinn var í sköflungsbeini eða 33% en samanlagt er algengasti brotstaður frjálsíþróttamanna í fæti en ekki sköflungi. Þær sem höfðu sögu um álagsbrot voru flestar einnig með sögu um óreglulegar tíðir og voru líklegri til að eiga í óheilbrigðu sambandi við mat. Marktækar niðurstöður rannsóknarinnar sýndu að saga um tíðaóreglu (fóru á blæðingar 4-8 sinnum á ári) og varkárni um eigin líkamsþyngd sé forspárgildi fyrir álagsbrot.

Tafla 5 Rannsóknir um áhættuþætti MTSS og TSF

| Höfundur | Tegund rannsóknar | Úrtak | Tilgáta/tilgangur | Skoðaðir áhættuþættir | Niðurstaða áhættu (% sem fá MTSS/TSF) |
|--------------------------------|------------------------------------|--|---|---|--|
| Meardon og Derrick 2014 | Þversniðs-rannsókn | 15 hlauparar (8 menn, 7 konur) | Skoða álag á sköflungsbein við hlaup með mismunandi skrefvídd | Skrefvídd (hlaup á sjálfvöldum 5 km hlaupahraða 10 heppnaðar tilraunir yfir kraftplötu); Þröng skrefvídd Meðal skrefvídd Vidd skrefvídd | Þröngri skrefvídd eykur álag á sköflungsbeini og þar með áhættu á að þróa með sér meiðsli. |
| Yagi o.fl. 2013 | Langtíma-rannsókn | 234 hlauparar (137 menn, 97 konur) í byrjun, 230 hlauparar í lokinn (134 menn, 96 konur) | Tíðni æfinga er ekki ytri áhættuþáttur MTSS og TSF og ranghverfing fótar er ekki innri áhættuþáttur MTSS. | BMI Innsnúningur í mjaðmalið Útsnúningur í mjaðmalið Lengd aftanlærisvöðva Bátbeinssig | 125 fengu verki í sköflung, 102 MTSS, 21 TSF, 2 annað |
| Plisky o.fl. 2007 | Langtíma-rannsókn | 105 víðavangs-hlauparar (45 konur, 59 menn) úr 8 menntaskóla-liðum í Suðvestur Indiana | Meta MTSS meiðslatíðni og meta samband milli bátbeinssig og MTSS hjá víðavangs-hlaupurum | Bátbeinssig, lengd fótar, Spurningalistar um kyn, BMI, fyrri meiðsli, reynslu af hlaupum | 17 tilkynnt MTSS tilfelli á 13. viku (15,2%), 11 stelpur, 6 strákar |
| Hein o.fl. 2012 | Langtíma-rannsókn (er enn í gangi) | 218 hlauparar (139 menn, 79 konur) | Breyting á hreyfikeðju í neðri útlimum eða æfingahegðun auki líkur á álagsmeiðslum í fótlegg | Breyting á hreyfikeðju í neðri útlimum eða æfingahegðun | 35/104 sem hafa lokið rannsókninni fengu álagseinkenni í neðri útlimi |
| Franklyn o.fl. 2008 | | 88 einstaklingar (43 menn, 45 konur) skipt í 4 hópa | Kyrrsetufólk, íþróttamenn með MTSS og SF hafa minni rúmfræðilega vidd sköflungs en íþróttamenn án þessara meiðsla | Rúmfræðileg vidd sköflungsbeins | Kyrrsetumenn og menn með MTSS/SF eru með minni staðbundna beinþykkt þéttbeins. Þversniðssvæði þéttbeins hjá konum er svipað á milli hópa |

| | | | | | |
|---------------------------|--------------------|--|---|--|--|
| Popp o.fl. 2009 | Þversniðs-rannsókn | 39 kvenkyns langhlauparar, 19 með sögu um SF, 20 ekki með sögu um SF | Skoða mismun í mati á styrk í sköflungsbeini hjá kvenhlaupurum með og án sögu um SF. Einnig að skoða mun á rúmfræði beina, beinþéttni og vöðvastyrk sem gæti útskýrt niðurstöður um styrk beina | Rúmfræði beina, styrkur og stærð vöðva | Kvenhlauparar með sögu um SF hafa martækt minna flatarmál þéttbeins, minni beinstyrk og minna þversniðssvæði vöðva í miðju þriðjung sköflungsbeins |
| Bennell o.fl. 2004 | Þversniðs-rannsókn | 36 kvenhlauparar, 13 TSF, 23 NSF | Kvenhlauparar með sögu um TSF hafa hærri GRF, lægri staðbundna beinþéttni, og minna rúmfræðilegt mál sköflungsbeins en þær sem ekki hafa sögu um SF | GRF, beinþéttni í sköflungsbeini, rúmfræðilegt mál sköflungsbeins | Enginn marktækur munur á milli hópa |
| Moen o.fl. 2012 | Tilfella-rannsókn | 35 hermenn (kk) með MTSS | Skoða innri áhættuþætti og athuga hvort þeir hafi áhrif á batatíma | BMI, innsnúningur í mjaðmalið, útsnúningur í mjaðmalið, bátbeinssig, beygja og rétt í hné, iljarbeyging í ökkla, beygja og rétta í stóru tá, ummál kálfavöðva, staða fótar | Aukið BMI hefur áhrif á batatíma (e.recovery time) |
| Sharma o.fl. 2011 | Langtíma-rannsókn | 468 hermenn (kk) | Athuga hvort munur sé á áhættuþáttum á milli hermanna með MTSS og án MTSS | Þrýstingur fótar, reykingar og líkamalegt ástand | (7,9%) |
| Kudo o.fl. 2015 | Þversniðs-rannsókn | 74 heilbrigðir, 27 með MTSS | Skoða tengingu milli MTSS og formfræði og sveigjanleika iljarboga fótar | Venjulegir fætur, Flatir fætur (plattfótur) MTSS fætur | |
| Bennell o.fl. 1995 | Yfirlits-rannsókn | 53 frjálssípróttakonur á aldrinum 17-26 ára | Kanna algengi og ástæðu álagsbrota hjá hóp af frjálssípróttakonum og tengja þessi álagsbrot við beinþéttni, tíðir, líkamssamsetningu og áhættuþætti tengda næringu og mataræði | Fyrri saga um álagsbrot Tíðasaga Næringarvenjur Beinþéttni Líkamssasetning | 22 einstaklingar (41,5%) voru með sögu um álagsbrot |

5 Umræður

Vangaveltur hafa verið um hvort MTSS sé forveri álagsbrots og þessi meiðsli séu framhald af hvort öðru eða hvort þau séu tvö aðskilin álagseinkenni með líka faraldsfræði, einkenni og áhættuþætti (Franklyn o.fl., 2015). Einnig geta bæði MTSS og álagsbrot farið að myndast við sömu athafnir, eins og hlaup, og finnast yfirleitt á sama svæði í fótleggnum (Franklyn o.fl., 2015). Það sem hefur þó ýtt undir að þetta séu tvö aðskilin álagseinkenni er að íþróttamaður getur fengið slæm einkenni MTSS en ekki álagsbrot og íþróttamaður getur fengið álagsbrot án þess að fá einkenni MTSS á undan (Hester, 2006). Niðurstöður rannsókna benda til þess að áhættuþættir MTSS og álagsbrots séu í mörgum tilfellum þeir sömu og því eru þessi tvenn meiðsli oft rannsökuð saman en flestar rannsóknirnar einblína á áhættuþætti álagsbrota. Það hefur komið í ljós að BMI er áhættuþáttur fyrir MTSS og álagsbrot, og því hærra sem BMI er, því meiri áhætta. Þá er sérstaklega talað um að aukið BMI hjá konum sé áhættuþáttur (Bennell o.fl., 1999). Líkamsþyngd hefur því bæði bein og óbein áhrif á áhættuþætti álagsbrota þar sem þyngri einstaklingar framleiða stærri krafta í líkamlegum athöfnum og er líkamsþyngd því tengd undirstöðukraftinum beint. Óbeinu áhættuþættir líkamsþyngdar eru að léttir og grannir einstaklingar eru einnig í áhættu þar sem þeir eru líklegri til þess að hafa minni beinþéttni og beinstyrk en líkamsþyngd, vöðva-og fitumassi tengjast beinþéttni. Í þessum tilfellum tengist m.a. næring og átröskun íþróttamanna, sem og hormónþættir hjá íþróttakonum þessari áhættu (Bennell o.fl., 1999).

Ekki fannst marktækur munur milli kynja í rannsóknum á áhættuþáttum MTSS en talið er að konur séu í meiri áhættu að fá álagsbrot. Með því er átt við hormónatengda þætti og gæti lágt estrogen gildi valdið þessari auknu áhættu sem og þrenna íþróttakonunnar sem er sambland átröskunar, beinþynningar og tíðateppu (Bennell o.fl. 1999). Lágt estrogen gildi getur haft áhrif á beinþéttni þessara kvenna og hröðun á endursköpunarferli beinsins eða neikvæðu jafnvægi kalsíums í líkamanum. Einn af þessum þáttum, allir eða ólínulegt samspil þeirra getur aukið líkurnar á álagsbroti. Í rannsókn sem gerð var á balletdönsurum kom í ljós að þær stúlkur sem höfðu verið með tíðateppu í sex mánuði eða lengur voru 93 sinnum líklegri til þess að fá álagsbrot heldur en þær sem höfðu reglulegar blæðingar (Bennell o.fl., 1999). Þó þyrfti að rannsaka þetta samband frekar þar sem í þessari rannsókn voru fáir þátttakendur og aðeins sex af 54 balletdönsurum sem höfðu reglulegar blæðingar. Gæti það haft áhrif á niðurstöðurnar því í rannsókn á langhlaupurum fannst ekki samband milli álagsbrota og þess að hafa tíðateppu eða óreglulegar blæðingar (Bennell o.fl., 1999). Rannsókn sem var gerð á frjálsíþróttakonum sýndi þó að þær stúlkur sem fóru á blæðingar fjórum til átta sinnum á ári voru sex sinnum líklegri að hafa sögu um álagsbrot en þær sem fóru reglulega á blæðingar. Því er tíðaóregla áhættuþáttur sem hafa þarf í huga og kanna reglulega hjá íþróttakonum sem æfa mikið (Bennell o.fl., 1995). Settar hafa verið fram tilgátur um hvort notkun getnaðarvarnarpillunnar geti verið forvörn hjá íþróttakonum með lágt estrogen gildi og væri vert að rannsaka það frekar. Talið hefur verið að lægra estrogen valdi minni beinþéttni og hraðari endursköpun beins hjá íþróttakonum sem getur mögulega aukið áhættuna á álagsbroti en samband milli testósteróns hjá körlum og beinþéttni með tilliti til álagsbrota hefur ekki verið rannsakað nægilega vel og því ekki hægt að segja til um hvort það sé áhættuþáttur eða ekki (Bennell ofl. 1999).

Átraskanir og óheilbrigð samband við mat hjá íþróttamönnum er áhættuþáttur álagsbrota (Bennell o.fl., 1999). Talið er að kalsíumskortur geti einnig haft áhrif og ýtt undir líkur á álagsbroti. Erfitt getur þó verið að rannsaka frekar hvaða þættir næringar og mataræðis hefur jákvæð eða neikvæð áhrif í sambandi við álagsbrot þar sem meðal annars er erfitt að vita hvort þátttakendur fylgi matarplani í hvívetna meðan á rannsókn stendur og margar rannsóknirnar standa ekki yfir það lengi að þær gefi nægilega marktækar niðurstöður (Bennell o.fl., 1999). Því er mikilvægt að efla fræðslu á heilbrigðu og fjölbreyttu mataræði fyrir alla og sérstaklega fyrir íþróttamenn og aðra sem stunda hreyfingu og íþróttir af kappi. EAT-40 og EAT-26 skimunarlistarnir hafa verið notaðir til þess að skima tíðni átraskanna hjá íþróttamönnum. Í rannsókn á frjálsíþróttakönum fannst að þær stúlkur sem skoruðu yfir 30 stig á EAT-40, voru varkárar um eigin líkamsþyngd eða bæði voru átta sinnum líklegri til þess að vera með sögu um álagsbrot en þær sem skoruðu lægra á þessum skimunarlista (Bennell o.fl., 1995).

Gerðar hafa verið rannsóknir á hermönnum og áður en þeir byrja í grunnþjálfun hafa margir þessara einstaklinga verið kyrrsetumenn eða í lélegu líkamlegu formi (Franklyn o.fl., 2008). Þá hefur verið bent á að þeir sem eru í engri eða lítilli líkamlegri þjálfun geti verið í meiri hættu á að fá álagseinkenni í sköflung byrji þeir of skart að æfa eða auki álag æfinga of mikið á stuttum tíma miðað við þá sem æfðu meira og eru í betra líkamlegu formi. Það rekst þó á að þar sem flestar rannsóknir á hermönnum benda til lélegs líkamlegs ástands í byrjun þjálfunarbúða en lélegt líkamlegt ástand á ekki við um þá íþróttamenn sem fá álagsbrot eða MTSS og koma þessi álagseinkenni oftast fram í vel þjálfuðum einstaklingum sem hafa verið að æfa í fjölda mörg ár (Bennell o.fl., 1999). Þá hefur verið gerður fjöldi skoðanakannana og um 86% íþróttamanna sem fengið hafa álagsbrot geta fundið og nefnt breytingu á æfingahegðun sinni stuttu áður en álagsbrotið fór að myndast svo það er breytingin sem hefur áhrif frekar en líkamlega formið sjálft. Svona kannanir eru hins vegar ekki til staðar á ómeiddum íþróttamönnum sem dregur þá aðeins úr styrk hinna kannana hjá þeim sem höfðu fengið álagsbrot (Bennell o.fl., 1999).

Augljóst er að óhófleg þjálfun, óhóflegt æfingamagn og endurtekin högg eru áhættuþættir fyrir öll íþróttameiðsl og kemur fáum á óvart að einstaklingar sem æfa meira en 5 klst á dag séu í meiri áhættu á meiðslum en þeir sem æfa minna en 5 klst á dag (Bennell o.fl., 1999). Við hlaup verður endurtekið höggálag á fætur. Þessi endurtekna hleðsla á beinin er nauðsynleg til að viðhalda eðlilegum beinstyrk við hóflegar aðstæður og þjálfun. Þessi hóflega hleðsla á bein getur leitt til aukins beinmassa þegar beinið aðlagast hleðslunni. Þegar óhóflegt endurtekið álag verður á bein getur orðið tap á beinmassa. Þá veldur hleðslan álagi og þenslu á beinið og veikir það. Þetta tap tengist myndun og útbreiðslu örsmárra örbrota á svæðinu inni beininu (Bennell o.fl., 1999). Einnig hefur ein rannsókn fundið að þrengri skrefvídd eykur þetta álag á sköflungsbein (Meardon og Derrick, 2014). Beinstyrkur er ekki aðeins tengdur beinþéttni, heldur einnig rúmfræði beins (Bennell o.fl., 1999). Þrjár rannsóknir fundust sem fjölluðu um rúmfræði sköflungsbeins. Rannsóknirnar voru gerðar á kyrrsetufólki, karlkyns íþróttamönnum og kvenkyns hlaupurum. Þar kom í ljós að kyrrsetumenn og einstaklingar með MTSS eða álagsbrot geti verið með minni þéttbeinshluta og minni staðbundna beinþykkt þéttbeins en þeir sem glímdu ekki við þessi meiðsli. Beinþykktin var þó ekki marktækt lægri hjá þeim sem fengu álagsbrot (Franklyn o.fl., 2008; Pepp o.fl., 2009). Þó eru takmarkanir í þessum rannsóknum að fjöldi þátttakenda og að samanburðarhóparnir mættu vera sambærilegri þar sem líkamsþyngd er fyrirboði beinþéttni og

þá mikilvægt að einstaklingar í samanburðarhóp séu svipaðir í hæð og þyngd svo marktækari niðurstöður fáiast.

Mislangir fótleggir eru taldir vera áhættuþáttur MTSS og álagsbrots (Bennell o.fl., 1999). Ef ekkert er gert í leiðréttingu á þessari skekkju, til dæmis ef ekki er vitað um hana eða hún hunsuð, þá getur misbeiting sett meira álag á annan fótinn með þeim afleiðingum að MTSS eða álagsbrot myndist. Bygging fótar getur aðstoðað við mat á hversu mikill kraftur er dempaður af fætinum og hversu mikill kraftur er fluttur til sköflungsins þegar fótur snertir jörð í þungaberandi stöðu í göngu, hlaupum eða hoppum (Bennell o.fl., 1999). Staða og bygging fótar hefur verið talinn áhættuþáttur MTSS og álagsbrots þar sem meðal annars hár iljarbogi (e. pes cavus) er stífari og ekki eins hæfur í að dempa högg og það veldur því að meiri kraftur fer til sköflungs. Lágur iljarbogi eða plattfótur (e. pes planus) er sveigjanlegri og dempar álagið með vöðvum, liðböndum og beinum fótar. Lágur iljarbogi er þó ekki eins stöðugur og hár iljarbogi í þungaberandi stöðu sem gæti leitt til þess að vöðvapreyta kæmi fyrr þar sem vöðvarnir þurfa þá að vinna meira til þess að stjórna hreyfingum og taka á móti höggum, sérstaklega í fráspyrnu (Bennell o.fl. 1999). Fjórar rannsóknir könnuðu hvort aukið bátbeinssig hefði aukna áhættu á MTSS eða álagsbroti. Þær sýndu að jákvætt bátbeinssig væri áhættuþáttur fyrir MTSS og álagsbrot en voru ekki sammála um hvort bátbeinssigið þyrfti einungis að vera jákvætt, >10 mm sig eða >3 mm mun á milli fóta (Yagi o.fl., 2013; Plisky o.fl., 2007; Moen o.fl., 2012; Kudo og Hatanaka, 2015).

Sveigjanleiki vöðva og liðferlar hafa oft verið taldir áhættuþættir meiðsla en þó aðeins ef þessir þættir spila nokkrir saman. Af þeim liðferlum sem skoðaðir hafa verið með vöðvalengd er aðeins liðferlar í útsnúningi (e. external rotation) í mjöðm og afturbeygja (e. dorsiflexion) í ökkla sem tengdir hafa verið við þróun álagsbrota (e. Bennell o.fl., 1999). Sumir hafa haldið því fram að beinagrindarvöðvar spili stórt hlutverk í þróun álagsbrota og MTSS. Stuttir vöðvar geta ýtt undir þróun álagseinkenni með því að auka tog á beinið við vöðvafestur. Beinagrindarvöðvar draga þó úr og dreifa kröftum frá undirstöðukrafti til beina. Við hlaup verður undirstöðukrafturinn tvö-til fimmföld líkamsþyngd og allt að tólföld líkamsþyngd við hopp og lendingar. Þá flyst höggbylgja upp beinagrindina sem m.a. vöðvar draga úr og dempa. Vöðvapreyta og veikleiki í vöðvum getur dregið úr þessari dempun sem eykur álag til beina og getur því aukið meiðslahættu (Bennell o.fl., 1999).

Íþróttamenn ættu að skipta þjálfun sinni í lotur og að eftir tvær til þrjár vikur af stífri þjálfun ætti að koma ein léttari æfingavika í kjölfarið. Þá fær líkaminn tíma til þess að aðlagast álaginu og meiri líkur verða á því að enduruppbygging beina nái að gera við örskemmdir ef þær eru til staðar (Bennell o.fl., 1999). Einnig er mikilvægt að íþróttamennirnir sjálfir haldi æfingadagbók til þess að hafa yfirsýn yfir magn, tegund og ákefð æfinga sem þeir taka. Þá verður auðveldara fyrir þjálfara og aðra fagaðila einnig að fylgjast með og ef meiðsli koma upp, sjá hvort einhverjar breytingar hafi orðið á þjálfuninni sem séu að valda þessu aukna álagi. Íþróttamenn ættu að fá fræðslu um álagseinkenni og geta haft þann möguleika að leita til sjúkraþjálfara eða annarra fagaðila um leið og grunur er á álagsmeiðslum, hvort sem það er MTSS, álagsbrot eða önnur meiðsli. Ef álagseinkenni eru uppgötvuð nógu snemma er hægt að grípa inn í þannig að þau verði ekki vandamál og gangi ekki það lengi að íþróttamaðurinn þurfi að hætta æfingum og keppni vegna meiðsla.

Undirlag sem æft er á skiptir gífurlegu máli og hefur lengi verið talinn áhrifa- og áhættuþáttur fyrir álagsbrot (Bennell o.fl., 1999). Meira álag kemur á fæturna á eftirgefanelgu undirlagi þar sem

undirstöðukrafturinn eykst og vöðvapreyta kemur fyrir einnig á mýkra undirlagi. Rannsóknir hafa þó ekki getað sýnt fram á tengingu milli undirlags sem æft er á og álagsbrota þegar einungis vikulegri hlaupavegalengd er stjórnað (Bennell o.fl., 1999). Þó ekki hafi fundist neinar vísbendingar úr rannsóknum um samband æfingaundirlags og álagsbrota er samt sem áður ráðlagt að íþróttamenn takmarki tíma þjálfunar sinnar á hörðu, ójöfnu undirlagi (Bennell o.fl., 1999). Skóbúnaður dempar högg frá jörðu og stjórnar hreyfingu í fót og ökkla. Talið er að gamlir eða mikið notaður skór geti verið áhættuþáttur þar sem fundist hefur að í gömlum skóm sé dempunin minni en í þeim nýrri og að það ýti undir álag á fótinn sjálfan (Bennell o.fl., 1999). Aðrar rannsóknir hafa sýnt að bara það að vera í góðum skóm sem hentar einstaklingnum minnkar líkurnar á meiðslum heilmikið. Aðeins það að hermenn skipti úr stígvélum yfir í íþróttaskó gæti minnkað algengi álagsbrota í fótlegg. Í rannsókn sem var gerð á hermönnum kom í ljós að þó að ekki hafi verið munur á algengi álagsbrota hjá þeim sem voru í stígvélum og körfuboltaskóm voru þeir sem æfðu í körfuboltaskóm með marktækt minna algengi álagseinkenna í fótum (Bennell o.fl., 1999).

Þær 14 rannsóknir sem fundust við kerfisbundna leit eru ekki lausar við takmarkanir og skekkjur. Kosturinn við leitina var að ekki var settur tímarammi á hvenær rannsóknirnar voru framkvæmdar og þær rannsóknir sem notaðar voru í niðurstöðurkafla voru gefnar út á árunum 1995-2015. Takmarkanir í þessari samantekt voru að rannsóknirnar voru aðeins fundnar í gegnum leitarvélina pubmed.com og voru aðeins valdar greinar sem skrifaðar voru á ensku. Í mörgum rannsóknanna voru fáir þátttakendur sem gæti haft áhrif á áreiðanleika vegna lítills úrtaks og þannig skekkt niðurstöður um áhættuþætti.

Tafla 6 sýnir samantekt um áhættuþætti og innra samband þeirra (Bennell o.fl., 1999)

| Áhættuþáttur | Vélhyggja (e. mechanism) og innra samband |
|--|--|
| Lág beinþéttni | Minnkaður styrkur beins |
| Minna bein | Minnkaður styrkur beins |
| Skekkja í beinagrind, t.d. mislangir fætur | Aukið tog á bein, óvenjulegt tog á bein, vöðvapreyta |
| Líkamsstærð (BMI) og samsetning | Aukið tog á bein, óvenjulegt tog á bein, vöðvapreyta, lág beinþéttni |
| Velta beins (e. bone turnover) | Lág beinþéttni, hækkað tog á bein, ófullnægjandi viðgerð á örskemmdum |
| Sveigjanleiki vöðva og liðferlar | Aukið tog á bein, óvenjulegt tog á bein, vöðvapreyta |
| Vöðvastyrkur og úthald | Aukið tog á bein, óvenjulegt tog á bein |
| Lág kalsíum inntaka | Meiri velta beins, lág beinþéttni, ófullnægjandi viðgerð á örskemmdum |
| Næringartengdir þættir | Breyting á líkamssamsetningu, lág beinþéttni, meiri velta beins, minnkað frásog kalsíums, tíðaóregla, ófullnægjandi viðgerð á örskemmdum |
| Tíðaóregla | Lág beinþéttni, meiri velta beins, aukin útskilnaður kalsíums |
| Þjálfun | Aukið tog á bein, óvenjulegt tog á bein, aukinn fjöldi högga á bein sem þarf að dempa, vöðvapreyta, ekki nægur tími fyrir viðgerð á örskemmdum, tíðaóregla, breytingar á líkamssamsetningu |
| Óhentungt undirlag | Aukið tog á bein, óvenjulegt tog á bein, vöðvapreyta |
| Óhentugur skóbúnaður | Aukið tog á bein, óvenjulegt tog á bein, vöðvapreyta |
| Hækkaðir ytri kraftar | Aukið tog á bein, vöðvapreyta |
| Genatengdir þættir | Lág beinþéttni, genatengdir þættir sem hafa áhrif á hraða enduruppbyggingu beins, sálfræðilegir þættir |
| Sálfræðilegir þættir | Óhófleg þjálfun, mataræði, átraskanir |

Gildi þessarar niðurstaðna fyrir sjúkrapjálfa eru þær að mikilvægt er að stuðla að forvörnum hjá ungum íþróttamönnum og vinna með þá áhættuþætti sem hægt er að stjórna eins og næringu, magni og tíðni æfinga, undirlagi sem æft er á og skóbúnað, sem og að grípa inn í þjálfun ef álagseinkenni eru byrjuð að koma fram. Því er mikilvægt að sjúkrapjálfa nýti þekkingu sína og komi jafnvel inn í þjálfun íþróttamanna eða kynni þessa áhættuþætti fyrir þjálfurum svo þeir geti fylgst betur með íþróttamanninum

og þannig komið í veg fyrir þróun langvarandi álagseinkenna. Hugmynd um frekari rannsóknir er langtímarannsókn um hvernig hægt er að reyna að koma í veg fyrir MTSS og álagsbrot hjá íþróttamönnum með forvörnum. Þá er hægt að vinna með fyrirbyggjandi æfingar sem tengjast áhættuþáttum þessara álagseinkenna. Kannað væri svo hvort að þeir sem fengu fyrirbyggjandi þjálfun í sinni íþrótt væru í minni áhættu að þróa með sér þessi álagseinkenni þegar þau eldast að því gefnu að þau stundi ennþá íþróttir miðað við þá sem fengu ekki þessa fyrirbyggjandi þjálfun.

Svona rannsókn ætti að vera vel framkvæmanleg á Íslandi og úrtakið gæti til dæmis verið unglingar í 7. og 8. bekk sem stunda frjálsiþróttir þar sem unglingar í kringum kynþroskaaldur eru móttækilegir fyrir styrk-og kraftþjálfun (Íþróttabandalag Reykjavíkur, 2008). Þá yrðu þau skimuð fyrir innri áhættuþáttum þessara álagseinkenna og fengju fyrirbyggjandi þjálfun sem yrði hluti af upphitun hjá unglíngunum. Þessum unglíngum væri svo fylgt eftir og við 18 ára aldur yrðu þau skimuð aftur fyrir áhættuþáttum þessara álagseinkenna og kannað hvort algengi MTSS og álagsbrota hafi minnkað með þessari meðferð í samanburði við árganginn sem kemur á undan eða eftir og hafði ekki fengið þessa fyrirbyggjandi þjálfun. Gallinn við svona rannsókn er þó að ekki er hægt að gera ráð fyrir að unglíngarnir séu ennþá í frjálsiþróttum fimm árum seinna og því ekki vitað hversu mikið brottfall verður úr rannsókninni. Einnig getur eftirfylgni í þessari fyrirbyggjandi þjálfun verið erfið og því er mikilvægt að þetta verði hluti af æfingunni sem þau framkvæma undir leiðsögn þjálfara.

6 Ályktun og lokaorð

Út frá niðurstöðum rannsókna sem skoðaðar voru í þessari samantekt er dregin sú ályktun að áhættuþættir MTSS og álagsbrots í sköflungsbeini séu að mestu leiti þeir sömu og ýti undir tengingu á milli þessara tveggja álagseinkenna. Þó að þetta séu að öllum líkindum tvö aðskilin álagseinkenni með sömu áhættuþætti, svipuð einkenni og staðsetningu er nauðsynlegt að sjúkraþjálfarar þekki muninn á einkennum þessara tveggja álagseinkenna til að geta vísað einstaklingum áfram í myndatökur og frekari skoðun ef grunur er um álagsbrot, veita skilvirka meðferð við þessum álagseinkennum og koma inn á forvarnir í þjálfun unglinga. Þær greinar sem notaðar voru í þessari samantekt koma einungis úr erlendum rannsóknum á íþróttamönnum og hermönnum og því ekki hægt að yfirfæra þær allar yfir á íslenskar aðstæður. Til þess að fá nákvæmari upplýsingar um algengi og áhættuþætti MTSS og álagsbrota á Íslandi þyrfti því að framkvæma rannsóknir á MTSS og álagsbrotum við íslenskar aðstæður hjá íslenskum íþróttamönnum.

Heimildaskrá

- Bahr R., Homle I. (2003). Risk factors for sports injuries – a methodological approach. *British Journal of Sports Medicine*, 37:384-392.
- Bennell K. L., Malcom S. A., Thomas S. A. (1995). Risk Factors for Stress Fractures in Female Track and Field Athletes: A retrospective analysis. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 5:229-235.
- Bennell K., Crossley K., Jayarajan J., Walton E., Warden S., Kiss Z. S., Wrigley T. (2004). Ground Reaction Forces and Bone Parameters in Females with Tibial Stress Fracture. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(3):397-403.
- Bennell K., Matheson G., Meeuwisse W., Brukner P. (1999). Risk Factors for Stress Fractures. *Sports Med*, 28(2):91-122.
- Brukner P., Khan K. *Clinical Sports Medicine*. 4 ed. Sydney: The McGraw-Hill Companies; 2014.
- Burrus M. T., Werner B. C., Starman J. S., Gwathmey F. W., Carson E. W., Wilder R. P., Diduch D. R. (2014). Chronic Leg Pain in Athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 43(6):1538-1547.
- Dowling G. J., Murley G. S., Munteanu S. E., Smith M. M. F., Neal B. S., Griffiths I. B., Barton C. J., Collins N. J. (2014). Dynamic foot function as a risk factor for lower limb overuse injury: a systematic review. *Journal of foot and ankle research*, 7:53.
- Edwards P. H., Wright M. L., Hartman J. F. (2005). A Practical Approach for the Differential Diagnosis of Chronic Leg Pain in the Athlete. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(8):1241-1249.
- Franklyn M., Oakes B. (2015). Aetiology and mechanisms of injury in medial tibial stress syndrome: Current and future developments. *World Journal of Orthopedics*, 6(8):557-589.
- Franklyn M., Oakes B., Field B., Wells P., Morgan D. (2008). Section Modulus Is the Optimum Geometric Predictor for Stress Fractures and Medial Tibial Stress Syndrome in Both Male and Female Athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 36(6):1179-1189.
- Hein T., Janssen P., Fritz-Wagner U., Grau S. (2012). Do lower extremity kinematics and training variables affect the development of overuse injuries in runners? – a prospective study. *Journal of Foot and Ankle Research*, 5:46.
- Hester J. T. (2006). Conquering Medial Tibial Stress Syndrome. *Podiatry Today*, 19(1).
- Íþróttabandalag Reykjavíkur. Stefnulýsing um tilhögun íþróttauppeldis æskufólks innan íþróttahreyfingarinnar. 2008 [sótt af netinu 5.maí 2016]; af; <http://www.ibr.is/barna-og-unglingaitrottir>
- Kudo S., Hatanaka Y. (2015). Forefoot flexibility and medial tibial stress syndrome. *Journal of Orthopedic Surgery*, 23(3):357-360.
- Meardon S. A., Derrick T. R. (2014). Effect of step width manipulation on tibial stress during running. *Journal of Biomechanics*, 47:2738-2744.

- Meeuwisse W. H., Tyreman H., Hagel B., Emery, C. (2007). A Dynamic Model of Etiology in Sport Injury: The Recursive Nature of Risk and Causation, *Clinical Journal of Sport Medicine*, 17(3):215-219.
- Moen M. H., Bongers T., Bakker E. W., Zimmermann W. O., Weir A., Tol J. L., Backx F. J. G. (2012). Risk factors and prognostic indicators for medial tibial stress syndrome. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 22:34-39.
- Murphy D. F., Connolly D. A. J., Beynon B. D. (2003). Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. *British Journal of Sports Medicine*, 37:13-29.
- Patel D. S., Roth M., Kapil N. (2011). Stress Fractures: Diagnosis, Treatment, and Prevention. *American Family Physician*, 83(1):39-46.
- Plisky M. S., Rauh M. J., Heiderscheid B., Underwood F. B., Tank R. T. (2007). Medial Tibial Stress Syndrome in High School Cross-Country Runners: Incidence and Risk Factors. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 37(2):40-47.
- Popp K. L., Hughes J. M., Smock A. J. Novotny S. A., Stovitz S. D., Koehler S. M., Petit M. A. (2009). Bone Geometry, Strength, and Muscle Size in Runners with a History of Stress Fracture. *Medicine & Science in Sport & Exercise*, 41(12):2145-2150.
- Sharma J., Golby J., Greeves J., Spears I. R. (2011). Biomechanical and lifestyle risk factors for medial tibia stress syndrome in army recruits: A prospective study. *Gait & Posture*, 33: 361-365.
- Timpka T., Jacobsson J., Bickenbach J., Finch C. F., Ekberg J., Nordenfelt L. (2014). What is Sports Injury? *Sports Medicine*, 44:423-428.
- Triebel J., Bjarnadóttir Ó. H. (2007). Hugmyndafræði flokkunarkerfis ICF – árangursrík nálgun í endurhæfingu ... og víðar? *Læknablaðið*, 93(1).
- Wright A. A., Taylor J. B., Ford K. R., Siska L., Smoliga J. M. (2015). Risk factors associated with lower extremity stress fractures in runners: a systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 49(23):1517-1523.
- Yagi S., Muneta T., Sekiya I. (2013). Incidence and risk factors for medial tibial stress syndrome and tibial stress fracture in high school runners. *Knee Surgery Sport Traumatology Arthroscopy Journal*, 21:556-563.