

Lokaverkefni til BS-prófs í sjúkraþjálfun

Stærð stefnubreytingar
Útreikningar og tengsl við lífaflfræðileg gildi í framkvæmd gabbhreyfinga

Gísli Vilhjálmur Konráðsson og Guðjón Gunnarsson

Leiðbeinandi: Dr. Kristín Briem

Meðleiðbeinandi: Haraldur Björn Sigurðsson, MS

Námsbraut í sjúkraþjálfun

Læknadeild

Heilbrigðisvísindasvið Háskóla Íslands

Júní 2017

Thesis for a BS degree in Physical Therapy

Sidestep Angle
Estimation and Association with Biomechanical Values
in Sidestep Maneuver

Gísli Vilhjálmur Konráðsson and Guðjón Gunnarsson

Supervisor: Dr. Kristín Briem

Co-Supervisor: Haraldur Björn Sigurðsson, MS

Department of Physical Therapy

Faculty of Medicine

School of Health Sciences

June 2017

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

© Gísli Vilhjálmur Konráðsson og Guðjón Gunnarsson 2017

Prentun: Háskólaprent

Reykjavík, Ísland 2017

Ágrip

Gísli Vilhjálmur Konráðsson og Guðjón Gunnarsson. Stærð stefnubreytingar: Útreikningar og tengsl við lífafræðileg gildi í framkvæmd gabbhreyfinga. Leiðbeinandi: Dr. Kristín Briem. Meðleiðbeinandi: Haraldur Björn Sigurðsson, MS. BS ritgerð í sjúkráþjálfun, Háskóli Íslands, 2017.

Bakgrunnur: Slit á fremra krossbandi er alvarlegur áverki og er endurhæfing löng. Rannsóknir beinast margar að því að greina orsakir og áhættuþætti. Eitt af því sem getur bætt rannsóknir á þessu sviði er traust og gagnreynd aðferðafræði.

Tilgangur: Markmið þessarar rannsóknar var að meta stærð stefnubreytingur við framkvæmd gabbhreyfinga með þremur ólíkum aðferðum. Útkoma tveggja aðferða var síðan notuð til að greina tengsl við þekkta áhættuþætti fyrir sliti á fremra krossbandi.

Aðferðir: Þátttakendur voru 10-12 ára börn sem stunduðu fótbolta eða handbolta. Eftir 5 mínútna upphitun framkvæmdu þau 5 stefnubreytingar til hægri og vinstri, og gengust síðan undir þreytuíhlutun. Eftir þreytuíhlutunina voru mælingar endurteknar. Gögnum var safnað með Qualisys-hreyfigreiningarkerfi og AMTI-kraftplötum. Fjölpáttu dreifnigreining (e. multifactorial ANOVA) var notuð til að bera saman reikniaðferðirnar og samdreifnigreining (e. ANCOVA) til að athuga fylgni þeirra við lífafræðileg gildi. Marktektarmörk voru sett 0,05.

Niðurstöður: Marktækur munur var á öllum þremur reikniaðferðunum hvað varðar stærð stefnubreytingar. Reikniaðferðin sem byggði á stöðu hæla sýndi stærstu stefnubreytinguna. Marktæk hlutfylgni mældist á milli kiðvægis um hné annars vegar, og stærð stefnubreytingar með reikniaðferð hæla og hliðarhalla bols hins vegar.

Ályktun: Hugsanlega er val á aðferð mikilvægur þáttur í rannsóknum á stærð stefnubreytingar. Staða fóta gæti verið góð leið til að meta stærð stefnubreytingar þegar fylgni við kiðvægi um hné er skoðuð.

Abstract

Gísli Vilhjálmur Konráðsson and Guðjón Gunnarsson. Sidestep Angle: Estimation and Association with Biomechanical Values in Sidestep Maneuver. Supervisor: Dr. Kristín Briem. Co-Supervisor: Haraldur Björn Sigurðsson, MS. BS thesis in Physical Therapy, University of Iceland, 2017.

Background: Tear of the anterior cruciate ligament is a serious injury and the proceeding rehabilitation takes a long time. Many studies on this topic aim to analyse the causes of the injury. One opportunity for improvements and more detailed results in these researches is a trust and well defined methodology.

Aim: This research aimed to analyse three different methods for assessing the angle of a sidestep maneuver and correlate them with known biomechanical risk factors for rupture of the anterior cruciate ligament.

Methods: Subjects were 10-12 year old participants in soccer and handball. After five minutes warm up they executed five sidestep maneuvers to right and left. This was followed by a five minute fatigue protocol. After the fatigue protocol, sidestep maneuvers were repeated. Data was gathered with a Qualisys motion capture system and AMTI force plates. The data was analysed with multifactorial ANOVA and ANCOVA to investigate differences between methods and partial correlations with biomechanical factors. Alpha was set at 0.05.

Results: Significant differences was found between all methods for assessing the sidestep angle and the one that used position of the feet as reference gave the greatest angle. Significant partial correlations was found between knee valgus moment and the sidestep angle with one method and frontal position of the trunk.

Conclusions: The choice of methods for assessing sidestep angle might be an important factor in researches on the topic of sidestep angle. Feet are probably a good reference landmark to assess the angle of a sidestep maneuver when correlating with knee valgus moment.

Þakkir

Við viljum þakka leiðbeinanda okkar, dr. Kristínu Briem, fyrir mikinn stuðning í smíði ritgerðarinnar. Til hennar gátum við leitað í tíma og ótíma. Einnig viljum við þakka meðleiðbeinanda okkar, Haraldi Birni Sigurðssyni doktorsnema, fyrir ítarlega kennslu á sviði lífaffræðinnar og leiðsögn í verkefninu.

Við erum mjög þakklátir dr. Þórarni Sveinssyni fyrir mikla og góða aðstoð við flókna gagna- og tölfraeðiúrvinnslu.

Að lokum viljum við þakka Margréti Guðmundsdóttur málfræðingi fyrir málfarsráðgjöf.

Efnisyfirlit

Ágrip	ii
Abstract.....	iii
Þakkir.....	iv
Efnisyfirlit	v
Myndaskrá	vii
Töfluskra.....	vii
Listi yfir skammstafanir	viii
1 Inngangur.....	1
1.1 Faraldsfræði.....	2
1.2 Afleiðingar áverka á fremra krossbandi	2
1.3 Fremra krossband, slit og áhættuþættir	3
1.3.1 Líffærafræði	3
1.3.2 Atburður áverkans	4
1.3.3 Áhættuþættir	4
1.3.3.1 Kiðvægi.....	4
1.3.3.2 Kyn.....	5
1.4 Stefnubreyting og kiðvægi	5
1.4.1 Stærð stefnubreytingar	6
1.4.2 Hreyfistjórn bols	6
1.4.3 Þreyta	7
1.4.4 Þreyta og kiðvægi.....	7
1.5 Markmið og aðferðir rannsókna sem skoða stærð stefnubreytingar	8
1.6 Mikilvægi rökstuddra aðferða við mat á stærð stefnubreytinga.....	9
1.7 Forvarnir	10
2 Markmið	12
3 Efni og aðferðir	13
3.1 Rannsóknarsnið.....	13
3.2 Þátttakendur	13
3.3 Framkvæmd.....	13
3.4 Gagnavinnsla.....	16
3.4.1 Útreikningar á stærð stefnubreytingar í gabbhreyfingu	16
3.4.2 Kiðvægi um hné og hliðarhalli bols í stefnubreytingu fundin	18

3.5	Tölfræðiúrvinnsla	18
4	Niðurstöður	19
4.1	Lýðfræðilegar upplýsingar úrtaks	19
4.2	Munur reikniaðferða á stærð stefnubreytingar	19
4.3	Þreyta og stærð stefnubreytingar	20
4.4	Kiðvægi.....	20
4.4.1	Innbyrðis fylgni LH, MH, HH, hliðarhalla bols og kiðvægis.....	20
4.4.2	Hlutfylgni LH, HH og hliðarhalla bols við kiðvægi.....	21
4.4.3	Kiðvægi fyrir og eftir þreytuíhlutun.....	21
5	Umræða.....	22
5.1	Helstu niðurstöður	22
5.2	Reikniaðferðir.....	22
5.2.1	Samanburður við aðrar aðferðir.....	22
5.3	Megináhrif þreytuíhlutunar á horn.....	23
5.4	Kiðvægi.....	23
5.4.1	Fylgni við LH og HH.....	24
5.4.2	Fylgni við hliðarhalla bols	24
5.4.3	Þreyta	25
5.5	Mat á aðferðum	25
5.6	Styrkleikar og veikleikar.....	25
6	Ályktanir	27
	Heimildaskrá.....	28
	Fylgiskjal I.....	33
	Fylgiskjal II.....	34
	Fylgiskjal III.....	35
	Fylgiskjal IV	37
	Fylgiskjal V.....	38
	Fylgiskjal VI	39

Myndaskrá

Mynd 1. Uppsetning á endurskinskúlum skv. leiðbeiningum „C-Motion Marker Set Guidelines“ (Marker Set Guidelines, 2015).	14
Mynd 2. Dæmi um kyrrstöðumælingu af þátttakanda þar sem endurskinskúlurnar eru notaðar til að skilgreina líkamshluta og staðsetja miðju liða í þrívíðu Qualisys Oqus 300 hreyfigreiningarkerfi (Qualisys AB, Gautaborg, Svíþjóð).	14
Mynd 3. Dæmi um stefnubreytingu þar sem þátttakandi stígur inn á kraftplötu og tekur stefnubreytingu til hægri af stærð sem hann ákveður sjálfur fram hjá „varnarmanni“	15
Mynd 4. Uppsetning skautabrettis fyrir þreytuíhlutun rannsóknarinnar. Þátttakendur skautuðu í fimm mínútur til hægri og vinstri með stigvaxandi ákefð.	16
Mynd 5. Tímamarkar í stefnubreytingunni. Rauðu örvarnar tákna vigra sem lýsa þeirri færslu sem verður á líkamanum í gegnum stefnubreytinguna fram hjá gula „varnarmanninum“. Bláu örvarnar benda á þá tímamarkar í stefnubreytingunni þar sem staðsetning viðmiðunarpunktanna (x- og y-hnit) var fengin.	17
Mynd 6. Stærð stefnubreytingar. Rauðu örvarnar tákna þá vigra sem reiknaðir voru til að afmarka þríhyrning og kósínusarreglunni var beitt á. Bláa punktalínan táknar enga stefnubreytingu sem væri mæld 0°. Hringurinn er dreginn um stærð stefnubreytingar og horn hennar stækkar eftir því sem hún er stærri.	17
Mynd 7. Samanburður á reikniaðferðum LH, MH og HH. Myndin sýnir hæsta og lægsta gildi hvernar reikniaðferðar ásamt fjórðungsmörkum án þess að leiðrétt sé fyrir endurteknum mælingum.	19
Mynd 8. Meðaltöl minnstu fervika á stærð stefnubreytingar með hverri reikniaðferð fyrir og eftir þreytu ásamt staðalfrávikum. *Marktækur munur á stærð stefnubreytingar fyrir og eftir þreytuíhlutun. 20	

Töfluskrá

Tafla 1. Lýsandi tölfræði fyrir aldur, hæð og þyngd þátttakanda. Upplýsingar skorti um aldur eins þátttakanda.	19
Tafla 2. Tukey-efitiráprófs á mismuni reikniaðferðanna LH, MH og HH.	19
Tafla 3. Fylgnistuðlar LH, MH, HH, hliðarhalla bols og kiðvægis hvert við annað.	20
Tafla 4. Staðlaðar hallatölur og hlutfylgni kiðvægis við LH, HH og hliðarhalla bols.	21

Listi yfir skammstafanir

FK	Fremra krossband
LH	Stærð stefnubreytingar, reiknuð út frá stöðu massamiðju líkamans
MH	Stærð stefnubreytingar, reiknuð út frá stöðu massamiðju mjaðmagrindarinnar
HH	Stærð stefnubreytingar, reiknuð út frá stöðu neðri hælendurskinsmerkja

1 Inngangur

Bahr og Krosshaug (2005) útbjuggu fjölpáttu líkan að fyrirmynd faraldsfræðilíkans Meeuwisse (1994) til þess að skýra út samband innri áhættuþátta, ytri áhættuþátta og aðstæðna annars vegar og ákveðinna meiðsla hins vegar. Líkan Meeuwisse (1994) skilgreindi fjögur skref. Fyrsta skrefið var að skilgreina vandamálið, tíma og alvarleika meiðslanna. Skref tvö var að taka saman orsakir og atburð áverkans. Þriðja skrefið var að beita forvarnarúrræði og að lokum rannsaka árangur og skilvirkni þess. Markmið líkans Bahr og Krosshaug (2005) var að útfæra lífaffræðilega nálgun á áhættuþætti meiðsla og útbúa heildræna nálgun sem gerir ráð fyrir öllum þeim þáttum sem koma að meiðslunum. Með þessum hætti mætti kanna gagnkvæm áhrif milli þeirra þátta sem hugsanlega orsaka meiðslin. Lokamarkmið með slíku líkani væri að þróa sértækt fyrirbyggjandi úrræði til að koma í veg fyrir meiðslin. Þannig getur líkanið hugsanlega varpað ljósi á hversu flókið samband margra ólíkra þátta tengist meiðslum í íþróttum. Þetta samband er á milli innri áhættuþátta, ytri áhættuþátta og aðstæðna. Líkanið er þannig verkfæri sem nýta má í skipulagningu forvarna sem ætlað er að draga úr tíðni meiðsla.

Rannsóknir á slitum fremra krossbands (FK) hafa margar hverjar einmitt það sem útlistað er hér að ofan að markmiði sínu, þ.e. að afla upplýsinga sem geta nýst við að draga úr tíðni áverkans. Dæmi um tíðni slitanna er 0,97 slit á hverjar 1000 klst. í keppni í handknattleik (Myklebust o.fl., 1997). Þó svo tíðni meiðslanna sé minni heldur en margra annarra er endurhæfingin sem fylgir löng (Anderson o.fl., 2016), afleiðingarnar alvarlegar (Lohmander o.fl., 2007; Øiestad o.fl., 2010) og íþróttamenn geta átt erfitt með að ná fyrri getu eftir endurhæfinguna (Arden o.fl., 2014). Með því að bera kennsl á áhættuþætti og aðstæður í slitum á FK má gefa betri mynd af áverkanum og draga úr meiðslatíðninni með vel ígrunduðu forvarnarúrræði sem skilar tilheyrandi ávinningi fyrir íþróttaiðkendur (Bahr og Krosshaug, 2005). Einn slíkur innri áhættuþáttur er lífaffræðilega breytan kiðvægi um hné sem hefur forspárgildi fyrir slit á FK (Hewett o.fl., 2005). Kiðvægi um hné hefur t.d. verið rannsakað við framkvæmd misstórra stefnubreytinga (e. sidestep) þar sem kiðvægið er aukið við stærri stefnubreytingu (Besier o.fl., 2001; Sigward o.fl., 2015). Kerfisbundin samantektargrein Pappas o.fl. (2014) á áhrifum forvarnaríhlutana á lífaffræðilegar breytur í stefnubreytingu tók fram að aðferðafræði þeirra rannsókna sem lágu fyrir greiningunni skorti gæði og bóta væri þörf á henni. Aðferðum sem beitt hefur verið við að áætla stærð stefnubreytingarinnar eru ólíkar í rannsóknum og af þeim sökum getur reynst erfitt að bera saman niðurstöður þeirra (Besier o.fl., 2001; Dempsey o.fl., 2009; Imwalle o.fl., 2009; Jamison o.fl., 2012; McLean o.fl., 2005).

Með hliðsjón af líkani Bahr og Krosshaug (2005) verður farið í gegnum ýmsar upplýsingar sem rannsóknir hafa aflað um slit á FK. Sér í lagi verður fjallað um þá áhættuþætti sem tengjast stefnubreytingu og stærð hennar. Aðferðafræði verður í forgrunni með það að markmiði að leggja línur um hvernig mögulegt væri að auka gæði hennar og afla betri upplýsinga sem nýst gætu við þróun forvarnaríhlutana til að minnka tíðni slita á FK.

1.1 Faraldsfræði

Áætlaður heildarfjöldi slita á FK hefur gjarnan verið byggður á tölum um framkvæmdar aðgerðir. Samkvæmt ástralskri rannsókn sem skoðaði gögn frá árunum 2003-2008 var fjöldi aðgerða 52 á hverja 100.000 íbúa (Janssen o.fl., 2012). Granan o.fl. (2008) tóku saman tölur úr norskum gagnagrunni og mátu raunfjölda slita á FK á bilinu 50-100% fleiri en tölur um fjölda aðgerða þar sem um og yfir 30% af þeim sem greinast með slitið FK fara ekki í aðgerð. Tölur um fjölda aðgerða vanáætla því heildarfjölda slita á FK. Samkvæmt óbirtum upplýsingum um aðgerðir á FK á árunum 2006-2011 ásamt heildarfjölda greindra tilfella með segulóm skoðun er fjöldi aðgerða á Íslandi 39,4 tilfelli á hverja 100.000 íbúa á ári hverju en greind tilfelli samkvæmt sömu rannsókn voru 75,1 á hverja 100.000 íbúa (Micah Nicholls skriflegar upplýsingar, 2017). Skv. Granan o.fl. (2008) eru aðgerðir vegna slita á FK mun algengari hjá yngra fólki. Þau sýndu að í aldurshópnum 16-39 ára var fjöldi aðgerða á FK 85 á hverja 100.000 íbúa samanborið við 34 aðgerðir á hverja 100.000 íbúa hjá öllum aldurshópnum (Granan o.fl., 2008). Meiðslin eru algengari hjá íþróttafólki heldur en öðrum og eru um þrjú prósent af heildarfjölda meiðsla í íþróttum (Hootman o.fl., 2007; Janssen o.fl., 2012). Rannsókn Myklebust o.fl. (1997) á handboltaiðkendum á afreksstigi sýndi að tíðni slita á FK væri 0,97 tilfelli fyrir hverjar 1000 leiknar mínútur í keppni. Tíðni meiðslanna segir hins vegar lítið um alvarleika þeirra.

Arendt o.fl. (1999) rannsökuðu mismun á fjölda slita á FK milli kven- og karlkyns íþróttamanna sem stunduðu sömu íþrótt. Niðurstöður þeirra sýndu að konur væru tvöfalt líklegri til að slíta FK í aðstæðum sem skilgreindar eru með snertingu en þrisvar sinnum líklegri til að slíta krossbönd í aðstæðum án snertingar. Rannsókn Myklebust o.fl. (1997) sýndi álíka niðurstöður þar sem hlutfall leikja þar sem íþróttamaður varð fyrir áverka á FK var hærra hjá konum (0,77%) en körlum (0,31%). Þessi mismunandi áhætta milli kynja hefur leitt til rannsókna til að útskýra af hverju konur í íþróttum eru líklegri til að slíta FK. Rannsókn Stracciolini o.fl. (2015) greindi ekki marktækan mun milli kynja á nýgengi meiðslanna hjá ungmönnum á aldrinum 13-17 ára en tíðni hjá konum jókst marktækt hraðar gegnum kynþroskaaldur og hlutfall slita á FK af heildarmeðslum var hærra hjá stúlkum en strákuum í elsta aldurshópnum.

1.2 Afleiðingar áverka á fremra krossbandi

Þrátt fyrir að slit á FK séu ekki meðal algengustu meiðsla í íþróttum er miklum tíma varið í rannsóknir á orsökum þeirra, ekki síst vegna þess hversu mikil áhrif þau geta haft til styttri og lengri tíma. Endurhæfing, hvort sem meðferð felst í endurgerð liðbandsins eða ekki, tekur langan tíma og getur haldið íþróttamanni frá æfingum og keppni. Samantektarrannsókn Anderson o.fl. (2016) tók saman tímaviðmið fyrir endurhæfingu eftir endurgerð á FK. Af rannsóknum sem teknar voru saman leyfðu 76% hlaup eftir 3 mánuði, 67% þátttöku í íþróttum með stefnubreytingum eftir 6 mánuði og 86% leyfðu þátttöku í íþróttum án hömlunar eftir 9 mánuði.

Flestir þeir sem gangast undir endurgerð á FK snúa aftur til íþróttaiðkunar en samkvæmt samantektarrannsókn Ardern o.fl. (2014) sneru 81% íþróttaiðkenda aftur í íþróttir eftir aðgerð. Samkvæmt sömu grein var hlutfall þeirra sem fóru aftur í keppni á sama getustigi og fyrir aðgerð aðeins 65% og hlutfall þeirra sem sneru aftur til iðkunar á afrekstigi var aðeins 55%. Lee o.fl. (2008) gerðu rannsókn á hvaða ástæður íþróttamenn nefndu helst fyrir því að snúa ekki aftur til

íþróttaiðkunar. Ein af meginástæðum sem þátttakendur nefndu fyrir að snúa ekki aftur í íþróttir eftir aðgerð var óttinn við að meiðast aftur. Þessi ótti við að meiðast gefur vísbendingu um það sálræna álag sem meiðslin geta valdið hjá þeim sem fyrir þeim verða til viðbótar við tímafreka endurhæfingu.

Tengman o.fl. (2014) rannsókuðu meðal annars færni og styrk í hné rúmum tuttugu árum eftir áverka á FK hjá 70 einstaklingum og báru saman við samanburðarhóp. Niðurstöður sýndu að á þeim fæti sem krossband hafði slitnað mældist minni færni mæld með Lysholm og KOOS spurningalistum. Minni vöðvastyrkur var í kraftmælingu á jöfnum hraða í réttu og beygju í hné en hjá samanburðarhópnum. Í sömu rannsókn kom fram að BMI-líkamsþyngdarstuðull þeirra sem höfðu sögu um krossbandaslit var marktækt hærri en þeirra sem voru í samanburðarhópnum. Samantektargrein Lohmander o.fl. (2007) sýndi mikinn breytileika í niðurstöðum rannsókna hjá þeim sem þróa með sér slitgigt í hné. Rannsóknir sem þeir tóku saman mátu hlutfallið frá 10% til 90%. Ályktun þeirra er að hlutfallið liggja einhvers staðar þarna á milli, eða um 50%.

Fyrir utan þau neikvæðu áhrif sem slit á FK hafa fyrir einstaklinga sem fyrir þeim verða eru þau einnig dýr fyrir heilbrigðiskerfið. Janssen o.fl. (2012) tóku saman gögn frá áströlsku heilbrigðis- og velferðarstofnuninni (AIHW) og mátu þeir heildarkostnað við aðgerðir á FK vera 45 milljónir evra eða 3.772-4.797 evrur á hverja aðgerð. Þetta eru vísbendingar um að forvarnir á þessu sviði geti verið ábatasamar fyrir þjóðfélagið vegna hlutfallslega lítils kostnaðar samanborið við kostnað vegna aðgerða (Swart o.fl., 2014).

1.3 Fremra krossband, slit og áhættuþættir

1.3.1 Líffærafræði

Innan liðpoka hnjálíðarins eru meðal annars liðbönd sem tengja saman lærlegg og sköflung. Tvö þeirra eru nefnd fremra og aftara krossband vegna þess að í þykktarplani (e. sagittal plane) krossa þau hvort annað (Drake o.fl., 2009). FK samanstendur af tveimur knippum sem liggja frá hliðlægum vegg millihnúfnagrófar (e. intercondylar fossa) á lærlegg og þaðan fram á við og inn að miðlínu að festu sinni, hliðlægt á fremri millihnúfnareit (e. intercondylar area) (Kopf o.fl., 2009).

Knippi FK kallast fram- og miðlægt knippi (e. anteromedial) annars vegar og hins vegar aftur- og hliðlægt knippi (e. posterolateral) eftir því hvar þau festast með tilliti hvort til annars á sköflungi (Kopf o.fl., 2009). Þegar hnéð er í réttu liggja knippin samsíða en þegar hnéð er beygt vefjast þau hvort um annað þannig að FK í heild sinni er snúið inn á við frá upptökum að festu (Kopf o.fl., 2009).

Ein meginvirkni FK er að vinna gegn framskriði sköflungs miðað við lærlegg en mismunandi hlutar þess sinna því hlutverki hverju sinni. Í réttu er aftur- og hliðlæga knippið strekkst en eftir því sem hnéð er beygt meira slaknar á því og fram- og miðlægt knippi strekkist. Þessi eiginleiki er tilkominn vegna snúningsins sem lýst var að ofan og með þessu móti getur alltaf einhver hluti liðbandsins verið strekkur, sama hver staða hnjálíðarins er (Zantop o.fl., 2007). Minnsti strekkur beggja knippa er þegar hnéð er í 30° beygju (Hartigan o.fl., 2011; Torzilli o.fl., 1981). Ásamt þessu veitir FK mótstöðu gegn snúningsálagi í þverskurðarplani (e. transverse plane) og njóra- og kiðálagi (e. varus and valgus loads) og samblandi beggja (Li o.fl., 2007). Aftur- og hliðlæga knippið leikur svo hlutverk í mótstöðu útsúnings sköflungs miðað við lærlegg (Zantop o.fl., 2007).

Legu og virkni aftara krossbandsins er í grófum dráttum öfug við legu og virkni þess fremra (Drake o.fl., 2009).

1.3.2 Atburður áverkans

Rannsóknir sem greina myndbandsupptökur (e. video analysis) af áverkum á FK eru þær vænlegustu sem bjóðast til þess að rannsaka slit á FK við raunaðstæður (e. in vivo). Í kerfisbundinni samantektargrein (e. systematic review) tóku Carlson o.fl. (2016) saman niðurstöður 20 slíkra rannsókna. Samkvæmt niðurstöðum hennar er algengast að slit á FK verði í aðstæðum sem eru skilgreindar án snertingar (e. non-contact), þ.e. þar sem engin snerting verður við annan leikmann eða minni háttar truflun verður á hreyfingu líkamans án þess að bein snerting eigi sér stað við annan leikmann. Meiri hætta var við slíkar aðstæður í aukinni nálægð við andstæðing, þegar meiri núningur var milli skóbúnaðar og undirlags og þegar krefjandi hreyfingar eins og stefnubreytingar í forni hliðarskrefs voru framkvæmdar. Í handbolta eru auknar líkur á slitum FK án snertingar þegar lið sækja en í knattspyrnu er það þegar lið verjast. Í samantektinni var reiknað meðaltal allra viðfanga úr fjórum rannsóknanna sem gaf að við stökk og hliðarskref er hnéð beygt minna en 30° ($16^\circ \pm 8,5^\circ$) þegar FK slitnar. Jafnframt var hnéð í hlutlausri njóra-/kiðstöðu (e. varus/valgus position) þegar fóttur snerti undirlagið. Að síðustu ber að nefna tímasetningu sjálfs slitsins á FK en það átti sér stað 20-50 ms. eftir fyrstu snertingu fótar við undirlagið (Carlson o.fl., 2016). Fleiri rannsóknir hafa sýnt að meirihluti slita á FK verður í aðstæðum án snertingar (Agel o.fl., 2016; Myklebust o.fl., 1997). Jafnframt hefur verið sýnt að hlutfall slíkra aðstæðna er 60% hjá körlum og 59% hjá konum miðað aðrar aðstæður (Agel o.fl., 2016).

1.3.3 Áhættuþættir

1.3.3.1 *Kiðvægi*

Hewett o.fl. (2005) rannsökuðu 205 kvenkyns knattspyrnu-, körfubolta- og blakleikmenn á unglingsaldri. Þeir framkvæmdu lífafllfræðimælingar þar sem þátttakendur létu sig falla af 31 sm háum kassa á kraftplötu og stukku í kjölfarið eins hátt upp og þeir gátu í lóðréttu stefnu (fallhopp). Eftir mælingarnar var þátttakendum fylgt eftir og öll slit á FK skráð. FK slitnaði hjá 9 þátttakendum, að meðaltali fimm mánuðum eftir upphaflegu mælingarnar. Þegar rýnt var í upphaflegu mælingarnar kom í ljós að kiðvægi þeirra þátttakenda sem síðar slitu FK hafði mælst marktækt meira heldur en þeirra sem meiddust ekki, bæði við fyrstu snertingu við kraftplötuna í upphafi landingar og þegar tekið var mið af mesta kraftvægi sem mældist. Þar að auki var fráfærsla hnésins (e. knee abduction angle) marktækt meiri hjá þeim sem slitu FK og innan þess hóps var einnig marktæk jákvæð fylgni á milli fráfærslunnar og mesta lóðréttu þverkrafts jarðar (e. peak vertical ground reaction force). Sú fylgni var ekki til staðar hjá þeim sem ekki meiddust. Í niðurstöðum Hewett o.fl. (2005) kom einnig fram að kiðvægi og fráfærsla hnjáliðarins höfðu marktækt forspárgildi fyrir slit á FK og kiðvægi hafði mikið næmi (78%) og sértæki (73%) til að spá fyrir um slit á FK hjá unglingsstelpum.

1.3.3.2 Kyn

Samkvæmt Anderson o.fl. (2001) þar sem flatarmál fremra krossbands var mælt með segulómskoðun höfðu karlar marktækt stærra FK heldur en konur eftir að leiðrétt hafði verið fyrir þyngd. Að auki fannst jákvæð fylgni á milli flatarmáls liðbandsins og líkamshæðar hjá körlum en ekki hjá konum.

Hinton o.fl. (2008) mældu framskriðshreyfingu í hnám, þ.e. hreyfingu sköflungs gagnvart lærlegg, með hnjáliðbandamæli (e. knee ligament arthrometer) hjá drengjum og stúlkum og komust að því að stúlkur höfðu að jafnaði meira hreyfiútslag en strákar. Slík hreyfing er einmitt sú sem meginvirkni FK gengur út á að vinna gegn (Zantop o.fl., 2007).

Niðurstöður Anderson o.fl. (2001) sýndu að vöðvakraftur fjórhöfða (e. quadriceps) og aftanlærisvöðva (e. hamstrings) var marktækt meiri hjá körlum samanborið við konur þegar leiðrétt var fyrir þyngd. Að auki sýndu þær að hlutfallslegur vöðvakraftur aftanlærisvöðva miðað við fjórhöfða var meiri hjá körlum. Vöðvarafrit benda einnig til þess að karlar og konur virki vöðvana á ólíkan hátt en Sigward og Powers (2006) sýndu fram á mismunandi vöðvavinnu karla og kvenna í hliðarskrefi. Út frá niðurstöðum vöðvarafrits var þessi virkni mæld sem hlutfall af hámarks viljastýrðum jafnlengdarsamdrætti. Í bremsuferli í hliðarskrefi mældist meiri virkni framanlærisvöðva hjá konum samanborið við karla. Niðurstöður Anderson o.fl. (2001) sýna að aftanlærisvöðvar sem aðstoða FK við að vinna gegn framskriði sköflungs miðað við lærlegg eru hlutfallslega veikari heldur en fjórhöfðinn sem setur aukið álag á FK hjá konum (Hartigan o.fl., 2011). Jafnframt sýna niðurstöður Sigward og Powers (2006) að fjórhöfðinn er virkari hjá konum í hliðarskrefi sem getur aukið álag á krossbandið í því (Hartigan o.fl., 2011).

Hewett o.fl. (2004) rannsökuðu á hreyfistjórn í fallhoppi (e. drop jump) hjá drengjum og stúlkum fyrir og eftir kynþroska. Munur fannst á hreyfistjórn kynjanna eftir kynþroska þar sem hámarks kiðstaða í hnám stúlkna jókst meira en stráka. Þar sem kiðvægi við aðstæður sem þessar hefur forspárgildi fyrir slit á FK gefa niðurstöðurnar til kynna að hætta stúlkanna á að verða fyrir áverkanum aukist í gegnum kynþroskaskeiðið (Hewett o.fl., 2004; Hewett o.fl., 2005).

Munur á líffærafræði kynjanna, hreyfistjórn og vöðvavirkni í kringum hné sýnir að margir þættir geta skýrt af hverju konur eru í aukinni hættu á að slíta FK (Arendt o.fl., 1999) og fjölmargar aðrar ástæður koma til greina sem útskýra þessa auknu hættu (Anderson o.fl., 2016).

1.4 Stefnubreyting og kiðvægi

Í ensku fræðimáli kallast einföld stefnubreyting í formi hliðarskrefs „sidestep cutting“. Fleiri gerðir stefnubreytingar eru til heldur en sú sem er í formi hliðarskrefs, t.d. víxlspor (e. crossover cutting) (Besier o.fl., 2001). Framvegis vísar orðið stefnubreyting til þeirrar athafnar í íþróttum þegar leikmaður tekur stefnubreytingu í formi hliðarskrefs af öðrum fæti til gagnstæðrar hliðar.

Í íþróttum eins og knattspyrnu á afreksstigi eru breytingar á stefnu leikmanns fjölmargar eins og Bloomfield o.fl. (2007) benda á en samkvæmt niðurstöðum þeirra er meðalfjöldi beygja og sveigja (e. turns and swerves) 727 ± 203 fyrir hvern leikmann í leik í ensku úrvalsdeildinni í knattspyrnu. Samkvæmt rannsókn McGovern o.fl. (2015) kjósa íþróttamenn að nota stefnubreytingu eins og skilgreind var hér að ofan umfram aðrar eins og víxlspor. Einhver hluti af fjöldanum sem tilgreindur er í

rannsókn Bloomfield o.fl. (2007) má því ætla að séu slíkar stefnubreytingar og þær því mikilvægur hluti af leik hvers knattspyrnumanns. Eftir okkar bestu vitneskju liggja ekki álíka rannsóknir fyrir um aðrar íþróttgreinar en höfundum þykir líklegt að stefnubreytingar séu einnig stór hluti af íþróttgreinum eins og handknattleik og öðrum boltagreinum. Stefnubreytingar eru eðlilegur hluti leiksins og jafnframt dæmi um atburð þar sem auknar líkur eru á að leikmaður slíti FK (Bloomfield o.fl., 2007; Carlson o.fl., 2016; McGovern o.fl., 2015). Því er mikilvægt að greina þá innri áhættuþætti stefnubreytinga sem verða til þess að FK slitnar, hafa áhrif á þá með íhlutun og þannig minnka tíðni meiðslanna (Bahr og Krosshaug, 2005). Einn slíkur þáttur er breyta sem við köllum stærð stefnubreytingar (e. sidestep angle) og vísar til þess hversu krappa breytingu leikmaður gerir á stefnu sinni með stefnubreytingunni. Þessi breyta er mæld í gráðum.

1.4.1 Stærð stefnubreytingar

Rannsóknir sem hafa skoðað kiðvægi (e. valgus moment) um hné við framkvæmd stefnubreytingar hafa sýnt fram á að kiðvægið er meira við stærri stefnubreytingu (Besier o.fl., 2001; Sigward o.fl., 2015). Sigward o.fl. (2015) báru saman stefnubreytingu í kjölfar hlaups og var stærð stefnubreytinganna annars vegar 45° og hins vegar 110° og sýndu að kiðvægið var meira við stærri stefnubreytingu. Besier o.fl. (2001) báru saman 30° og 60° stefnubreytingar og komust að sömu niðurstöðu. Eftir því sem höfundar komast næst eru þetta einu rannsóknirnar þar sem misstórar stefnubreytingar hafa verið skoðaðar í samhengi við kiðvægi um hné.

Aðrar rannsóknir sem skoða stærð stefnubreytingar hafa einblínt á ákveðna fasta stærð stefnubreytingar og tengsl ýmissa lífaffræðilegra gilda við framkvæmd hennar (Dempsey o.fl., 2009; Imwalle o.fl., 2009; Jamison o.fl., 2012; McLean o.fl., 2005).

1.4.2 Hreyfistjórn bols

Í kerfisbundinni yfirlitsgrein Cashman (2012) kemur fram að rannsóknir til þessa hafi ekki tekið nægilegt tillit til bolhreyfinga í tengslum við kiðvægi um hné og frekari rannsókna sé þörf í þeim efnum. Eftir birtingu þeirrar greinar hafa verið birtar rannsóknir sem taka til stöðu bols þegar stefnubreyting er framkvæmd. Jamison o.fl. (2012) gerðu þversniðsrannsókn á ungmönnum (kk. = $26,7 \pm 7,6$ og kvk. = $25,5 \pm 6,2$). Niðurstöður þeirra sýndu að hliðarhalli bols miðað við upprétta stöðu í átt að spyrnufæti í 45° stefnubreytingu hafði jákvæða fylgni við kiðvægi um hné sama fótar.

Vísbendingar eru um að heilbrigðir einstaklingar með veika fráferslu- og útsnúningsvöðva í mjöðmum sýni aukna valgus-stöðu í hné (Cashman, 2012). Þegar einstaklingar með veika fráferslu standa á öðrum fæti er það jafnframt svo að hliðarhalli bols í átt að fætinum sem staðið er í er uppbótarhreyfing til þess að létta á vinnu fráfersluvöðva sömu megin sem vinna gegn aðfærslukraftvægi (e. adduction moment) yfir mjöðmina.

Við heimildaöflun fundust ekki birtar vísindagreinar sem sýna tengsl kiðvægis í stefnubreytingu og ákveðinna hreyfinga bols hjá börnum fyrir kynþroska.

1.4.3 Preyta

Hawkins og Fuller (1999) rannsökuðu meiðslatíðni knattspyrnumanna á afreksstigi og yngri (e. youth) knattspyrnumanna þar sem meiðsli eru skilgreind sem atburður á æfingu eða í keppni sem kemur í veg fyrir þátttöku íþróttamannsins í keppni eða hefðbundinni æfingu. Niðurstöður þeirra sýndu að meiðsli í knattspyrnu eru algengari í keppni heldur en á æfingum (Hawkins og Fuller, 1999). Þar að auki eiga marktækt fleiri meiðsli sér stað í síðari hálfleik (56%) heldur en þeim fyrri (44%) og eru algengari í seinni hluta hvors hálfleiks fyrir sig (Hawkins og Fuller, 1999).

Rannsókn Waldén o.fl. (2011) sem einblíndi á tíðni slita á FK skráði 78 slit hjá 2.329 knattspyrnumönnum yfir níu ára tímabil og sýndi að hluta til niðurstöður sem voru ólíkar þeirra Hawkins og Fuller (1999). Fleiri slit á FK áttu sér stað í keppni miðað við æfingar en ekki var marktækur munur á slitum milli hálfleikja (Waldén o.fl., 2011).

Myklebust o.fl. (1997) tóku til ýmsar upplýsingar um 87 slit á FK í 3.392 manna úrtaki handboltaiðkenda. Samkvæmt niðurstöðum þeirra áttu fleiri slit á FK sér stað í fyrri hálfleik heldur en þeim síðari en munurinn var lítill. Þó er rétt að benda á að í rannsókninni var ekki tekið tillit til þess hversu lengi leikmenn höfðu spilað í tilteknum leik þegar FK slitnaði sem skeykir niðurstöður í tilfellum skiptileikmanna.

Þó svo að meiðsli almennt virðist algengari í síðari hlutum hálfleikja og í síðari hálfleikjum (Hawkins og Fuller, 1999) virðast slit á FK ekki fylgja sama mynstri, þ.e. tíðni þeirra er mjög svipuð í fyrri og seinni hálfleik og jafnvel meiri í fyrri hálfleikjum (Myklebust o.fl., 1997; Waldén o.fl., 2011). Miðað við þetta er þreyta ekki lykilþreyta þegar kemur að krossbandaslitum. Samt má færa rök fyrir því að þreyta sé meiri í keppni heldur en á æfingum og því ekki hægt að útiloka að meiri þreyta leikmanns hafi eitthvað um það að segja hvort leikmaður sé líklegri til þess að slíta FK. Ef til vill hafa þó öðruvísi aðstæður í keppni miðað við æfingar meira að segja en þreyta um aukna tíðni slita á FK í keppni.

1.4.4 Preyta og kiðvægi

Rannsóknir á áhrifum þreytu á kiðvægi um hné og kiðstöðu spyrnufótar í stefnubreytingu hafa leitt í ljós mismunandi niðurstöður (Collins o.fl., 2016; Cortes o.fl., 2013; Tsai o.fl., 2009). Í rannsókn Tsai o.fl. (2009) á 15 kvenkyns íþróttamönnum á aldrinum 22-36 ára hlupu þátttakendur að kraftplötu þar sem þeir tóku 45° krappa stefnubreytingu. Þetta var framkvæmt einu sinni fyrir þreytuíhlutun og þrisvar eftir hana (0, 20 og 40 mín. eftir). Þreytuíhlutunin samanstóð aðallega af hnéhoppum og 30 m sprettum þar til þátttakendur gátu aðeins stökkið 50% af hámarksstökkhæð sinni eða gátu ekki haldið áfram vegna þreytu. Niðurstöður rannsóknarinnar leiddu í ljós að fráfærsla hnés jókst ($2,4 \pm 3,0^\circ$) eftir þreytuíhlutunina en eingöngu strax eftir að hún átti sér stað. Kiðvægi um hné spyrnufótarins í stefnubreytingunni var á bilinu -0,1 til 0,82 N·m/kg og jókst marktækt strax eftir þreytuíhlutunina að meðaltali um $0,30 \pm 0,30$ N·m/kg. (Tsai o.fl., 2009). Í rannsókn Cortes o.fl. (2013) á u.þ.b. 19 ára stúlkum í knattspyrnu hlupu þátttakendur í átt að kraftplötu og framkvæmdu u.þ.b. 45° stefnubreytingu og stöðvunarstökk (e. stop jump). Stefnubreytingin var framkvæmd bæði fyrir og eftir þreytuíhlutun og síðan aftur eftir aðra umferð af þreytuíhlutun. Þreytuíhlutunin samanstóð af stökkum, niðurstigum, uppstigum, hnébeygjum og hlaupum. Ólíkt niðurstöðum Tsai o.fl. (2009) reyndist kiðvægið heilt yfir minna eftir þreytuíhlutanirnar og fráfærsla hnésins var nokkurn veginn sú sama. Þriðja rannsóknin sem

höfundar komust yfir og rannsakaði kiðvægi og fráfarlsu hnés í stefnubreytingu fyrir og eftir þreytuíhlutun var rannsókn Collins o.fl. (2016). Í þeirri rannsókn hlupu 13 kvenkyns þátttakendur að kraftplötu og framkvæmdu 45° stefnubreytingu. Þetta var endurtekið eftir að þátttakendur höfðu gengist undir 60 mínútna langa þreytuíhlutun. Eftir hana var mesta kiðstaða hnés í stefnubreytingunni marktækt meiri en kiðvægið var ekki aukið. Þessar þrjár rannsóknir sýna mismunandi niðurstöður er varða kiðvægi og fráfarlsu hnés í stefnubreytingu hjá þreyttum og óþreyttum íþróttamönnum.

1.5 Markmið og aðferðir rannsókna sem skoða stærð stefnubreytingar

Allar þær rannsóknir sem höfundar komust yfir sem skoða stefnubreytingar, lífaflfræðileg gildi í líkamanum við framkvæmd þeirra og þreytu í samhengi við þessar breytur hafa lagt áherslu á að skoða þessi atriði þegar aðdragandi stefnubreytingarinnar er beint hlaup að kraftplötunni þar sem stefnubreytingin er framkvæmd (Besier o.fl., 2001; Collins o.fl., 2016; Cortes o.fl., 2013; McLean o.fl., 2005; Sigward o.fl., 2015; Tsai o.fl., 2009). Jafnframt hefur verið fyrir fram ákveðið hversu stórar stefnubreytingarnar eiga að vera (Besier o.fl., 2001; McLean o.fl., 2005; Sigward o.fl., 2015). Aftur á móti er ekki síður áhugavert að kanna þessi tengsl þar sem gabbhreyfingin er framkvæmd beint úr kyrrstöðu þar sem slit á krossböndum eiga sér stað við margbreytilegar aðstæður (Krosshaug o.fl., 2007). Þar að auki finnst höfundum skortur á heimildum þar sem þessar stefnubreytingar eru framkvæmdar og þátttakandinn ákveður sjálfur hversu stór stefnubreytingin á að vera. Jafnframt hafa þessar rannsóknir einblínt á íþróttaiðkendur sem eru komnir yfir kynproskaaldur en áhugavert er að afla upplýsinga um stefnubreytingar og lífaflfræðileg gildi tengd þeim hjá einstaklingum sem eru ekki komnir yfir kynproskaaldurinn. Aðferðir í rannsóknum á stærð stefnubreytingar eru fjölbreyttar og ekki er til samræmd aðferð til að mæla stærðina. Framkvæmd stefnubreytingarinnar og aðbúnaður er einnig ólíkur á milli rannsókna. Í þessum kafla verður farið yfir mismunandi aðferðir við að mæla stærð stefnubreytingar ásamt því að skoða mismun í framkvæmd nokkurra rannsókna.

Algengt er að stærð stefnubreytingar sé ákveðin af rannsakendum í upphafi (Imwalle o.fl., 2009; Sigward o.fl., 2015). Sumar rannsóknir tilgreina ákveðið bil, svo sem 35° til 55° geira út frá miðri kraftplötu (McLean o.fl., 2005) eða miða við 45° horn út frá miðju kraftplötunnar (Jamison o.fl., 2012). Fáar rannsóknir tilgreina af hverju þessi horn eru valin en Besier o.fl. (2001) völdu 30° stefnubreytingu vegna þess að þeir mátu hana auðveldla í framkvæmd og svo 60° stefnubreytingu sem þeir mátu erfiða í framkvæmd. Til þess að sýna þátttakanda hversu mikla stefnubreytingu hann á að framkvæma er oft notast við stefnumarkandi línur á gólfi (Besier o.fl., 2001; Jamison o.fl., 2012). Rannsókn Imwalle o.fl. (2009) notaðist við 61 sm hlið sem þátttakendur þurftu að hlaupa í gegnum og afmarkaði 45° eða 90° stefnubreytingu. Ekki er alltaf tekið fram hversu ströng skilyrði þarf að uppfylla til þess að stefnubreytingin hafi verið af fullnægjandi stærð. Sem dæmi má nefna grein eftir Sigward o.fl. (2015) þar sem rannsókuð voru tengsl kiðvægis við stefnubreytingar af mismunandi stærðum, það er 45° og svo 110°. Þar kom fram að mælingin var tekin gild ef fótur lenti inni á kraftplötu og stefnubreyting var tekin í samræmi við fyrirmæli. Hins vegar voru ekki tilgreind nein skekkjumörk í greininni.

Í rannsókn Jamison o.fl. (2012) var notast við línur á gólfi. Heppnuð stefnubreyting var skilgreind þannig að lendingarfótur lenti réttum megin við línu sem var í 45° horni út frá kraftplötu miðað við hlaupstefnu þannig að stefnubreytingin var að minnsta kosti 45°. Líkt og í rannsókn Sigward o.fl.

(2015) vissu þátttakendur ekki fyrir fram til hvorrar áttar þeir áttu að fara, heldur fengu þau fyrirmæli með ljósmerki rétt áður þeir áttu að framkvæma stefnubreytingu.

Besier o.fl. (2001) notuðust við línur á gólfi til þess að leiðbeina þátttakendum um hversu kröpp stefnubreytingin átti að vera. Þeir skoðuðu 30° og 60° stefnubreytingar. Auk þess sem notast var við línur var stefnubreytingin reiknuð út eftir á út frá stöðu mjaðmagrindar. Staða mjaðmagrindar var fengin út frá lífaflmælingum sem fönguðu hreyfinguna með hreyfigreiningarkerfi. Þegar þeir reiknuðu út hornið kom í ljós að samræmi var á milli útreiknaðrar stærðar stefnubreytingar og merkingum með línunum á gólfi við framkvæmd stefnubreytingar upp á 30°. Við stefnubreytingu upp á 60° var reiknað horn aftur á móti minna eða að meðaltali $56 \pm 4,4^\circ$. Þess ber að geta að þessi stefnubreyting var framkvæmd á ferð.

Í rannsóknum á stærð stefnubreytingar er algengt að hlaupið sé í átt að kraftplötu þar sem stefnubreytingin er framkvæmd. Hraði hlaupsins er misjafn milli rannsókna. Í rannsókn McLean o.fl. (2005) var tilgreindur ákveðinn hraði á aðhlaupi stefnubreytingar sem þátttakendur áttu að framkvæma. Sá hraði átti að vera á milli 4,5 m/s og 5,5 m/s. Í rannsókn Jamison o.fl. (2012) tóku þátttakendur þrjú skref áður en þeir framkvæmdu stefnubreytingu á eigin hraða en Besier o.fl. (2001) settu inn hámarkshraða á hlaupi fyrir stefnubreytinguna sem var 3 m/s. Fyrir utan þetta hefur skóbúnaður verið mismunandi í rannsóknum. Í rannsókn Besier o.fl. (2001) voru þátttakendur berfættir en í rannsókn Sigward o.fl. (2015) voru allir þátttakendur í skóm af sömu gerð. Í rannsókn Havens og Sigward (2015) voru þátttakendur í eigin skóm.

1.6 Mikilvægi rökstuddra aðferða við mat á stærð stefnubreytinga

Eins og yfirferðin hér að framan sýnir er ekki samræmi á milli rannsókna þegar stærð stefnubreytingar er mæld sem gerir samanburð á milli þeirra erfiðan. Mikilvægt er að vita hvaða áhrif stærð stefnubreytingar hefur á lífaflfræðileg gildi. Algengast er að notast við línur á gólfi og stöðu fóta miðað við línurnar. Einnig er algengt að nota hlið eða geira sem þátttakendur eiga að hlaupa innan eftir stefnubreytinguna til að mæla stærðina. Þessi aðferð er hugsanlega valin vegna þess að hún er auðveld í framkvæmd. Þegar notast er við tæknibúnað sem gefur upp nákvæm gildi í mælingum er vert að skoða hvort mikilvægt sé að hafa nákvæmnina einnig í huga þegar stærð stefnubreytingar er mæld með mismunandi aðferðum. Til dæmis gætu niðurstöður rannsókna á slíkum aðferðum gefið til kynna hvort stærðin sé mismunandi eftir því við hvaða líkamshluta er miðað. Slíkar stærðir mætti setja í samhengi við lífaflfræðileg gildi sem hafa verið rannsökuð á þessu sviði. Sem dæmi sýndu Mok o.fl. (2015) í rannsókn sinni fram á breytileika á mældu horni í hné eftir staðsetningu endurkastsnema á læri. Í rannsókninni framkvæmdu þátttakendur stefnubreytingu og var kiðvægi mælt með hreyfigreiningarkerfi sem byggði á endurkasti ljóss frá endurskinskúlum. Endurskinskúlurnar voru staðsettar á sex mismunandi stöðum á neðri útlimum. Kiðvægi við fyrstu snertingu spyrnufótar mældist frá $0,7 \pm 3,3^\circ$ til $6,2 \pm 3,4^\circ$. Þetta sýnir að staðsetning mælitækja hafði áhrif á niðurstöður hvað varðar kiðvægi.

1.7 Forvarnir

Fyrsta þekktu forvarnaríhlutun sem sett var fram til þess að draga úr tíðni slita á FK var birt í vísindagrein árið 1995 (Ettliger o.fl., 1995; Noyes og Barber Westin, 2012). Síðan þá hafa ýmsar greinar verið birtar um mismunandi slíkar forvarnaríhlutanir. Þessar íhlutanir eru nokkrir tugir talsins og hafa borið misgóðan árangur (Noyes og Barber Westin, 2012).

Anderson o.fl. (2016) tóku saman niðurstöður kerfisbundinna yfirlitsgreina um slit á FK á tímabilinu 2004-2014. Samkvæmt þeim hluta samantektarinnar sem tók til forvarna höfðu sjö samantektargreinar verið birtar þar sem fjallað var um áhrif forvarnaríhlutana og sex þeirra sýndu að forvarnir drógu úr áverkum á FK hjá kvenkyns íþróttamönnum um 40-75%.

Noyes og Barber Westin (2012) skrifuðu kerfisbundna yfirlitsgrein um 17 rannsóknir sem báru saman tíðni slita FK hjá stelpum fyrir og eftir fimm mismunandi forvarnaríhlutanir með það að markmiði að draga úr tíðninni. Einungis tvær af þessum fimm mismunandi íhlutunum drógu marktækt úr tíðni slita á FK (Noyes og Barber Westin, 2012). Önnur þessara íhlutana kallast „Sportsmetrics“ og fól í sér 6 vikna skipulagða þjálfun, þrisvar í viku þar sem hvert skipti tók 60-120 mínútur. Þessi þjálfun fól í sér hreyfiteygjur (e. plyometric exercises), styrkæfingar, snerpuæfingar (e. agility exercises) og liðleikaæfingar á undirbúningstímabili (Barber-Westin o.fl., 2010). Hins vegar var um að ræða forvarnaríhlutun sem heitir „Prevent Injury and Enhance Performance“ og gekk út á 20 mínútna upphitun meðan á keppnistímabili stóð. Upphitunin innihélt „plyometric“ æfingar og fimipjálfun (Gilchrist o.fl., 2008). Annar ávinningur þessara íhlutana umfram hinar þrjár var að árangur þátttakendanna á prófum sem mæla íþróttaframmistöðu jókst eftir þjálfunina (Noyes og Barber Westin, 2012). Sá munur er ekki síður mikilvægur til að sannfæra íþróttafélög um að taka upp forvarnaríhlutanir sem virka. Ef árangur þeirra skilar sér einnig í keppni álíta Noyes og Barber Westin (2012) svo að meiri líkur séu á að þjálfarar og stjórnendur íþróttahreyfinga tileinki sér þjálfunina.

Auk þess að þróa æfingasett sem íþróttamenn gangast undir með jöfnu millibili í ákveðinn tíma hafa annars konar forvarnir verið reyndar. Dæmi um slíkar aðferðir er að kenna leikmönnum að koma í veg fyrir að hné þeirra fari í stöður eins og kiðstöðu þannig að FK sé í aukinni hættu á að slitna (Hewett o.fl., 2005). Rannsókn Dempsey o.fl. (2009) gekk út á færnimiðaða þjálfun á sjö þátttakendum sem æfðu einir eða tveir saman. Æft var tvisvar í viku í 15 mínútur í senn yfir 6 vikna tímabil þar sem þátttakendur framkvæmdu 45° stefnubreytingar og fengu bæði radd- og sjónrænar leiðbeiningar sem miðuðu að því að færa stefnubreytingarfót þátttakenda nær miðlínu ásamt því að halda bol betur uppréttum. Ekki er ólíklegt að slíkt fyrirkomulag komi sér vel en samkvæmt niðurstöðum samantektargreinar Benjaminse o.fl. (2015) mátti bæta árangur forvarnaræfingaáætlunar með því að notast við munnlegar skipanir. Niðurstöður Dempsey o.fl. (2009) voru að kiðvægi minnkaði marktækt um 36%, stefnubreytingarfótur færðist nær miðlínu auk þess sem bolur var í uppréttari stöðu við framkvæmdina. Þannig setti jafn stór stefnubreyting hné þátttakandans í þær aðstæður að minni líkur voru á sliti FK (Dempsey o.fl., 2009; Hewett o.fl., 2005).

Pappas o.fl. (2014) gerðu kerfisbundna yfirlitsgrein og safngreiningu á sjö vísindagreinum til að skoða áhrif forvarnaríhlutana á lífaffræðileg gildi í stefnubreytingum. Áhersla var lögð á að skoða þau gildi sem heimildir voru fyrir að auki líkur á FK-slitum. Dæmi um slíka þætti voru kiðvægi yfir hné og innsnúningur í mjöðm stefnubreytingarfótar og hliðarbeygja bols yfir sama hné. Höfundar tóku skýrt

fram að aðferðafræði þeirra rannsókna sem fyrir lágu til greiningar skorti gæði og bóta væri þörf á því í framtíðarrannsóknum. Safngreiningin sýndi engin áhrif á kiðvægi eða innsnúning í mjóðm við framkvæmd stefnubreytingarinnar eftir að þátttakendurnir höfðu gengist undir forvarnaríhlutunina. Safngreiningin sýndi aftur á móti að hliðarbeygja bols yfir stefnubreytingarfót minnkaði marktækt úr 12,2° í 11,6°. Þrátt fyrir að niðurstöðurnar hafi ekki sýnt mikil áhrif forvarnaríhlutana á þá þætti sem um ræðir tóku höfundar fram að niðurstöður einstakra rannsókna sem lágu að baki greiningunni bentu til að einstaklingsmiðaðri og sértækari frekar en almennari forvarnir þyrfti til þess að draga úr þessum þáttum og þannig auka skilvirkni forvarnanna. Þar að auki tóku höfundar fram að frekari þörf væri á rannsóknum forvarnaríhlutana sem taka til barna og unglunga og hafa það að markmiði að draga úr lífafllfræðilegum innri áhættuþáttum í stefnubreytingum. Slíkar rannsóknir væru mikilvægur hluti þess að þróa forvarnaríhlutanir sem dregið gætu úr slitum á FK (Bahr og Krosshaug, 2005).

Af ofangreindu er ljóst að mikil vinna hefur verið unnin til þess að finna hentuga forvarnaríhlutun sem gæti dregið úr slitum á FK. Markmið þeirra er að draga úr tíðni meiðslanna og til þess að meta hvort íhlutun þjóni þeim tilgangi er besta matið á gagnsemi að skoða tíðnina fyrir og eftir íhlutunina. Eins og kemur fram í grein Pappas o.fl. (2014) hafa forvarnir einnig verið hannaðar í samhengi við lífafllfræðileg gildi líkt og þau sem við höfum fjallað um fyrr í okkar ritgerð. Breyta eins og stærð stefnubreytingar gæti verið mikilvæg í slíkum rannsóknum. Þær ólíku aðferðir sem notaðar hafa verið við að mæla þessa stærð kalla á rannsókn sem skoðar hvaða aðferð henti vel til að mæla hana og þannig styrkja niðurstöður úr rannsóknum á forvarnaríhlutunum sem taka til lífafllfræðilegra áhættuþátta. Með þeim hætti væri hægt að draga enn frekar úr þessum áhættuþáttum og minnka meiðslatíðnina (Bahr og Krosshaug, 2005). Þar að auki er mikilvægt að rannsaka forvarnaríhlutanir fyrir kynþroskaskeið og á kynþroskaskeiði sem hafa það að markmiði að draga úr þessum lífafllfræðilegu áhættuþáttum (Pappas o.fl., 2014).

2 Markmið

Með hag íþróttafólks í huga er nauðsynlegt að sporna við því alvarlega vandamáli sem slit á FK er. Til þess þarf að bera kennsl á þá áhættuþætti og atburði sem orsaka meiðslin. Hér að framan hefur verið fjallað um innri og ytri áhættuþætti og aðstæður sem kalla fram álag á FK og geta valdið því að það slitnar (Bahr og Krosshaug, 2005).

Framkvæmd íþróttamanns og þreyta hans eru dæmi um mögulega innri áhættuþætti hjá leikmanni sem framkvæmir stefnubreytingu. Í fyrri rannsóknum hefur stærð stefnubreytingar verið áætluð með ólíkum hætti og sett í samhengi við breytur sem taldar eru auka líkur á sliti FK. Dæmi um slíkar breytur eru kiðvægi, þreyta og hliðarhalli bols. Markmið okkar rannsóknar er að skoða hvort mismunandi aðferðir séu ólíkar þegar stærð stefnubreytingar er áætluð og leggja mat á hver þeirra henti vel þegar skoðuð eru tengsl við kiðvægi, þreytu og hliðarhalla bols. Okkar tilgáta er sú að stærð stefnubreytingarinnar sem fundin er út frá færslu massamiðju líkamans í gegnum hana henti vel til þess að meta þessi tengsl. Þessi aðferð verður borin saman við tvær aðrar sem hafa verið notaðar við að mæla stærð stefnubreytingar. Fyrri aðferðin byggist á færslu mjaðmagrindarinnar í gegnum stefnubreytinguna (Besier o.fl., 2001; Dempsey o.fl., 2009). Seinni aðferðin byggist á stöðu fóta í gegnum stefnubreytinguna (Imwalle o.fl., 2009; Jamison o.fl., 2012; McLean o.fl., 2005; Sigward o.fl., 2015).

Með því að prófa tilgátur sem settar eru fram hér að neðan er markmiðið að skoða hvort mismunandi aðferðir við mat á stærð stefnubreytingar gefi ólíkar niðurstöður þegar tengsl stærðarinnar eru metin með tilliti til mikilvægra breyta sem snúa að slitum á FK.

Í fyrsta lagi er ætlunin að svara því hvort munur sé í raun á þremur mismunandi útreikningum sem við völdum á horni stefnubreytingar. Sú tilgáta sem sett er fram er varðar þessa spurningu er:

- Marktækur munur er á horni stefnubreytingar eftir því hvort miðað er við stöðu massamiðju líkamans, stöðu massamiðju mjaðmagrindar eða stöðu fóta í stefnubreytingu.

Í öðru lagi er ætlunin að svara því hvort munur sé á ofangreindum hornum fyrir og eftir þreytuíhlutun. Sú tilgáta sem sett er fram er varðar þessa spurningu er:

- Stefnubreyting er minni eftir þreytuíhlutun hvort sem miðað er við massamiðju líkamans, stöðu mjaðmagrindar eða stöðu fóta í stefnubreytingu.

Í þriðja og síðasta lagi er markmiðið að meta tengsl kiðvægis við mismunandi stærðir stefnubreytingar og hliðarhalla bols ásamt því að skoða mun á kiðvægi fyrir og eftir þreytuíhlutun. Þær tilgátur sem settar eru fram er varða þessa spurningu eru:

- Jákvæð fylgni er milli stærðar stefnubreytingar og kiðvægis um hné spyrnufótar hvort sem stærðin er áætluð út frá stöðu massamiðju líkamans, massamiðju mjaðmagrindarinnar eða stöðu fóta.
- Jákvæð fylgni er milli hliðarhalla bols í átt að spyrnufæti og kiðvægis um hné spyrnufótar í stefnubreytingu.
- Kiðvægi er aukið um hné spyrnufótar í stefnubreytingu eftir þreytuíhlutun.

3 Efni og aðferðir

3.1 Rannsóknarsnið

Rannsóknin var þversniðsrannsókn þar sem þátttakendur voru börn á aldrinum 10-12 ára. Mælingar voru gerðar á tímabilinu janúar 2012 til febrúar 2014 á Rannsóknarstofu í hreyfivísindum við Háskóla Íslands. Áður en rannsóknin hófst var hún samþykkt af Vísindasiðanefnd (VSNb20112020011/03.7) og Persónuvernd. Teknar voru mælingar á 293 börnum og 129 þeirra notaðar í þessari ritgerð, þar af voru 52 drengir og 77 stúlkur.

3.2 Þátttakendur

Rannsakendur höfðu samband við foreldra barna sem stunduðu handbolta eða knattspyrnu í samstarfi við fjögur íþróttafélög í nálægð við Rannsóknarstofu í hreyfivísindum og þeim boðin þátttaka í rannsókninni (fylgiskjal I). Áður en mælingar voru gerðar voru foreldrar eða forráðamenn upplýstir skriflega um tilgang rannsóknarinnar og hugsanlegan ávinning hennar (fylgiskjal II). Þeir sem höfnuðu ekki þátttöku barns síns í rannsókninni fengu ítarlegri upplýsingar um rannsóknina, hugsanlega áhættu sem fólst í þátttöku, rétt barnsins til að hætta þátttöku hvenær sem er án afleiðinga og að gögn og aðrar upplýsingar væru bundin trúnaði (fylgiskjal III).

Þeir sem slitið höfðu liðband í hné, rifið vöðva í neðri útlím, fengið sterasprautu inn í lið eða höfðu sögu um aðra bæklun í neðri útlím síðastliðna þrjá mánuði voru útilokaðir frá þátttöku í rannsókninni. Einnig voru útilokaðir þeir sem höfðu einhverja truflun í taugastarfsemi eða jafnvægisskerðingu.

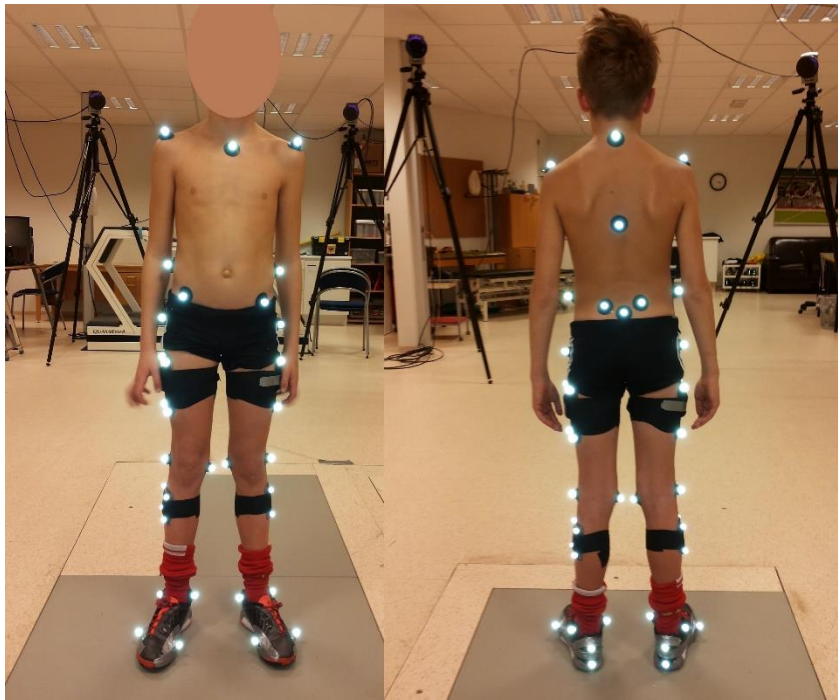
Þeir sem uppfylltu skilyrði rannsóknarinnar og höfðu áhuga á þátttöku í henni voru boðaðir til þátttöku. Áður en mælingar hófust skrifuðu foreldrar undir upplýst samþykki fyrir þátttöku barnsins og farið var yfir framkvæmd mælinga (fylgiskjal IV og V).

3.3 Framkvæmd

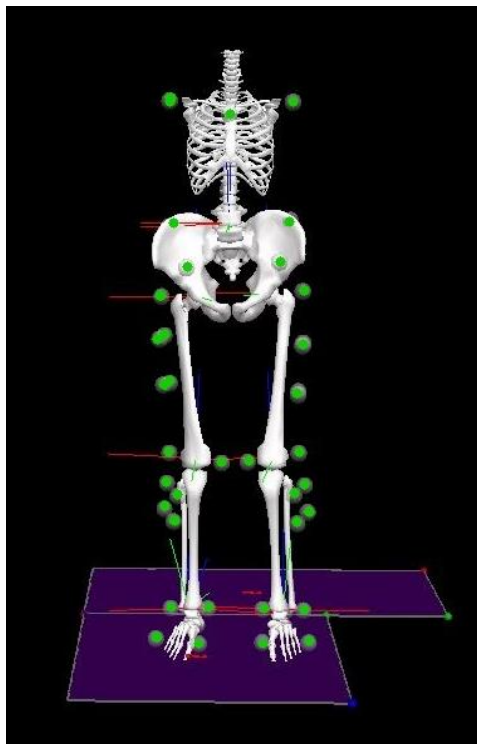
Börnunum var útvegaður léttur íþróttaklæðnaður. Þyngd, hæð og fótleggjalengd voru mæld og að því loknu fóru börnin í íþróttaskó. Fyrir mælingar hituðu þátttakendur upp á þrekhjól í fimm mínútur á þægilegum hraða. Eftir upphitun var mældur hámarks jafnlengdarkraftur (e. isometric force) í útsnúningi og fráfærslu í mjöðmum.

Vöðvarafrit var notað til að meta vöðvarafvirkni mið-þjóvöðva (e. gluteus medius), hliðlægs víðfaðmavöðva (e. vastus lateralis), hálfslinungsvöðva (e. semitendinosus) og hliðlægs vöðvabols kálfavöðva (e. gastrocnemius, lateral head) beggja megin. Ekki er stuðst við gögn þeirra mælinga í þessari ritgerð. Til undirbúnings fyrir mælingar voru endurskinskúlur tryggilega festar á þátttakendur, alltaf af sama sjúkrahjúfara samkvæmt leiðbeiningum „C-Motion Marker Set Guidelines“ (Marker Set Guidelines, 2015) sem sést á mynd 1 (fylgiskjal VI). Ford o.fl. (2007) sýndu fram á mikinn áreiðanleika með þessu fyrirkomulagi. Í upphafi mælinga var tekin kyrrstöðumæling af þátttakendum þar sem endurskinskúlnar eru notaðar til að skilgreina líkamshluta og staðsetja miðju liða í þrívíðu Qualisys Oqus 300 hreyfigreiningarkerfi (Qualisys AB, Gautaborg, Svíþjóð), sjá mynd 2. Hreyfigreiningarkerfið samanstóð af 8 háhraðamyndavélum sem mynduðu 200 ramma á sekúndu á afmörkuðu svæði sem fyrir fram hafði verið kvarðað. Til þess að mæla gagnkraft jarðar (e. ground reaction force) var notast

við tvær kraftplötur (AMTI) sem greyptar voru í gólf rannsóknarstofunnar og samstilltar við hreyfigreiningarbúnaðinn. Þátttakendur framkvæmdu síðan tvær ólíkar hreyfingar, annars vegar fallhopp (e. drop jump) og hins vegar gabbhreyfingu í formi stefnubreytingar, bæði til hægri og vinstri.



Mynd 1. Uppsetning á endurskinskúlum skv. leiðbeiningum „C-Motion Marker Set Guidelines“ (Marker Set Guidelines, 2015).



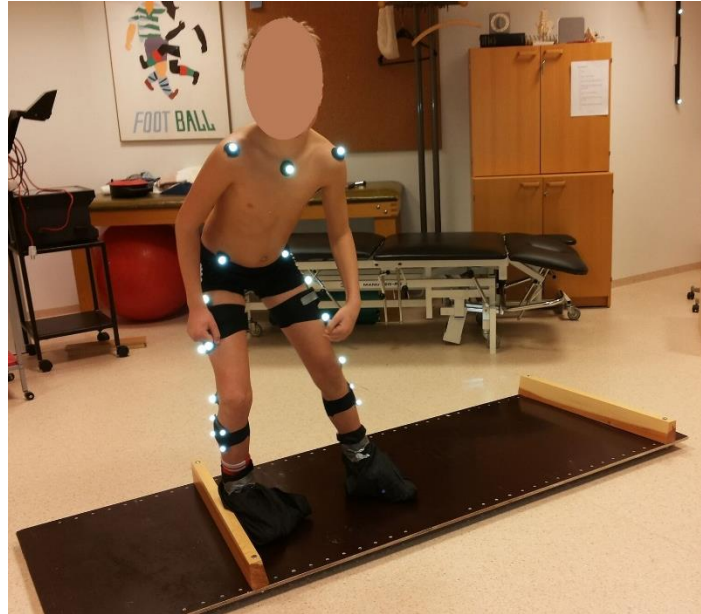
Mynd 2. Dæmi um kyrrstöðumælingu af þátttakanda þar sem endurskinskúlurnar eru notaðar til að skilgreina líkamshluta og staðsetja miðju liða í þrívíðu Qualisys Oqus 300 hreyfigreiningarkerfi (Qualisys AB, Gautaborg, Svíþjóð).

Stefnubreytingin var framkvæmd þannig að þátttakandinn stóð aftan við kraftplötu, steig fram og inn á hana með þeim fæti sem átti við hverju sinni (hér eftir kallaður spyrnufótur og gagnstæður fótur kallaður lendingarfótur) og framkvæmdi stefnubreytingu sem líktist gabbhreyfingu fram hjá „varnarmanni“ sem var staðsettur gegnt þátttakandanum (mynd 3). Ekki var fyrir fram ákveðið hversu kröpp stefnubreyting hreyfingarinnar átti að vera. Mælingin taldist heppnuð ef allur spyrnufótur lenti innan kraftplötunnar og stefnubreytingin var tekin í rétta átt. Mældar voru fimm heppnaðar tilraunir af stefnubreytingum í hvora átt og fallhoppum, fyrir og eftir þreytuíhlutun. Röð hreyfinga í upphafi var slembraðað en eftir þreytuíhlutunina var röðinni alltaf snúið við.



Mynd 3. Dæmi um stefnubreytingu þar sem þátttakandi stígur inn á kraftplötu og tekur stefnubreytingu til hægri af stærð sem hann ákveður sjálfur fram hjá „varnarmanni“.

Þreytuíhlutunin fór fram á skautabretti þar sem skautað var frá hægri til vinstri í öðrum skóm sem vafðir voru inn í sleipan dúk (mynd 4). Skautað var í fimm mínútur þar sem fyrsta mínútan var með lítilli ákefð. Ákefðin var síðan aukin eftir hverja mínútu þar sem fimmta og síðasta mínútan var af fullri ákefð. Mælst var til að þátttakendur hölluðu sér fram og héldu takti eins vel og þau gátu. Að þreytuferlinu loknu mátu þátttakendur þreytu sína á talnakvarða (e. Numeric Rating Scale) frá 0 til 10 þar sem 0 jafngildi engri þreytu og 10 væri mesta mögulega þreyta.



Mynd 4. Uppsetning skautabrettis fyrir þreytuíhlutun rannsóknarinnar. Þátttakendur skautuðu í fimm mínútur til hægri og vinstri með stigvaxandi ákefð.

3.4 Gagnavinnsla

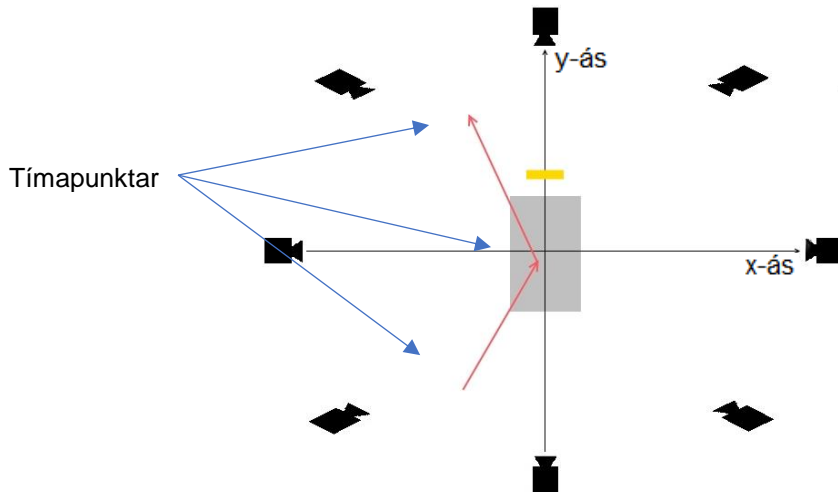
Hrágögn voru unnin í Qualisys Track Manager (Qualisys Track Manager 2.13) og Visual3D (Visual3D™, C-Motion, Germantown, USA). Gögn endurskinsmerkja og kraftplatna voru síuð með „Butterworth“ lágtfðnihliði (e. low pass filter) með 6-8 Hz og 6-20 Hz marktíðni (e. cut-off frequency). Sniðmát líkamans (e. model template) sem skilgreint var út frá kyrrstöðumælingunni var notað á lífaflmælingarnar og snúningar á milli líkamshluta í þremur plönum reiknaðir út frá stöðu endurskinsmerkjanna. Massamiðja er skilgreind sem punktur þar sem allur massi tiltekens hlutar sameinast í einum punkti (Ward, 2011). Massamiðja líkamans var reiknuð út frá staðsetningu massamiðju allra líkamshlutanna sem skilgreindir voru í Visual3D (MOMENT OF INERTIA, 2014). Nákvæmni staðsetningar þessa punkts er háð því hversu vel allur líkaminn er skilgreindur (Model Based Item: MODEL COG, 2013). Þar sem efri útlimir og höfuð voru ekki í okkar sniðmáti dregur það úr nákvæmni staðsetningarinnar í okkar rannsókn. Massamiðja mjaðmagrindarinnar var fundin með sambærilegum hætti og massamiðja líkamshlutans mjaðmagrind sem skilgreind var í Visual3D.

Í þessari ritgerð var ekki notast við gögn frá fallhoppismælingu og því er þeim ekki lýst nánar.

3.4.1 Útreikningar á stærð stefnubreytingar í gabbhreyfingu

Við útreikninga á stærð stefnubreytingar leituðust höfundar við að leggja mat á breytta stefnu mismunandi viðmiðunarpunkta á líkamanum fyrir og eftir að spyrnufótur snerti gólf. Til þess var unnið úr gögnum Visual3D með töflureikninum Microsoft Excel (Microsoft® Excel® 2016).

Stærð stefnubreytingar var reiknuð út frá staðsetningu þriggja viðmiðunarpunkta: massamiðju líkamans, massamiðju mjaðmagrindarinnar og hæla. Hnit þessar punkta á x- og y-ás voru fundin á þremur tímupunktum (mynd 5): 400 ms. fyrir snertingu spyrnufótar, við snertingu spyrnufótar og 100 ms. eftir að snertingu spyrnufótar lauk. Við útreikning á horni samkvæmt staðsetningu hæla var notast við spyrnufótinn við snertingu spyrnufótar en lendingarfót fyrir og eftir snertingu spyrnufótar.

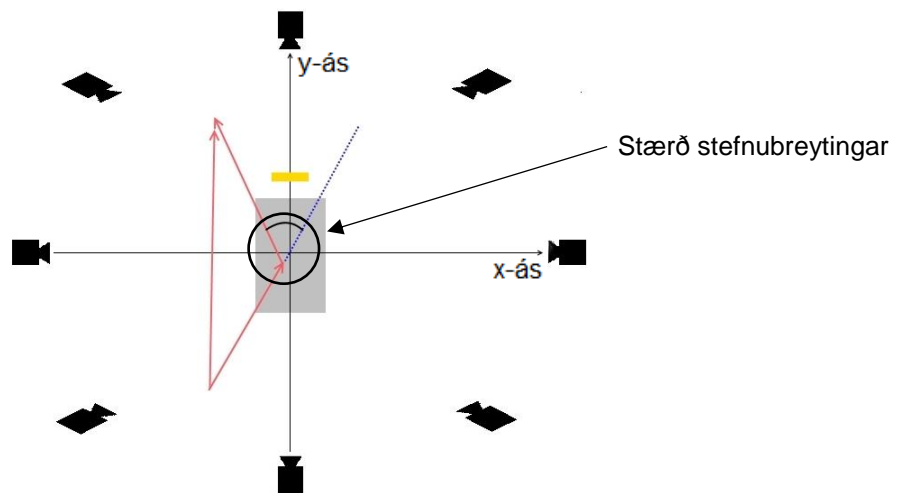


Mynd 5. Tímápunktar í stefnubreytingunni. Rauðu örvarnar tákna vigra sem lýsa þeirri færslu sem verður á líkamanum í gegnum stefnubreytinguna fram hjá gula „varnarmanninum“. Bláu örvarnar benda á þá tímápunkta í stefnubreytingunni þar sem staðsetning viðmiðunarpunktanna (x- og y-hnit) var fengin.

Hnitin voru síðan notuð til að reikna út þrjá vigra sem afmörkuðu þríhyrning og stærð stefnubreytingarinnar (mynd 6) var reiknuð með hjálp kósínusarreglunnar hér að neðan:

$$\text{Stærð stefnubreytingar} = 180^\circ - \cos^{-1} \left(\frac{|\text{vigur 1}|^2 + |\text{vigur 2}|^2 - |\text{vigur 3}|^2}{2 \cdot |\text{vigur 1}| \cdot |\text{vigur 2}|} \right)$$

Með þessu móti var hornið, sem áætlaði stærð stefnubreytingarinnar, stærra eftir því sem stefnubreytingin var krappari.



Mynd 6. Stærð stefnubreytingar. Rauðu örvarnar tákna þá vigra sem reiknaðir voru til að afmarka þríhyrning og kósínusarreglunni var beitt á. Bláa punktalínan tákna engu stefnubreytingu sem væri mæld 0° . Hringurinn er dreginn um stærð stefnubreytingar og horn hennar stækkar eftir því sem hún er stærr.

Útreikningunum sem lýst var að ofan var beitt á hvern viðmiðunarpunkt og hver reikniðferð var nefnd eftir viðmiðunarpunktinum, þ.e.:

LH: Stærð stefnubreytingar út frá massamiðju líkamans.

MH: Stærð stefnubreytingar út frá massamiðju mjaðmagrindarinnar.

HH: Stærð stefnubreytingar út frá neðri hælendurskinsmerkjum.

Að loknum útreikningum voru skoðaðar í Visual3D fimm stærstu og fimm minnstu stefnubreytingarnar með hverri reikniaðferð fyrir sig. Þær skráningar þar sem stefnubreytingin var framkvæmd með öfugum fæti áður en stigið var inn á kraftplötuna (oft nefnt skæri) voru skráðar ógildar og ekki teknar með í tölfræðiúrvinnslu.

3.4.2 Kiðvægi um hné og hliðarhalli bols í stefnubreytingu fundin

Kraftvægi er sú tilheiging sem kraftur hefur til að snúa um snúningsás og er háð kraftinum og lengd hans frá snúningsásnum (Ward, 2011). Kiðvægi í hné er sú snúningstillhneiging um þykktarás (e. sagittal axis) í gegnum hné. Kraftvægi um liðamót líkamans voru leidd út frá útreikningum á snúningum milli líkamshluta sem útskýrðir voru hér að ofan og gagnkrafti jarðar (Model Based Item: JOINT MOMENT, 2013). Til þess að finna kiðvægi til frekari tölfræðiúrvinnslu voru toppar kiðvægis sem áttu sér stað á fyrstu 100 ms. stöðuhluta spyrnufótar flutt úr Visual3D yfir í töflureikninn Microsoft Excel. Þar var hæsta gildið fundið og notað sem kiðvægi um hné spyrnufótar í tölfræðiúrvinnslu.

Hliðarhalli bols í breiðsniði (e. frontal plane) var reiknaður út frá rými hreyfigreiningarkerfisins. Hliðarbeygjur bols á sömu tímapunktum og kiðvægin sem lýst var í kafla 3.4.1 voru flutt úr Visual3D yfir í Microsoft Excel. Þar var hliðarhallinn á tímapunkti mesta kraftvægisins fundinn og notaður sem hliðarhalli bols í tölfræðiúrvinnslu.

Til einföldunar eru hér taldar upp þær breytur sem fara í tölfræðiúrvinnslu:

- Stærð stefnubreytingar með mismunandi aðferðum, þ.e. LH, MH og HH.
- Hliðarhalli bols á tímapunkti mesta kiðvægis fyrstu 100 ms. af stöðuhluta spyrnufótar.
- Mesta kiðvægi fyrstu 100 ms. af stöðuhluta spyrnufótar.

3.5 Tölfræðiúrvinnsla

Alfa-gildi var miðað við 0,05 og öll tölfræðiþríf voru framkvæmd í tölfræðihugbúnaðinum SAS Enterprise Guide (SAS Enterprise Guide®, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

Fjölpátta dreifnigreining (ANOVA Mixed Models í SAS Enterprise Guide) var notuð til að reikna meðaltöl minnstu fervika (e. least squares means) allra reikniaðferðanna og til að finna megináhrif reikniaðferðanna og þreytu á horn stefnubreytingarinnar. Einnig voru víxlhrif reikniaðferðanna og þreytu könnuð. Tukey-eftirápróf var notað þar sem marktækur munur greindist.

Til þess að leggja mat á fylgni kiðvægis, LH, HH, MH og hliðarhalla bols voru fylgnistuðlar reiknaðir (Multivariate Correlations í SAS Enterprise Guide). Síðan var samdreifnigreiningu (ANOVA Mixed Models í SAS Enterprise Guide) beitt og z-skor reiknuð til þess að reikna staðlaða hallatölu og hlutfylgni LH, HH og hliðarhalla bols við kiðvægi og til þess að skoða muninn á kiðvægi fyrir og eftir þreytuílhutun.

4 Niðurstöður

4.1 Lýðfræðilegar upplýsingar úrtaks

Tafla 1 sýnir lýsandi tölfræði fyrir aldur, hæð, þyngd, líkamspyngdarstuðul (e. Body Mass Index, BMI) og talnakvarða fyrir þreytu (e. Numeric Rating Scale, NRS) í úrtaki rannsóknarinnar.

Tafla 1. Lýsandi tölfræði fyrir aldur, hæð og þyngd þátttakenda. Upplýsingar skorti um aldur eins þátttakanda.

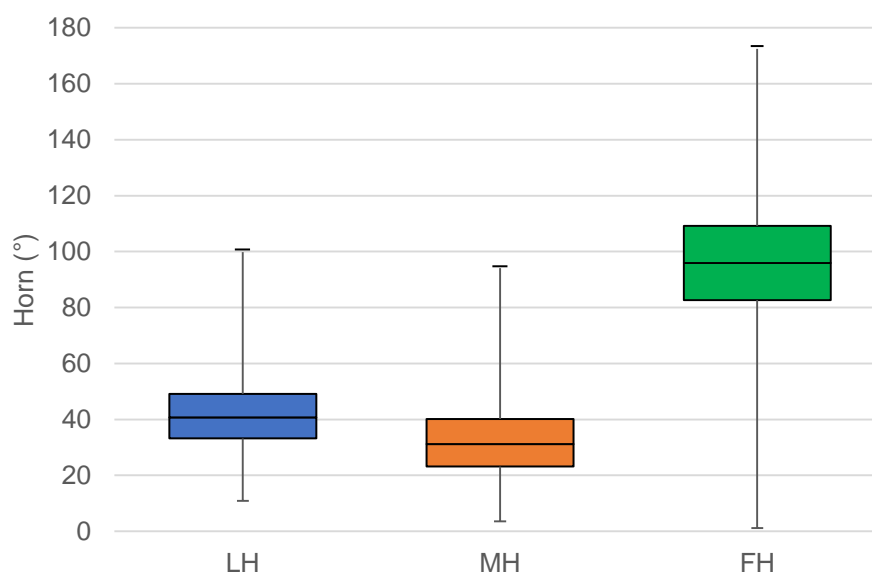
n = 129	Meðaltal	Staðalfrávik	Lággildi	Hágildi
Aldur (ár)	10,57	0,74	9	12
Hæð (m)	1,49	0,08	1,32	1,81
Þyngd (kg)	41,11	8,83	27,8	79,3

4.2 Munur reikniaðferða á stærð stefnubreytingar

Fjölþátta dreifnigreining sýndi marktæk megináhrif fyrir mismunandi reikniaðferðir ($p < 0,0001$). Tukey-eftirápróf sýndi marktækan mun á meðaltölum minnstu fervika milli allra reikniaðferðanna LH ($42,43^\circ$), MH ($33,75^\circ$) og HH ($96,88^\circ$) (Tafla 2 og mynd 8).

Tafla 2. Tukey-eftiráprófs á mismuni reikniaðferðanna LH, MH og HH.

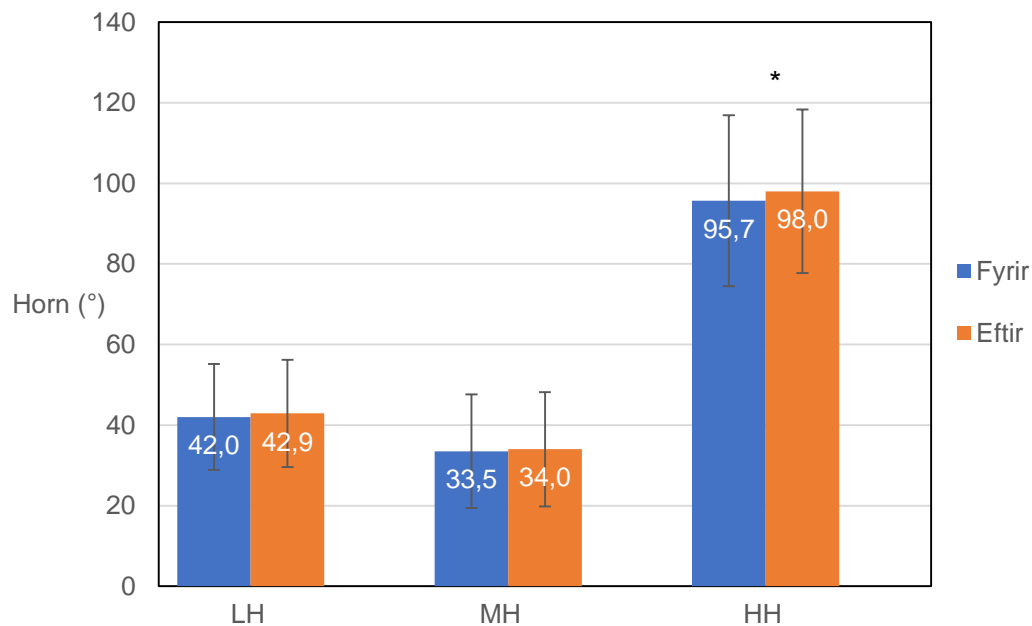
Reikniaðferð	Meðaltal minnstu fervika	Staðalvilla	Leiðrétt p	Leiðrétt neðri öryggismörk	Leiðrétt efri öryggismörk
LH-MH	8,68	0,37	<0,0001	7,82	9,54
HH-LH	54,45	0,37	<0,0001	53,58	55,31
HH-MH	63,13	0,36	<0,0001	62,28	63,97



Mynd 7. Samanburður á reikniaðferðum LH, MH og HH. Myndin sýnir hæsta og lægsta gildi hvernar reikniaðferðar ásamt fjórðungsmörkum án þess að leiðrétt sé fyrir endurteknum mælingum.

4.3 Þreyta og stærð stefnubreytingar

Fjölpátta dreifnigreining (e. ANOVA) sýndi marktæk megináhrif fyrir þreytu ($p < 0,0001$) á hornið. Einnig fundust marktæk víxlhrif fyrir þreytu og mismunandi reikniaðferðir ($p < 0,0463$). Stefnubreytingin varð krappari eftir þreytuíhlutunina en Tukey-eftirapróf sýndi að sú breyting var aðeins marktæk með reikniaðferð HH (+2,2°, leiðrétt $p = 0,0002$) því hvorki var marktækur munur á meðaltölum fyrir og eftir þreytuíhlutunina með reikniaðferð MH (+0,9°, leiðrétt $p = 0,5231$) né LH (+0,6°, leiðrétt $p = 0,8532$).



Mynd 8. Meðaltöl minnstu fervika á stærð stefnubreytingar með hverri reikniaðferð fyrir og eftir þreytu ásamt staðalfrávikum. *Marktækur munur á stærð stefnubreytingar fyrir og eftir þreytuíhlutun.

4.4 Kiðvægi

4.4.1 Innbyrðis fylgni LH, MH, HH, hliðarhalla bols og kiðvægis

Fylgni milli LH, MH, HH, hliðarhalla bols og kiðvægis má sjá í töflu 3. Mikil marktæk jákvæð fylgni var á milli reikniaðferðanna LH og MH ($r = 0,95$, $p < 0,0001$). Því var hlutfylgni mismunandi reikniaðferða og hliðarhalla bols við kiðvægi reiknuð án þess að leiðréttu fyrir MH til þess að koma í veg fyrir samlínuleg vandamál (e. collinearity).

Tafla 3. Fylgnistuðlar LH, MH, HH, hliðarhalla bols og kiðvægis hvert við annað.

	LH	MH	HH	Hliðarhalli bols	Kiðvægi
LH	$r = 1$	$r = 0,95$; $p < 0,0001$	$r = 0,73$; $p < 0,0001$	$r = -0,24$; $p < 0,0001$	$r = 0,13$; $p < 0,0001$
MH	$r = 0,95$; $p < 0,0001$	$r = 1$	$r = 0,66$; $p < 0,0001$	$r = -0,32$; $p < 0,0001$	$r = 0,08$; $p = 0,0002$
HH	$r = 0,73$; $p < 0,0001$	$r = 0,66$; $p < 0,0001$	$r = 1$	$r = -0,21$; $p < 0,0001$	$r = 0,19$; $p < 0,0001$
Hliðarhalli bols	$r = -0,24$; $p < 0,0001$	$r = -0,32$; $p < 0,0001$	$r = -0,21$; $p < 0,0001$	$r = 1$	$r = 0,09$; $p < 0,0001$
Kiðvægi	$r = 0,13$; $p < 0,0001$	$r = 0,08$; $p = 0,0002$	$r = 0,19$; $p < 0,0001$	$r = 0,09$; $p < 0,0001$	$r = 1$

4.4.2 Hlutfylgni LH, HH og hliðarhalla bols við kiðvægi

Samdreifnigreiningar (e. ANCOVA) sýndu marktæka jákvæða fylgni kiðvægis við hliðarhalla bols ($p < 0,0001$), LH ($p < 0,0001$) og HH ($p < 0,0001$) þar sem leiðrétt var fyrir þreytu og endurteknum mælingum. Í þessum greiningum var mismunandi hvort jákvæð fylgni kiðvægis við þreytu var marktæk eða ekki.

Þegar fylgnin var skoðuð og leiðrétt var fyrir LH, HH, hliðarhalla bols, þreytu og endurteknum mælingum var einungis marktæk jákvæð fylgni kiðvægis við HH ($p < 0,0001$) og hliðarhalla bols ($p = 0,0001$). Ekki mældist marktæk fylgni kiðvægis við LH ($p = 0,3205$).

Staðlaðar hallatölur LH, HH og hliðarhalla bols má sjá í töflu 4 sem gáfu hlutfylgnina. Breytileiki í HH skýrði 7,8% af breytileikanum í kraftvæginu á sama tíma og breytileiki í hliðarhalli bols skýrði 2,6% af breytileikanum.

Tafla 4. Staðlaðar hallatölur og hlutfylgni kiðvægis við LH, HH og hliðarhalla bols.

	Stöðluð hallatala (b)	Hlutfylgni (b ²)	p
LH	0,0376	0,1%	0,3205
HH	0,2797	7,8%	<0,0001
Hliðarhalli bols	0,1601	2,6%	<0,0001

4.4.3 Kiðvægi fyrir og eftir þreytuíhlutun

Samdreifnigreining leiddi í ljós að ekki var marktækur munur á kiðvægi fyrir og eftir þreytuíhlutun ($p = 0,1258$).

5 Umræða

5.1 Helstu niðurstöður

Allar þrjár reikniaðferðirnar, LH, MH og HH, voru marktækt mismunandi. Munurinn var mismikill þar sem HH sýndi áberandi kröppustu stefnubreytinguna samanborið við hinar tvær reikniaðferðirnar. Jafnframt spönnuðu gildi hennar mun stærra bil en hinar. HH var eina breytan sem breyttist fyrir og eftir þreytuíhlutun og hún ásamt hliðarhalla bols voru jafnframt einu breyturnar sem sýnt var fram á að hefðu marktæka fylgni við kiðvægi um hné spyrnufótar í stefnubreytingu.

5.2 Reikniaðferðir

Reikniaðferðir okkar byggðu allar á því að þátttakendur höfðu frelsi í stærð stefnubreytingarinnar sem þeir framkvæmdu auk þess sem upphafsstaða hennar var kyrrstaða. Til dæmis var ekki skilyrði að þátttakendur stæðu jafnfætis í upphafi framkvæmdarinnar. Marktækur munur mældist á milli allra þriggja reikniaðferðanna. Lítil munur mældist á milli reikniaðferða LH og MH. Í líffærafræðilegri (e. anatomic) stöðu er massamiðja líkamans staðsett framan við annan spjaldhryggjarlið (S2) en sú staða getur verið aðeins breytileg eftir líkamsgærd (Ward, 2011). Viðmiðunarpunktur í mjaðmagrind og massamiðja líkamans eru því nágrennar í uppréttri stöðu en massamiðja líkamans getur tekið miklum breytingum í gegnum stefnubreytinguna. Þó svo að þessir viðmiðunarpunktur séu nágrennar og fylgni þeirra mikil ($r = 0,95$, $p < 0,0001$) er munur á reikniaðferðunum sem stafar af hreyfingu á massamiðju líkamans í gegnum stefnubreytinguna. Áður en niðurstöður lágu fyrir bjuggust rannsakendur við að minni fylgni yrði á milli LH og MH. Aftur á móti er ekki hægt að líta fram hjá þeim mikla mun sem er á milli þessara aðferða og HH. Það er eðlilegt að hornið sé stærra með reikniaðferð HH vegna þess að þátttakandinn þarf að færa fætur út fyrir undirstöðuflöt sinn til þess að framkvæma stefnubreytingu. Til þess að ætluð stefnubreyting á massamiðju líkamans og mjaðmagrindarinnar náist þurfa þátttakendur að setja fætur sína í þá stöðu að stefnubreyting sem reiknuð er út frá stöðu þeirra er tvisvar til þrisvar sinnum stærri en hinar tvær. Tímápunktarnir sem við völdum miðuðu við stöðu fóta í skrefum stefnubreytingarinnar en það vanáætlað mögulega hornið sem mælt er með reikniaðferð LH og MH. Færsla þeirra nær mögulega hámarki aðeins seinna í ferlinu. Ef til vill væri því hægt að betrubæta þær aðferðir með því að velja aðra tímápunkta í þeim. Allar þessar aðferðir gefa hins vegar kost á því að mæla stærð stefnubreytingar af mismunandi stærðum án þess að þær séu fyrir fram ákveðnar. Það gefur kost á að setja stærð stefnubreytingar á bilkvarða og skoða fylgni hennar við lífaffræðileg gildi.

5.2.1 Samanburður við aðrar aðferðir

Margar fyrri rannsóknir byggja á því að skoða stefnubreytingar af fyrir fram ákveðnum stærðum. Ólíkar aðferðir hafa verið notaðar til að mæla þessa stærð (Besier o.fl., 2001; Collins o.fl., 2016; Imwalle o.fl., 2009; Jamison o.fl., 2012; McLean o.fl., 2005). Sú reikniaðferð að meta nákvæmlega stöðu fóta á gólfi til þess að áætla stærð stefnubreytingar líkt og gert var í okkar rannsókn hefur að okkar viti ekki verið notuð áður. Önnur aðferð sem notuð hefur verið og svipar til MH í okkar rannsókn er að styðjast við staðsetningu miðju mjaðmagrindarinnar á tímápunktum sem fyrir fram voru skilgreindir (Besier o.fl., 2001; Dempsey o.fl., 2009). Munurinn liggur í því að við notuðumst við massamiðju

mjaðmagrindarinnar en ekki stöðumiðju hennar. Eftir því sem höfundar komast næst hefur massamiðja líkamans ekki verið notuð sem viðmiðunarpunktur.

Þar sem breytileiki sumra aðferða er meiri en annarra og stærð stefnubreytingar misstór eftir því hvaða aðferð er beitt við að mæla hana er mikilvægt að útskýra hvernig hún er mæld og rökstyðja af hverju. Að okkar mati hefur þetta ekki verið gert með fullnægjandi hætti í fyrri rannsóknum. Fyrir rökstuðninginn þarf að skoða stærðina í samhengi við breytur sem taldar eru tengjast sliti á FK. Okkar markmið er að bera saman reikniaðferðirnar HH og LH. Markmið næstu umræðuhluta er að svara þeirri spurningu hvernig tengsl breytanna þreytu, kiðvægis og hliðarhalla bols eru við þessar reikniaðferðir. Líta þarf til fleiri þátta heldur en þeirra sem við skoðum til þess að fá heildrænni mynd af kostum og göllum hverrar aðferðar. Aftur á móti geta tengslin sem við skoðum varpað ljósi á mikilvægi stærðar stefnubreytingar í tengslum við áhættuþætti fyrir slit á FK.

5.3 Megináhrif þreytuíhlutunar á horn

Eftir bestu vitneskju höfunda hefur breyting á stærð stefnubreytingar fyrir og eftir þreytuíhlutun ekki verið skoðuð í fyrri rannsóknum. Stærð stefnubreytingarinnar í okkar rannsókn var ekki fyrir fram ákveðin sem gaf okkur kost á því að skoða hvort slík breyting ætti sér stað. Niðurstöður okkar sýndu að stefnubreytingin var stærri eftir þreytuíhlutunina. Þetta reyndist þó aðeins svo í tilfelli reikniaðferðar HH þar sem munurinn var 2,2°. Við samþykkingum því ekki rannsóknartilgátuna um að þátttakendur taki minni stefnubreytingu eftir þreytuíhlutun.

Áhugavert er skoða hvað veldur því að einungis marktæk breyting verður á stærð HH eftir þreytuíhlutun en ekki LH og MH. Þó svo að munurinn á HH fyrir og eftir þreytuíhlutun sé ekki mikill er hann tölfræðilega marktækur. Þreytuíhlutunin hefur því að einhverju leyti áhrif á hreyfistjórn sem aðferð HH nær að greina en hinar tvær ekki. Til dæmis gætu þátttakendur þurft að færa fætur lengra út frá miðju líkama eftir þreytuíhlutun til þess að framkvæma þá stefnubreytingu sem þeir ætluðu sér. Þá eru LH og MH gott mat á stærð stefnubreytingarinnar en HH gott mat á þeirri uppbót sem þarf til að ná henni. Rannsókn Iguchi o.fl. (2014) sýndi að þreyta í neðri útlimum hefur áhrif á hreyfistjórn þeirra og stöður liðamáta í framkvæmd stefnubreytingar. Þreytuíhlutunin í þeirra rannsókn fól í sér jafnfætis stökk á sama stað (e. counter-movement jumps) þar til þátttakendur gátu ekki stokkið 70% af hámarksstökkhæð sinni. Í frekari rannsóknum á þessu væri vert að skoða breytingu á stærð stefnubreytingar eftir misákafa þreytuíhlutun og sjá hvort munurinn á HH væri meiri eftir ákafari þreytuíhlutun.

Rannsóknir sem skoða áhrif þreytu á kiðvægi og fleiri lífaflfræðileg gildi þurfa að taka til greina þennan mun á stærð stefnubreytingar fyrir og eftir þreytuíhlutun. Niðurstöður okkar benda til að staða fóta í stefnubreytingu breytist eftir þreytuíhlutun til þess að ná fram ætlaðri stefnubreytingu.

5.4 Kiðvægi

Rannsókn Hewett o.fl. (2005) varpaði m.a. ljósi á forspárgildi kiðvægis fyrir slit á FK. Sú rannsókn varð til þess að tengsl og áhrif ýmissa breyta á kiðvægi hafa verið rannsökuð í þeim tilgangi að lágmarka kiðvægið og minnka líkur á slitum FK. Fyrri hluti okkar rannsóknar gekk út á að skoða eina af þessum breytum, þ.e. stærð stefnubreytingar og hvaða aðferðum væri hægt að beita við að leggja mat á hana.

Eins og kemur fram hér að framan eru mögulegar aðferðir ólíkar og marktækur munur er á einni þeirra (HH) fyrir og eftir þreytuíhlutun. Til þess að meta þessar aðferðir nánar skoðuðum við tengsl þeirra og hliðarhalla bols við kiðvægi um hné spyrnufótar í stefnubreytingu ásamt því að skoða hvort kiðvægi jókst eftir þreytuíhlutun. Markmiðið með þessu var að setja aðferðirnar í skýrara samhengi og gera samanburð við aðrar rannsóknir auðveldari.

5.4.1 Fylgni við LH og HH

Niðurstöður okkar leiddu í ljós að jákvæð hlutfylgni HH og LH við kiðvægi var tölfræðilega marktæk en þegar leiðrétt var fyrir báðum breytunum var hlutfylgni LH ekki marktæk.

Þær niðurstöður að meira kiðvægi um hné spyrnufótar sjáist við stærri stefnubreytingu eru í samræmi við niðurstöður Besier o.fl. (2001) og Sigward o.fl. (2015). Besier o.fl. (2001) sýndu aukið kiðvægi við stærri stefnubreytingu sem mæld var út frá miðju mjaðmagrindarinnar. Sigward o.fl. (2015) sýndu einnig aukið kiðvægi um hné spyrnufótar í stærri stefnubreytingu. Stefnubreytingarnar voru annars vegar 45° og hins vegar 110° og merkingar í umhverfi notaðar til þess að leiðbeina þátttakendum. Okkar reikniðaðferð býður upp á stærð stefnubreytingar á bilkvarða og þannig fæst gott mat á fylgni hennar við kiðvægi. Stefnubreyting af fyrir fram ákveðinni stærð býður ekki upp á slíkt tölfræðilegt mat.

Í okkar rannsókn fengu allir þátttakendur sambærileg fyrirmæli um framkvæmd stefnubreytingarinnar. Breytileiki reikniðaðferðarinnar sem miðaði við stöðu fóta skýrði þá (7,8%, $p < 0,0001$) meira af breytileikanum í kiðvæginu heldur en sú sem miðaði við stöðu massamiðju líkamans (0,1%, $p < 0,0001$). Kiðvægi um hné fótar sem stendur í jörðina ákvarðast af gagnkrafti jarðar á þann fót ásamt lengd vogarmsins um hnéd (Ward, 2011). Þegar fótur í stefnubreytingu færast nær miðlínu líkamans minnkar þetta kraftvægi um hnéd (Dempsey o.fl., 2009). Af þessu má draga þá ályktun að þegar rannsóknir skoða stærð stefnubreytingar í tengslum við kiðvægi þyrfti að notast við báðar aðferðirnar. Þá yrði LH sú aðferð sem legði mat á stærð stefnubreytingarinnar en HH sú aðferð sem skýrir út fylgni stærðarinnar við kiðvægi um hné spyrnufótar í stefnubreytingunni. Því þyrfti að leiðrétta fyrir báðum aðferðunum í slíkum tölfræðiútreikningum.

5.4.2 Fylgni við hliðarhalla bols

Hlutfylgni hliðarhalla bols við kiðvægi var bæði marktæk þegar leiðrétt var fyrir LH og HH og þegar fylgni breytunnar var skoðuð ein og sér. Niðurstöðurnar koma heim og saman við niðurstöður Jamison o.fl. (2012) um að aukinn hliðarhalli bols yfir spyrnufót í stefnubreytingu hafi jákvæða fylgni við kiðvægi um hné spyrnufótarins. Þetta bendir til þess að engu máli skipti hvort reikniðaðferð LH og HH sé notuð þegar hlutfylgni hliðarhalla bols og stærðar stefnubreytingar við kiðvægi er metin.

Í áframhaldandi rannsóknnum á þessu efni væri áhugavert að skoða hvort hliðarhalli bols yfir spyrnufót í stefnubreytingu eykst við stærri stefnubreytingu.

Eftir því sem höfundar komast næst hafa rannsóknir ekki skoðað fylgni kiðvægis við stærð stefnubreytingar og hliðarhalla bols þegar stærð stefnubreytingarinnar er valin af þátttakendum. Nýjar niðurstöður okkar eru því að kiðvægi hefur jákvæða fylgni við hliðarhalla bols og stærð

stefnubreytingar sem áætluð er út frá stöðu fóta þegar ekki er fyrir fram ákveðið hversu kröpp stefnubreytingin á að vera.

5.4.3 Þreyta

Þreyta er dæmi um mögulegan áhættuþátt fyrir slitum á FK og áhrif hennar á kiðvægi um hné í stefnubreytingum hafa verið rannsökuð (Collins o.fl., 2016; Cortes o.fl., 2013; Tsai o.fl., 2009). Ekki mældist marktæk breyting á kiðvægi um hné spyrnufótar í stefnubreytingunni fyrir og eftir þreytuíhlutun. Þessar niðurstöður stangast á við niðurstöður Tsai o.fl. (2009) sem rannsökuðu 15 kvenkyns íþróttamenn. Ef til vill hefur ólíkt kynjahlutfall þar eitthvað að segja en þreytuíhlutanir rannsóknanna voru einnig mismunandi. Niðurstöðurnar eru aftur á móti þær sömu og Collins o.fl. (2016) fengu í rannsókn á 13 þátttakendum sem gengust undir mun lengri þreytuíhlutun (ISR) heldur en þátttakendur okkar rannsóknar. Samkvæmt rannsókn Cortes o.fl. (2013) eykst kiðvægi eftir þreytuíhlutun sem veldur meðalmikilli þreytu (50%) en minnkar síðan þegar hámarks þreytu (100%) er náð. Okkar niðurstöður og þær sem fjallað hefur verið um hér á undan sýna að samband þreytu og kiðvægis er líklega ekki einfalt og línulegt.

5.5 Mat á aðferðum

Út frá niðurstöðum okkar á tengslum stærðar stefnubreytingar við þær breytur sem skoðaðar voru byggðum við mat okkar á reikniaðferðunum. Þar sem mikil marktæk fylgni var milli LH og MH er erfitt að rökstyðja hvor þeirra henti betur þegar stærð stefnubreytingar er mæld. Það er okkar mat að góð aðferð við að mæla stærð stefnubreytingar sé að nota stöðu massamiðju líkamans (LH) og leiðréttu fyrir stöðu fóta á gólfi (HH) ef skoða á kiðvægi um hné. Merkingar í umhverfi eru heppilegar ef skoða á ákveðna stærð stefnubreytingar en takmarkast við ákveðna stærð. Við höfum skoðað miklu fleiri stærðir stefnubreytinga sem gefur okkur kost á að meta áhrif lítils breytileika á lífalfraeðilega þætti. Okkar niðurstöður sýna að marktækur munur er á stærð stefnubreytinga sem ættu að vera framkvæmdar á svipaðan hátt. Því þarf að mæla nákvæma stærð hverrar stefnubreytingar með aðferðum sem byggja á nákvæmri staðsetningu landamerkjia á mismunandi tímamarkum í gegnum stefnubreytinguna til að fá nákvæmari niðurstöður.

Líkan Bahr og Krosshaug (2005) tilgreindi hið flókna samband áhættuþátta sem koma að meiðslum. Til að fá sem besta heildræna mynd af orsökum meiðslanna þarf að kanna alla slíka þætti með það að markmiði að útbúa sértæk forvarnarúrræði. Stærð stefnubreytingar er framkvæmd sem verður fyrir áhrifum frá innri áhættuþáttum, ytri áhættuþáttum og aðstæðum. Þannig skýrir líkanið hversu mikilvægt er að byggja rannsóknir á slitum FK á heildrænni sýn og traustum aðferðafræðilegum grunni.

5.6 Styrkleikar og veikleikar

Kostir rannsóknarinnar eru að hún byggir á gögnum úr stórrri rannsókn og fjöldi þátttakenda er mikill miðað við líkar rannsóknir. Rannsóknin er byggð á mælingum á ungum þátttakendum þar sem ætlunin er að taka þátttakendur aftur til mælinga. Þetta býður upp á mikla möguleika í samanburði á gögnum. Þátttakendur hafa meira frelsi í framkvæmd stefnubreytingar sem býður upp á að skoða stefnubreytingar sem eru líkari því sem á sér stað við raunverulegar aðstæður. Reikniaðferðirnar sem

settar voru fram gefa kost á að mæla mismunandi stærðir þessara stefnubreytinga með nákvæmum hætti.

Gallar reikniaðferðanna eru að sömu tímapunktur voru notaðir í öllum reikniaðferðunum og miðuðu út frá stöðu fóta í stefnubreytingu. Þessir tímapunktur vanáætla stærð stefnubreytinga með aðferðum sem byggja á stöðu massamiðju líkamans og mjaðma á þessum tímapunktum. Upphafsstaða þátttakenda var ekki samræmd sem getur leitt til þess að reikniaðferð HH gefi skakka mynd af stærð stefnubreytingarinnar. Þetta leiddi til þess að sérstök upphafsstaða sýndi mikla spönn í mælingum á horni mæld með reikniaðferð LH. Ekki voru settar endurskinskúlur á hendur og höfuð þátttakenda sem dró úr nákvæmni massamiðju líkamans.

6 Ályktanir

Marktækur munur er á ólíkum reikniaðferðum sem mæla stærð stefnubreytingar en þær miðuðu út frá stöðu massamiðju líkamans, massamiðju mjaðmagrindarinnar og fóta í gegnum stefnubreytinguna.

Stefnubreyting er krappari eftir þreytuíhlutun samkvæmt reikniaðferð byggðri á stöðu fóta en ekki samkvæmt aðferðum sem byggðust á stöðu massamiðju líkamans og mjaðmagrindarinnar. Jafnframt var jákvæð fylgni milli kiðvægis um hné spyrnufótar annars vegar og stærðar stefnubreytingar og hliðarhalla bols yfir hné spyrnufótar hins vegar.

Taka þarf tillit til stærðar stefnubreytingar þegar fylgni hennar við lífalfraeðileg gildi eins og kiðvægi er skoðuð. Þegar stærð stefnubreytingar er mæld þarf að mæla hana út frá færslu massamiðju líkamans ásamt því að leiðrétta fyrir stærðinni sem mæld er út frá stöðu fóta.

Heimildaskrá

- Agel, J., Rockwood, T. og Klossner, D. (2016). Collegiate ACL Injury Rates Across 15 Sports: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System Data Update (2004-2005 Through 2012-2013). *Clinical Journal of Sport Medicine*, 26(6), 518-523. doi:10.1097/jsm.0000000000000290
- Anderson, A. F., Dome, D. C., Gautam, S., Awh, M. H. og Rennirt, G. W. (2001). Correlation of Anthropometric Measurements, Strength, Anterior Cruciate Ligament Size, and Intercondylar Notch Characteristics to Sex Differences in Anterior Cruciate Ligament Tear Rates. *The American Journal of Sports Medicine*, 29(1), 58-66. doi:10.1177/03635465010290011501
- Anderson, M. J., Browning, W. M., Urbani, C. E., Kluczynski, M. A. og Bisson, L. J. (2016). A Systematic Summary of Systematic Reviews on the Topic of the Anterior Cruciate Ligament. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 4(3), 1-25. doi:10.1177/2325967116634074
- Ardern, C. L., Taylor, N. F., Feller, J. A. og Webster, K. E. (2014). Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. *British Journal of Sports Medicine*, 48(21), 1543-1552. doi:10.1136/bjsports-2013-093398
- Arendt, E. A., Agel, J. og Dick, R. (1999). Anterior Cruciate Ligament Injury Patterns Among Collegiate Men and Women. *Journal of Athletic Training*, 34(2), 86-92. Sótt af <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1322895/>
- Bahr, R. og Krosshaug, T. (2005). Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *British Journal of Sports Medicine*, 39(6), 324-329. doi:10.1136/bjism.2005.018341
- Barber-Westin, S. D., Hermeto, A. A. og Noyes, F. R. (2010). A Six-Week Neuromuscular Training Program for Competitive Junior Tennis Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(9), 2372-2382. doi:10.1519/JSC.0b013e3181e8a47f
- Benjaminse, A., Welling, W., Otten, B. og Gokeler, A. (2015). Novel methods of instruction in ACL injury prevention programs, a systematic review. *Physical Therapy in Sport*, 16(2), 176-186. doi:10.1016/j.ptsp.2014.06.003
- Besier, T. F., Lloyd, D. G., Cochrane, J. L. og Ackland, T. R. (2001). External loading of the knee joint during running and cutting maneuvers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(7), 1168-1175. Sótt af http://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2001/07000/External_loading_of_the_knee_joint_during_running.14.aspx
- Bloomfield, J., Polman, R. og O'Donoghue, P. (2007). Physical Demands of Different Positions in FA Premier League Soccer. *Journal of Sports Science & Medicine*, 6(1), 63-70. Sótt af <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3778701/>
- Carlson, V. R., Sheehan, F. T. og Boden, B. P. (2016). Video Analysis of Anterior Cruciate Ligament (ACL) Injuries: A Systematic Review. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 4(11). doi:10.2106/jbjs.rvw.15.00116

- Cashman, G. E. (2012). The Effect of Weak Hip Abductors or External Rotators on Knee Valgus Kinematics in Healthy Subjects: A Systematic Review. *Journal of Sport Rehabilitation*, 21(3), 273-284. doi:10.1123/jsr.21.3.273
- Collins, J. D., Almonroeder, T. G., Ebersole, K. T. og O'Connor, K. M. (2016). The effects of fatigue and anticipation on the mechanics of the knee during cutting in female athletes. *Clinical Biomechanics*, 35, 62-67. doi:10.1016/j.clinbiomech.2016.04.004
- Cortes, N., Greska, E., Kollock, R., Ambegaonkar, J. og Onate, J. A. (2013). Changes in Lower Extremity Biomechanics Due to a Short-Term Fatigue Protocol. *Journal of Athletic Training*, 48(3), 306-313. doi:10.4085/1062-6050-48.2.03
- Dempsey, A. R., Lloyd, D. G., Elliott, B. C., Steele, J. R. og Munro, B. J. (2009). Changing Sidestep Cutting Technique Reduces Knee Valgus Loading. *The American Journal of Sports Medicine*, 37(11), 2194-2200. doi:10.1177/0363546509334373
- Drake, R., Vogl, A. W. og Mitchell, A. W. M. (2009). Gray's Anatomy for Students. Í Drake, R., Vogl, A. W. og Mitchell, A. W. M. (ritstjórar), (3. útgáfa, bls. 510-647). Philadelphia: Churchill Livingstone/Elsevier.
- Ettliger, C. F., Johnson, R. J. og Shealy, J. E. (1995). A Method to Help Reduce the Risk of Serious Knee Sprains Incurred in Alpine Skiing. *The American Journal of Sports Medicine*, 23(5), 531-537. doi:10.1177/036354659502300503
- Ford, K. R., Myer, G. D. og Hewett, T. E. (2007). Reliability of Landing 3D Motion Analysis: Implications for Longitudinal Analyses. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(11), 2021-2028. doi:10.1249/mss.0b013e318149332d
- Gilchrist, J., Mandelbaum, B. R., Melancon, H., Ryan, G. W., Silvers, H. J., Griffin, L. Y., . . . Dvorak, J. (2008). A Randomized Controlled Trial to Prevent Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury in Female Collegiate Soccer Players. *The American Journal of Sports Medicine*, 36(8), 1476-1483. doi:10.1177/0363546508318188
- Granan, L.-P., Bahr, R., Steindal, K., Furnes, O. og Engebretsen, L. (2008). Development of a National Cruciate Ligament Surgery Registry. *The American Journal of Sports Medicine*, 36(2), 308-315. doi:10.1177/0363546507308939
- Hartigan, E., Lewek, M. D. og Snyder-Mackler, L. (2011). The Knee. Í Levangie, P. K. og Norkin, C. C. (ritstjórar), *Joint Structure and Function: A Comprehensive Analysis* (5. útgáfa, bls. 395-439). Philadelphia: F.A. Davis Company.
- Havens, K. L. og Sigward, S. M. (2015). Cutting Mechanics: Relation to Performance and Anterior Cruciate Ligament Injury Risk. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 47(4), 818-824. doi:10.1249/mss.0000000000000470
- Hawkins, R. D. og Fuller, C. W. (1999). A prospective epidemiological study of injuries in four English professional football clubs. *British Journal of Sports Medicine*, 33(3), 196-203. Sótt af <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1756169/>
- Hewett, T. E., Myer, G. D. og Ford, K. R. (2004). Decrease in Neuromuscular Control About the Knee with Maturation in Female Athletes. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 86(8), 1601-1608.

- Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., Heidt, R. S., Colosimo, A. J., McLean, S. G., . . . Succop, P. (2005). Biomechanical Measures of Neuromuscular Control and Valgus Loading of the Knee Predict Anterior Cruciate Ligament Injury Risk in Female Athletes: A Prospective Study. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(4), 492-501. doi:10.1177/0363546504269591
- Hinton, R. Y., Rivera, V. R., Pautz, M. J. og Sponseller, P. D. (2008). Ligamentous laxity of the knee during childhood and adolescence. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 28(2), 184-187. doi:10.1097/BPO.0b013e3181652120
- Hootman, J. M., Dick, R. og Agel, J. (2007). Epidemiology of Collegiate Injuries for 15 Sports: Summary and Recommendations for Injury Prevention Initiatives. *Journal of Athletic Training*, 42(2), 311-319. Sótt af <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1941297/>
- Iguchi, J., Tateuchi, H., Taniguchi, M. og Ichihashi, N. (2014). The effect of sex and fatigue on lower limb kinematics, kinetics, and muscle activity during unanticipated side-step cutting. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 22(1), 41-48. doi:10.1007/s00167-013-2526-8
- Imwalle, L. E., Myer, G. D., Ford, K. R. og Hewett, T. E. (2009). Relationship between hip and knee kinematics in athletic women during cutting maneuvers: a possible link to noncontact anterior cruciate ligament injury and prevention. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(8), 2223-2230. doi:10.1519/JSC.0b013e3181bc1a02
- Jamison, S. T., Pan, X. og Chaudhari, A. M. W. (2012). Knee moments during run-to-cut maneuvers are associated with lateral trunk positioning. *Journal of Biomechanics*, 45(11), 1881-1885. doi:10.1016/j.jbiomech.2012.05.031
- Janssen, K. W., Orchard, J. W., Driscoll, T. R. og van Mechelen, W. (2012). High incidence and costs for anterior cruciate ligament reconstructions performed in Australia from 2003-2004 to 2007-2008: time for an anterior cruciate ligament register by Scandinavian model? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 22(4), 495-501. doi:10.1111/j.1600-0838.2010.01253.x
- Kopf, S., Musahl, V., Tashman, S., Szczodry, M., Shen, W. og Fu, F. H. (2009). A systematic review of the femoral origin and tibial insertion morphology of the ACL. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 17(3), 213-219. doi:10.1007/s00167-008-0709-5
- Krosshaug, T., Nakamae, A., Boden, B. P., Engebretsen, L., Smith, G., Slauterbeck, J. R., . . . Bahr, R. (2007). Mechanisms of Anterior Cruciate Ligament Injury in Basketball. *The American Journal of Sports Medicine*, 35(3), 359-367. doi:10.1177/0363546506293899
- Lee, D. Y., Karim, S. A. og Chang, H. C. (2008). Return to Sports After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction – A Review of Patients with Minimum 5-year Follow-up. *Annals, Academy of Medicine, Singapore*, 37(4), 273-278. Sótt af <http://www.annals.edu.sg/pdf/37VolNo4Apr2008/V37N4p273.pdf>
- Li, G., Papannagari, R., Defrate, L. E., Doo Yoo, J., Eun Park, S. og Gill, T. J. (2007). The effects of ACL deficiency on mediolateral translation and varus–valgus rotation. *Acta Orthopaedica*, 78(3), 355-360. doi:10.1080/17453670710013924

- Lohmander, L. S., Englund, P. M., Dahl, L. L. og Roos, E. M. (2007). The Long-term Consequence of Anterior Cruciate Ligament and Meniscus Injuries: Osteoarthritis. *The American Journal of Sports Medicine*, 35(10), 1756-1769. doi:10.1177/0363546507307396
- Marker Set Guidelines. (2015). Sótt 27. apríl 2017 af https://www.c-motion.com/v3dwiki/index.php/Marker_Set_Guidelines
- McGovern, A., Dude, C., Munkley, D., Martin, T., Wallace, D., Feinn, R., . . . Garbalosa, J. C. (2015). Lower limb kinematics of male and female soccer players during a self-selected cutting maneuver: Effects of prolonged activity. *The Knee*, 22(6), 510-516. doi:10.1016/j.knee.2015.05.005
- McLean, S. G., Huang, X. og van den Bogert, A. J. (2005). Association between lower extremity posture at contact and peak knee valgus moment during sidestepping: Implications for ACL injury. *Clinical Biomechanics*, 20(8), 863-870. doi:10.1016/j.clinbiomech.2005.05.007
- Meeuwisse, W. H. (1994). Assessing Causation in Sport Injury: A Multifactorial Model. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 4(3), 166-170. Sótt af http://journals.lww.com/cjsportsmed/Fulltext/1994/07000/Assessing_Causation_in_Sport_Injury__A.4.aspx
- Model Based Item: JOINT MOMENT. (2013). Sótt 27. apríl 2017 af http://c-motion.com/v3dwiki/index.php?title=Model_Based_Item:_JOINT_MOMENT
- Model Based Item: MODEL COG. (2013). Sótt 27. apríl 2017 af http://c-motion.com/v3dwiki/index.php?title=Model_Based_Item:_MODEL_COG
- Mok, K. M., Kristianslund, E. og Krosshaug, T. (2015). The Effect of Thigh Marker Placement on Knee Valgus Angles in Vertical Drop Jumps and Sidestep Cutting. *Journal of Applied Biomechanics*, 31(4), 269-274. doi:10.1123/jab.2014-0137
- MOMENT OF INERTIA. (2014). Sótt 27. apríl 2017 af https://www.c-motion.com/v3dwiki/index.php/MODEL_MOMENT_OF_INERTIA
- Myklebust, G., Maehlum, S., Engebretsen, L., Strand, T. og Solheim, E. (1997). Registration of cruciate ligament injuries in Norwegian top level team handball. A prospective study covering two seasons. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 7(5), 289-292. doi:10.1111/j.1600-0838.1997.tb00155.x
- Noyes, F. R. og Barber Westin, S. D. (2012). Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention Training in Female Athletes: A Systematic Review of Injury Reduction and Results of Athletic Performance Tests. *Sports Health*, 4(1), 36-46. doi:10.1177/1941738111430203
- Pappas, E., Nightingale, E. J., Simic, M., Ford, K. R., Hewett, T. E. og Myer, G. D. (2014). Do exercises used in injury prevention programmes modify cutting task biomechanics? A systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*. doi:10.1136/bjsports-2014-093796
- Sigward, S. M., Cesar, G. M. og Havens, K. L. (2015). Predictors of Frontal Plane Knee Moments During Side-Step Cutting to 45 and 110 Degrees in Men and Women: Implications for Anterior Cruciate Ligament Injury. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 25(6), 529-534. doi:10.1097/jsm.0000000000000155

- Sigward, S. M. og Powers, C. M. (2006). The influence of gender on knee kinematics, kinetics and muscle activation patterns during side-step cutting. *Clinical Biomechanics*, 21(1), 41-48. doi:10.1016/j.clinbiomech.2005.08.001
- Stracciolini, A., Stein, C. J., Zurakowski, D., Meehan, W. P., 3rd, Myer, G. D. og Micheli, L. J. (2015). Anterior Cruciate Ligament Injuries in Pediatric Athletes Presenting to Sports Medicine Clinic: A Comparison of Males and Females Through Growth and Development. *Sports Health*, 7(2), 130-136. doi:10.1177/1941738114554768
- Swart, E., Redler, L., Fabricant, P. D., Mandelbaum, B. R., Ahmad, C. S. og Wang, Y. C. (2014). Prevention and Screening Programs for Anterior Cruciate Ligament Injuries in Young Athletes: A Cost-Effectiveness Analysis. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American volume*, 96(9), 705-711. doi:10.2106/JBJS.M.00560
- Tengman, E., Brax Olofsson, L., Stensdotter, A. K., Nilsson, K. G. og Hager, C. K. (2014). Anterior cruciate ligament injury after more than 20 years. II. Concentric and eccentric knee muscle strength. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 24(6), e501-509. doi:10.1111/sms.12215
- Torzilli, P. A., Greenberg, R. L. og Insall, J. (1981). An in Vivo Biomechanical Evaluation of Anterior-Posterior Motion of the Knee. Roentgenographic Measurement Technique, Stress Machine, and Stable Population. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 63(6). Sótt af http://journals.lww.com/jbjsjournal/Fulltext/1981/63060/An_in_vivo_biomechanical_evaluation_of.14.aspx
- Tsai, L.-C., Sigward, S. M., Pollard, C. D., Fletcher, M. J. og Powers, C. M. (2009). Effects of Fatigue and Recovery on Knee Mechanics during Side-Step Cutting. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(10), 1952-1957. doi:10.1249/MSS.0b013e3181a4b266
- Waldén, M., Hägglund, M., Magnusson, H. og Ekstrand, J. (2011). Anterior cruciate ligament injury in elite football: a prospective three-cohort study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 19(1), 11-19. doi:10.1007/s00167-010-1170-9
- Ward, S. R. (2011). Biomechanical Applications to Joint Structure and Function. Í Levangie, P. K. og Norkin, C. C. (ritstjórar), *Joint Structure and Function: A Comprehensive Analysis* (5. útgáfa). Philadelphia: F.A. Davis Company.
- Zantop, T., Herbort, M., Raschke, M. J., Fu, F. H. og Petersen, W. (2007). The Role of the Anteromedial and Posterolateral Bundles of the Anterior Cruciate Ligament in Anterior Tibial Translation and Internal Rotation. *The American Journal of Sports Medicine*, 35(2), 223-227. doi:10.1177/0363546506294571
- Øiestad, B. E., Holm, I., Aune, A. K., Gunderson, R., Myklebust, G., Engebretsen, L., . . . Risberg, M. A. (2010). Knee Function and Prevalence of Knee Osteoarthritis After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Prospective Study With 10 to 15 Years of Follow-up. *The American Journal of Sports Medicine*, 38(11), 2201-2210. doi:10.1177/0363546510373876

Fylgiskjal I

Rannsókn á vegum Rannsóknarstofu í hreyfivísindum við Heilbrigðisvísindasvið Háskóla Íslands

Samstarfsyfirlýsing forráðamanna íþróttafélaga

Samstarf þetta felst í að leyfa kynningu á ofangreindri rannsókn innan þess íþróttafélags sem undirritaður er í forsvari fyrir.

Með mínu samþykki munu þjálfarar, íþróttamenn sem uppfylla aldursþátttökuskilyrði og forráðamenn íþróttamanna (eftir því sem við á, aldurs vegna) fá sent kynningarbréf þar sem skýrt er frá tilgangi rannsóknar og framkvæmd.

Ég staðfesti hér með undirskrift minni að ég hef lesið upplýsingarnar um rannsóknina sem mér voru afhentar, lesið kynningarbréf það sem sent verður út, og hef fengið tækifæri til að spyrja spurninga um rannsóknina og fengið fullnægjandi svör og útskýringar á atriðum sem mér voru óljós.

Samþykki þetta er veitt með fyrirvara um samþykkt Vísindasiðanefndar og Persónuverndar.

Staður og dagsetning

Undirskrift og kennitala / Nafn íþróttafélags

Undirritaður, starfsmaður rannsóknarinnar, staðfestir hér með að hafa veitt upplýsingar um eðli og tilgang rannsóknarinnar, í samræmi við lög og reglur um vísindarannsóknir.

Nafn þess sem leggur samþykkisyfirlýsinguna fyrir

Fylgiskjal II

Rannsókn á vegum Námsbrautar í sjúkráþjálfun við Heilbrigðisvísindasvið Háskóla Íslands - Kynningarbréf

Á næstu vikum fara af stað mælingar vegna rannsóknarinnar „*Kynbundin áhætta krossbandaslits: aldurstengdar breytingar hjá ungmennum sem stunda handbolta og fótbolta.*“ Tilgangur rannsóknarinnar er í stórum dráttum sá, að kanna þær breytingar sem verða á hreyfistjórn við kynþroska hjá heilbrigðu íþróttafólki af báðum kynjum og áhrif sérhæfðra æfinga þar á. Sóst er eftir þátttöku annars vegar ungum krökkum (fyrir kynþroska) en hins vegar stálpuðum unglingum, sem stunda handbolta eða fótbolta.

Mælingar fara fram á Rannsóknarstofu í hreyfivísindum (Námsbraut í sjúkráþjálfun), í Stapa við Hringbraut, og taka um 1,5 klst. Mælingar miða að því að meta hreyfingu liðamóta og vöðvavinnu á meðan þátttakendur framkvæma stökk og hlaup, sem svipar til þeirra æfinga sem framkvæmdar eru á íþróttæfingum. Niðurstöðurnar munu auka þekkingu okkar og skilning á þeim áhættuþáttum krossbandaslita sem hægt er að hafa áhrif á og draga þannig úr tíðni meiðslanna.

Rannsóknin hefur verið samþykkt af Vísindasiðanefnd og tilkynnt Persónuvernd, og persónugreinanlegar upplýsingar munu hvergi koma fram opinberlega.

Ábyrgðarmaður rannsóknarinnar er Dr. Kristín Briem, dósent við Námsbraut í sjúkráþjálfun, Háskóla Íslands. Vinnusími: 525-4096, tölvupóstur: kbriem@hi.is
Rannsakendur á þessu ári eru þrír sjúkráþjálfarar, sem eru öll í rannsóknartengdu meistaranámi í hreyfivísindum við Læknadeild H.Í.:

- Haukur Már Sveinsson (hms2@hi.is),
- Kolbrún Vala Jónsdóttir (kvj2@hi.is) og
- Unnur Sædís Jónsdóttir (usj1@hi.is).

Með þessu bréfi biðjum við ykkur, kærur foreldrar/forráðamenn, að samþykkja að ykkur verði sendar frekari upplýsingar svo þið megið betur meta hvort þið leyfið að barn ykkar taki þátt í rannsókninni. Ef þið viljið ekki fá nánari upplýsingar um rannsókn þessa, vinsamlegast sendið póst á netfang rannsóknarinnar, rannsokn.krossbond@gmail.com eða hringið í ábyrgðarmann rannsóknarinnar. Berist okkur ekki athugasemd við beiðni þessari gerum við ráð fyrir að þið séu samþykkt því að við sendum ykkur upplýsingabréf á netfang það sem íþróttafélagið hefur á skrá. Í framhaldi af því verður haft samband í tengslum við hugsanlega þátttöku og mælingar.

Með fyrirfram þökk og von um jákvæðar undirtektir.

Fylgiskjal III

Rannsókn á vegum Rannsóknarstofu í hreyfivísindum við Heilbrigðisvísindasvið Háskóla Íslands

Kynbundin áhætta krossbandaslits: aldurstengdar breytingar hjá ungmennum sem stunda handbolta og fótbolta.

Tilgangur: Krossbandaslit eru ein af alvarlegustu meiðslum sem íþróttamaður getur lent í og reikna má með að endurhæfing taki allt að 6-12 mánuði áður en leikmaður er fær um að snúa aftur til keppni. Þeir sem slitið hafa krossband fá fyrr en ella slitbreytingar í hnéliðinn, sem hefur áhrif á líkamlega virkni og lífsgæði til lengri tíma litið. Algengast er að meiðslin eigi sér stað við snögga stefnubreytingu eða lendingu úr stökki, án nokkurrar snertingar við mótherja. Stjórn hreyfinga um liði neðri útlíma skiptir þarna höfuðmáli.

Markmið rannsóknarinnar er að kanna þær breytingar sem verða á hreyfistjórn við kynþroska hjá heilbrigðu íþróttafólki af báðum kynjum og áhrif sérhæfðra æfinga þar á. Hreyfimyntur, sem og tímasetning og magn vöðvavinnu, verða mæld við stökk og við að breyta um hlaupastefnu. Styrkur helstu vöðvahópa ganglima verður einnig metinn til að kanna tengsl milli hreyfinga, vöðvavirkni og –styrks. Kvenkyns 11-12 ára þátttakendum verður síðan skipt í tvo hópa þar sem annar hópurinn gerir sérhæfðar æfingar yfir 3-4 ára tímabil áður en mælingar eru endurteknar. Niðurstöður rannsóknarinnar munu auka þekkingu okkar og skilning á þeim áhættuþáttum krossbandaslita sem hægt er að hafa áhrif á og draga þannig úr tíðni meiðslanna.

Ábyrgðarmaður rannsóknarinnar er Dr. Kristín Briem, dósent við Námsbraut í sjúkraþjálfun, Háskóla Íslands. Vinnusími: 525-4096, tölvupóstur: kbriem@hi.is

Aðrir rannsakendur eru sjúkraþjálfarar í rannsóknartengdu meistaranámi í hreyfivísindum við Læknadeild H.Í.;

- Haukur Már Sveinsson (hms2@hi.is),
- Kolbrún Vala Jónsdóttir (kvj2@hi.is) og
- Unnur Sædís Jónsdóttir (usj1@hi.is).

Framkvæmd: Sóst er eftir þátttöku íþróttafólks af höfuðborgarsvæðinu. Mælingar fara fram á Rannsóknarstofu í hreyfivísindum (Námsbraut í sjúkraþjálfun) og tekur um 2 klst. Fyrst eru límdir namar á helstu vöðvahópa fótleggja, en þeir „hlusta“ eftir því hvernig og hvenær vöðvarnir vinna. Síðan er létt upphitun á hjóli, og styrkur helstu fótleggjavöðva mældur og framkvæmd almenn skoðun á líkamsbyggingu. Endurskinskúlur verða festar með teygju eða límbandi á ganglimi og bol þátttakenda, sem klæðast stuttbuxum og bol. Myndavélar, sem gefa frá sér ljós, nema endurvarpið frá kúlunum og fylgja þannig hreyfingum kúlanna eftir, þegar: a) framkvæmt er stökk niður af 20-30 cm háum kassa; og b) gabbhreyfing er gerð (eins og til að komast framhjá andstæðingi). Eftir þessar mælingar er gerð sérstök æfing til að auka almenna vöðvaþreytu, en að því loknu eru mælingar endurteknar á stökki og gabbhreyfingu, til að meta áhrif þreytu á hreyfimyntur og vöðvavirkni.

Ávinningur/áhætta af þátttöku: Þátttakandi fær upplýsingar um eigin styrk og líkamsbyggingu, og óbeinan ávinning vegna aukinnar þekkingar á áhrifum sértækrar þjálfunar eftir að niðurstöður rannsóknarinnar koma í ljós. Áhætta af þátttöku er lítil; mælingar fara fram í öruggu umhverfi án truflana. Þátttakendur geta því einbeitt sér að þeim æfingum sem framkvæmdar eru, sem er mikilvægt eftir að þeir þreytast. Æfingarnar eru staðlaðar og felast í hreyfingum sem þátttakendur þekkja vel af æfingum og úr keppni í sinni íþrótt. Hugsanlegt er að einstaklingar með viðkvæma húð finni fyrir tímabundinni ertingu undan elektróðum eða límbandi sem notað er til að festa endurskinskúlur á húð, en slíkt er þó óvanalegt. Þátttakendur eru tryggðir gegn óhöppum, enda þótt áhættan sé afar lítil.

Trúnaður og gagnaöryggi: Rannsakandi heitir fullum trúnaði við þátttakendur. Gagnaúrvinnsla fer fram í tölvu, gögn sem auðkennd eru einungis með númeri, eru geymd þar undir lykilorði sem rannsakendur hafa einir aðgang að. Skrifleg gögn, auðkennd með númeri, verða geymd í læstri hirslu. Þátttakendur geta hætt þátttöku í rannsókninni á hvaða stigi hennar sem er án skýringa eða eftirmála. Vakni einhverjar spurningar má leita til starfsfólks rannsóknarinnar eftir nánari upplýsingum, eða til Vísindasiðanefndar (sjá neðanmáls). Ekki er greitt fyrir þátttöku, en forráðamönnum íþróttafélaga, og þátttakendum, verður boðið að þiggja fræðsluerindi um niðurstöður rannsóknarinnar, hvort sem þeir lenda í rannsóknar- eða viðmiðunarhóp.

Niðurstöður rannsóknarinnar verða birtar í meistarasritgerðum Hauks, Kolbrúnar og Unnar, en einnig mun stefnt að því að birta niðurstöður á ráðstefnum og í ritrýndum vísindaritum. Persónugreinanlegar upplýsingar munu hvergi koma fram opinberlega.

Með fyrirfram þökk og von um jákvæðar undirtektir.

Fylgiskjal IV

Rannsókn á vegum Námsbraut í sjúkrahjálfun við Heilbrigðisvísindasvið Háskóla Íslands;
Kynbundin áhætta krossbandaslits: aldurstengdar breytingar hjá ungmennum sem stunda handbolta og fótbolta.

SAMPYKKISYFIRLÝSING FYRIR UNGA ÞÁTTTAKENDUR

Rannsóknir hafa sýnt að þótt strákar og stelpur hreyfi sig á svipaðan hátt þegar þau gera gabbhreyfingar eða stökk, þá gera karlar og konur það ekki. Ekki er vel þekkt hvað veldur þessu, eða hvort það hefur áhrif á t.d. meiðsli. Markmið rannsóknarinnar er að komast að því hvaða hlutir breytast hjá stelpum og strákum við kynþroska og hvort þjálfun skiptir máli. Hreyfimyntur og vöðvavinna verða mæld við stökk og við að breyta um hlaupastefnu. Niðurstöður rannsóknarinnar munu auka þekkingu okkar á áhættuþáttum meiðsla og áhrifum æfinga, svo við getum kannski dregið úr meiðslahættu.

Þátttaka í rannsókninni felur í sér að mæta með strigaskó, stuttbuxur og bol á stofu í Háskóla Íslands, þar sem mælitæki og nemar verða sett á líkamann. Þetta gerum við til að hlusta á hvernig vöðvarnir vinna og mæla hvernig liðamótin hreyfast. Einnig verður hæð og þyngd mæld. Mestur tíminn fer í að stilla upp og setja mælitækin á sinn stað, en svo fara mælingar fram. Þetta tekur alls um 2 klst. Einhverjir þátttakendur verða beðnir um að koma aftur í mælingar eftir nokkur ár.

Ég staðfesti hér með undirskrift minni að ég hef lesið upplýsingarnar um rannsóknina sem mér voru afhentar, og hef fengið tækifæri til að spyrja spurninga um rannsóknina og fengið útskýringar á öllu sem ég spurði um. Ég vil taka þátt í rannsókninni og það má spyrja mig seinna hvort ég vilji koma aftur í mælingar. Ég veit líka að ég má hætta við hvenær sem ég vil þó ég hafi skrifað undir þetta blað. Ef ég vil hætta við að taka þátt þarf ég ekki að útskýra hvers vegna og það breytir engu fyrir mína íþróttaiðkun eða lækniþjónustu í framtíðinni.

Ég veit að útkomunum úr mælingunum verður eytt að rannsókn lokinni og að þátttakendur eru tryggðir fyrir óhöppum sem hugsanlegt er að verði á meðan æfingar eru gerðar í rannsókninni.

Dagsetning

Undirskrift og nafn þátttakanda (barns)

Undirritaður, starfsmaður rannsóknarinnar, staðfestir hér með að hafa veitt upplýsingar um eðli og tilgang rannsóknarinnar, í samræmi við lög og reglur um vísindarannsóknir.

Nafn rannsakanda

Fylgiskjal V

Rannsókn á vegum Námsbraut í sjúkraþjálfun við Heilbrigðisvísindasvið Háskóla Íslands;
Kynbundin áhætta krossbandaslits: aldurstengdar breytingar hjá ungmennum sem stunda handbolta og fótbolta.

SAMÞYKKISYFIRLÝSING FYRIR ÞÁTTTAKENDUR/FORRÁÐAMENN

Rannsóknir hafa sýnt að karlar og konur virðast ekki framkvæma starfrænar hreyfingar á sama hátt, enda þótt ekki sjáist munur á hreyfimyndum þeirra fyrir kynþroska. Ekki er vel þekkt hvað veldur þessu, eða hvort það hefur mikil áhrif á meiðslahættu seinna meir. Markmið og tilgangur rannsóknarinnar er að kanna þær breytingar sem verða á hreyfistjórn við kynþroska hjá heilbrigðu íþróttafólki af báðum kynjum og áhrif sérhæfðra æfinga þar á. Hreyfimyndur, sem og tímasetning og magn vöðvavinnu, verða mæld við stökk og við að breyta um hlaupastefnu. Niðurstöður rannsóknarinnar munu auka þekkingu okkar á þeim áhættuþáttum krossbandaslita sem hægt er að hafa áhrif á og draga þannig úr tíðni meiðslanna.

Þátttaka í rannsókninni felur í sér að mæta í eitt skipti til mælinga þar sem mælitæki og namar verða sett á líkamann til að mæla styrk og rafvirkni vöðva og hreyfimyndur í neðri útlimum við framkvæmd staðlaðra æfinga. Einnig verður hæð og þyngd mæld. Allur undirbúningur ásamt mælingum vara alls í um 2 klst. Hugsanlega munu mælingar endurteknar að fáum árum liðnum.

Ég staðfesti hér með undirskrift minni að ég hef lesið upplýsingarnar um rannsóknina sem mér voru afhentar, hef fengið tækifæri til að spyrja spurninga um rannsóknina og fengið fullnægjandi svör og útskýringar á atriðum sem mér voru óljós. Ég hef af fúsum og frjálsum vilja ákveðið að taka þátt í rannsókninni og veiti leyfi fyrir því að haft verði samband við mig aftur ef frekari mælinga er þörf síðar meir. Mér er ljóst, að þó ég hafi skrifað undir þessa samstarfsyfirlýsingu, get ég stöðvað þátttöku mína hvenær sem er án útskýringa og án áhrifa á mína íþróttaiðkun eða lækniþjónustu í framtíðinni.

Mér er ljóst að rannsóknargögnum verður eytt að rannsókn lokinni og mér hefur verið skýrt frá því að þátttakendur eru tryggðir fyrir óhöppum sem hugsanlegt er að verði á meðan æfingar eru gerðar í rannsókninni.

Dagsetning

Undirskrift forráðamanns og nafn þátttakanda

Undirritaður, starfsmaður rannsóknarinnar, staðfestir hér með að hafa veitt upplýsingar um eðli og tilgang rannsóknarinnar, í samræmi við lög og reglur um vísindarannsóknir.

Nafn rannsakanda

Fylgiskjal VI

Uppsetning endurskinsmerkja

Anatomical markers		
Location	Name (R=right; L=left)	Number
Cervical vertebra 7	C7	1
Thoracic vertebra 10	T10	1
Acromion	RAC/LAC	2
Manubrium of Sternum	Sternum	1
Sacrum	Sacrum	1
Posterior Superior Iliac Spine	RPSIS/LPSIS	2
Anterior Superior Iliac Spine	PSIS/ASIS	2
Crista Iliaca	RCI/LCI	2
Greater Trochanter	RGT/LGT	2
Lateral Knee	RLK/LLK	2
Medial Knee	RMK/LMK	2
Additional tracking markers		
Location	(R=right; L=left)	
Thigh	RTH1-4/ LTH1-4	8
Shank	RSH1-4/LSH1-4	8
Ankle	RLMAL/LLMAL	2
	RMMAL/LMMAL	2
Foot	RHEELH/LHEELH	2
	RHEELL/LHEELL	2
	RTOE1/RTOE5	2
	LTOE1/LTOE5	2