



B.Sc. í íþróttافرæði

Afkastamælingar á landsliðskonum Íslands í handknattleik: A-landslið og U-20 ára landslið kvenna

Maí, 2018

Höfundur: Dóra Sif Egilsdóttir

Kennitala: 130791-2129

Höfundur: Garðar Óli Ágústsson

Kennitala: 080792-2399

Leiðbeinendur: Margrét Lilja Guðmundsdóttir og Sveinn Þorgeirsson

12 ECTS ritgerð til B.Sc. gráðu í íþróttافرæði

Útdráttur

Markmið þessara rannsóknar var að kanna hvort munur væri á frammistöðu í líkamlegum mælingum hjá leikmönnum A-landsliðs kvenna og U-20 ára landsliðs kvenna. Samanburður var gerður á frammistöðu leikmanna eftir leikstöðum. Einnig var kannað hvort marktækur munur væri á milli mælinga hjá leikmönnum. Mælingarnar fóru fram á tveggja ára tímabili frá desember 2016 til janúar 2018 og voru sex talsins. Kennarar og nemendur í Háskólanum í Reykjavík sáu um mælingarnar. Niðurstöður leiddu í ljós að marktækur munur var á milli mælinga í CMJ, 3 kg boltakasti og Yo-Yo prófunum hjá A-landsliði kvenna. Niðurstöður hjá U-20 ára landsliði kvenna leiddu í ljós að marktækur munur var milli mælinga í CMJ, 7 metra kasti og 9 metra kasti með þriggja skrefa atrennu. Þegar samanburður var skoðaður milli leikstaða var marktækur munur á 30 metra spretti leikmanna og var munurinn á milli skytta og markmanna. Hjá A-landsliði kvenna var marktækur munur á leikstöðum í kasthraða af 9 metrum með uppstökki í fyrri mælingu. Miðað við þessar niðurstöður má því álykta að ekki sé munur á líkamlegu hreysti á milli leikstaða hjá leikmönnum íslenska kvennalandsliðsins.

Formáli

Þessi 12 ECTS eininga ritgerð er lokaverkefni okkar til B.Sc. gráðu í íþróttافرæði við Tækni- og verkfræðideild Háskólans í Reykjavík. Viðfangsefnið er valið út frá miklum áhuga okkar á handknattleik. Bæði tókum við þátt í mælingum á landsliðum Íslands bæði karla og kvenna. Mælingarnar eru hluti af samstarfi Háskóla Reykjavíkur og Handknattleikssambands Íslands. Við viljum þakka leiðbeinendum okkar, Margréti Lilju Guðmundsdóttur og Sveini Þorgeirssyni fyrir góðar ábendingar og yfirllestur á meðan verkefninu stóð. Þetta hefur verið afar lærdómsríkt ferli og vonumst við til þess að niðurstöður rannsóknarinnar komi þjálfurum og leikmönnum að góðum notum.

Efnisyfirlit

Útdráttur	1
Formáli	2
Inngangur	5
Handknattleikur	5
Líkamlegar kröfur.....	6
Leikstöður í handknattleik.....	7
Pol.....	8
Yo-Yo próf.....	10
Styrkur	11
Gripstyrkur.....	12
Boltakast með þungum bolta	12
Lóðrétt stökk	13
Hraði og snerpa	14
Kasthraði og nákvæmni	15
Tilgangur mælinga	17
Aðferðir og gögn	18
Markmið og rannsóknarspurning	18
Rannsóknaraðferð.....	18
Þátttakendur.....	18
Mælitæki.....	19
Framkvæmd mælinga	19
Líkamsmælingar	20
Mælingar á gripstyrk.....	20
Mælingar á kasthraða.....	20
Mælingar á 3 kg boltakasti	21
Mælingar á stökkkrafti.....	21
Sprettpróf	21
Yo-Yo próf.....	22
Úrvinnsla og greining gagna	22
Niðurstöður.....	23
Umræður	31
Heimildaskrá	35

Töfluskrá

Tafla 1. Tölulegar upplýsingar úr fyrri mælingu á A-landsliði kvenna eftir leikstöðum.....	23
Tafla 2. Tölulegar upplýsingar úr seinni mælingu á A-landsliði kvenna eftir leikstöðum.....	24
Tafla 3. Töluleg samantekt á meðaltölum allra mælinga á U-20 ára landsliði kvenna eftir leikstöðum.	26
Tafla 4. Tölulegar upplýsingar eftir mælingum á U-20 ára landsliði kvenna.	28
Tafla 5. Tölulegar upplýsingar um samanburð á mælingum 1 og 4 hjá U-20 ára landsliði kvenna.	29
Tafla 6. Töluleg samantekt af besta gildi þátttakenda úr öllum mælingum hjá U-20 ára landsliði kvenna.	30

Inngangur

Handknattleikur er vinsæl íþrótt sem er stunduð um allan heim. Handknattleikur var þróaður í Danmörku og árið 1898 kynnti danskur kennari að nafni Holger Nielsen fyrir nemendum sínum hlaupandi leik þar sem tvö lið gáfu boltann á milli sín með höndunum. Árið 1920 kom handknattleikur hingað til landsins, og árið 1950 fór fram fyrsti landsleikurinn héraðs og árið 1956 fór fram fyrsti kvennalandsleikurinn (Steinar J. Lúðvíksson, 2012).

Íslenska karlalandsliðið í handknattleik hefur náð góðum árangri á heimsvísu síðastliðna tvo áratugi. Landsliðið hefur tekið þátt á helstu stórmótum og árið 2008 vann það silfurverðlaun á Ólympíuleikunum í Peking. Á Evrópumótinu í Austurríki árið 2010 vann það til bronsverðlauna (Viðar Halldórsson, 2017).

Íslenska kvennalandsliðið hefur verið á uppleið undanfarin ár og árið 2010 komst liðið í fyrsta sinn á stórmót og tvö ár í röð eftir það (Viðar Halldórsson, 2017). Erfitt er að segja hvar íslenska kvennalandsliðið stendur á heimsmælikvarða vegna þess að ekki er til áreiðanlegur niðurröðunarlisti fyrir liðin á heimsvísu eins og knattspyrnan notast við. Notaðir eru styrkleikaflokkar fyrir hvert stórmót sem taka mið af því hversu mörg lið taka þátt. Það eru því alltaf mismunandi styrkleikaflokkar fyrir hvert stórmót.

Viðfangsefni þessarar ritgerðar er A-landslið kvenna og U-20 ára landslið kvenna. Rannsóknarspurningar og markmið rannsóknarinnar eru sett fram í kaflanum um aðferð og gögn.

Mælingarnar sem notast var við í rannsókninni eru hluti af samstarfi íþróttافرæðisviðs Háskólans í Reykjavík (HR) og Handknattleikssambands Íslands (HSÍ). Samstarfið snýr að því að halda utan um mælingar á yngri- og A-landsliðum Íslands í handknattleik, bæði karla og kvenna. Niðurstöður rannsóknarinnar verða ekki gerðar opinberar.

Handknattleikur

Í handknattleik hafa áhugi og þátttaka farið ört vaxandi síðastliðin ár og eru sífellt í þróun. Handknattleikur er í dag önnur vinsælasta liðsíþrótt í Evrópu á eftir knattspyrnu. Talið er að í heiminum séu til 1,952 milljónir liða og 190 landssambönd starfandi á heimsvísu (Mustafa, 2013; Schrodte, e.d.).

Frá árinu 1972 hefur íþróttin skipað fastan sess á Ólympíuleikunum og frá árinu 1976 hefur verið keppt í handknattleik kvenna. Árið 1946 var alþjóðlega handknattleikssambandið (IHF) stofnað og árið 1951 var Handknattleikssamband Íslands stofnað (Steinar J. Lúðvíksson, 2012).

Handknattleikur er hröð íþrótt og líkamlega krefjandi. Íþróttin einkennist af líkamlegum átökum, tækni og leikskilningi (Michalsik, Madsen og Aagaard, 2014). Leikmenn þurfa að búa yfir líkamlegum eiginleikum til þess að geta framkvæmt hreyfingar eins og stutta spretti, sendingar, stökk, köst og tekist á í leik. Frammistaða leikmanna í handknattleik samanstendur því af mörgum þáttum: líkamsbyggingu, samhæfingu, styrk, þoli, taktík og félagslegum þáttum (Saavedra o.fl., í prentun). Í leik láta leikmenn boltann ganga hratt á milli sín og framkvæma stefnubreytingar og gabbhreyfingar til þess að komast framhjá varnarmönnum. Leikmenn nota taktískar aðferðir eins og leikkerfi til þess að komast í gegnum vörn andstæðingsins og skora mörk (Wagner, Finkenzeller, Würth og von Duvillard, 2014).

Í handknattleik eru spilaðir tveir 30 mínútna langir hálfleikir, þar sem hlé á milli hálfleikja er yfirleitt um 10 mínútur. Leikvöllurinn er 40 metra langur og 20 metra breiður, við enda hvors vallarhelmingis eru tvö mörk. Tvö lið keppa hvort á móti öðru og markmiðið er að koma boltanum í mark andstæðingsins, það lið sem skorar oftast vinnur (International Handball Federation, 2016). Hvert lið samanstendur af 14 leikmönnum, þar af eru sjö leikmenn sem eru inni á vellinum. Sex útispilarar og einn markmaður. Útispilurunum er skipt niður í hornamenn, skyttur, miðjumann og línumann (HSÍ, 2010). Þjálfaranum er heimilt að skipta leikmönnum út af og inn á völinn að vild á meðan leiktíma stendur (International Handball Federation, 2016).

Líkamlegar kröfur

Nútíma handknattleikur er sífellt í þróun og líkamlegar kröfur leikmanna eru alltaf að aukast. Handknattleikur krefst mikils sprengikrafts (*e. explosive strength*) og orku. Í hverjum leik er mikið um endurtekna spretti og því er mikilvægt að leikmenn séu með gott loftháð og loftfirrt þol til þess að ná endurheimt fyrr meðan á leik stendur og eftir hann (Hermassi, Van den Tillaar, Khlifa, Chelly og Chamari, 2015; Wagner o.fl., 2014). Í leik er hlutfallið á milli vinnu á hárrí og lágri ákefð oft þannig að loftfirrtu orkukerfin ná að endurheimta allt að 50 - 100 % af orkubirgðunum á

milli spretta (Karcher og Buchheit, 2014; Wallace og Cardinale, 1997). Sprengikraftur er mikilvægur fyrir kasthendina og styrkur í kvið og baki til að halda jafnvægi í uppstökkum og í baráttu við varnarmenn (Wallace og Cardinale, 1997). Líkamsbygging leikmanna getur skipt máli þegar kemur að frammistöðu og árangri í handknattleik, þættir eins og hæð, þyngd, líkamsþyngdarstuðull og fituprósentu (Manchado, Tortosa-Martínez, Vila, Ferragut og Platen, 2013). Samkvæmt rannsóknum eru leikmenn sem spila í efstu deild í handknattleik að jafnaði hávaxnari, þyngri, með meiri fitu-frían massa og hærri líkamsþyngdarstuðul (e. Body max index) en leikmenn sem spila í neðri deild (Gorostiaga, Granados, Ibanez og Izquierdo, 2005).

Í rannsókn frá 2013 kom fram að leikmenn hlaupa að meðaltali 3627 metra og eru inni á vellinum að meðaltali í 53 mínútur í leik. Einnig kom fram í rannsókninni að 7,9 % af hlaupunum var á hárrí ákefð. Hornamenn hlaupa meira á hárrí ákefð í samanburði við línumenn og bakverði (Michalsik, Aagaard og Madsen, 2013). Einnig var gerð rannsókn þar sem kom fram að leikmenn hlaupa að meðaltali 4002 metra (± 551 m) í hverjum leik, en einungis voru 2,5% ($\pm 1,8\%$) hlaupanna framkvæmd á hárrí ákefð (Michalsik o.fl., 2014). Leikmenn framkvæma að meðaltali sjö köst, 14 stökk og fara í 12 einvígi maður á mann í sóknar- og varnarleik. Einnig kom fram að leikmenn ganga eða standa kyrrir í um 67% af leiknum, en samt sem áður einungis í sex til sjö sekúndur í senn (Póvoas o.fl., 2012).

Tækni leikmanna í handknattleik er mikilvæg og byggist á líkamlegum eiginleikum, samhæfingu og huglægum þáttum. Tækni er ákveðin hreyfing sem er framkvæmd á sem hentugastan og áhrifaríkastan hátt (Bompa og Haff, 2009). Handknattleikur krefst mikillar tækni og sá einstaklingur sem hefur tamið sér góða tækni skarar að öllum líkindum fram úr öðrum einstaklingum (Weber og Chittibabu, 2017).

Leikstöður í handknattleik

Í handknattleik eru sex leikstöður. Hver leikstaða hefur sérhæfðar kröfur og mismunandi líkamlega eiginleika (Weber og Chittibabu, 2017). Í rannsókn sem Michalsik og fleiri gerðu kom fram að þegar vellinum er skipt upp í svæði, vinna skyttur og miðjumenn í kringum 64m² stórt svæði, hornamenn á 15m² svæði og línumenn á 12m² svæði. Hver staða hefur því mismunandi kröfur og því þarf hver leikstaða mismunandi þjálfun (Michalsik o.fl., 2013).

Helstu einkenni góðra hornamanna eru að þeir eru hraðir, léttir og oft lágvaxnir miðað við hina leikmennina (Massuca, Branco, Miarka og Fragoso, 2015). Hornamaður hleypur lengstu vegalengdina í hverjum leik. Einnig skora þeir úr flestum hraðaupphlaupum og eru því að meðaltali með fleiri, lengri og hraðari spretti (Gutiérrez-Aguilar og Pascual, 2011; R. Lidor og Ziv, 2011; Michalsik o.fl., 2014). Hornamenn ættu því að leggja áherslu á hraða og taka spretti sem eru 20 - 30 metra langir. Hornamenn þurfa einnig að geta hoppað hátt vegna þess að leikstaða þeirra er í horni til hliðar við markið og til þess að búa til betra marktækifæri þurfa þeir að geta stokkið inn í teiginn (Krüger, Pilat, Ückert, Frech og Mooren, 2014).

Miðjumenn/skyttur stökkva oftast upp og þurfa því sprengikraft í fótum til þess að geta stokkið hátt og skotið yfir vörn andstæðingsins (Karcher og Buchheit, 2014; Ziv og Lidor, 2009). Samkvæmt rannsókn Karcher og Buchheit (2014) framkvæma miðjumenn/skyttur einnig fleiri gegnubrot og stefnubreytingar en hornamennirnir (Karcher og Buchheit, 2014). Línumenn eru oftast þyngstu leikmennirnir á vellinum (Massuca o.fl., 2015). Þeir lenda oftast í einvígum og þurfa að vera sterkir í fótum og bók svo ekki sé hægt að ýta þeim úr jafnvægi (Karcher og Buchheit, 2014; R. Lidor og Ziv, 2011). Línumenn hlaupa að meðaltali stystu vegalengdina í leik ef markmenn eru frátaldir (Karcher og Buchheit, 2014). Hreyfingar markmanna eru allt öðruvísi en hreyfingar leikmanna í öðrum leikstöðum. Markmenn verja skot frá andstæðingnum og þurfa að hafa góðan viðbragðshraða og hröðun til þess að ná í öll horn marksins snögglega (Karcher og Buchheit, 2014; Massuca o.fl., 2015).

Þol

Þol er skilgreint sem heildarafkastageta hjarta-, lungna- og æðakerfanna við mikla áreynslu í langan tíma. Samspil þessara þátta veita vöðvunum sem eru að vinna, súrefni og næringu (Ortega, Ruiz, Castillo og Sjöström, 2008). Hægt er að flokka þol í tvennt, loftháð og loftfirrt þol. Þegar leikmenn spila handknattleik er líkamleg áreynsla þeirra bæði loftháð og loftfirrt. Ákefðin í handknattleik er kaflaskipt og samanstendur af samfelldri (*e. continuous*) og ósamfelldri vinnu (*e. discontinuous*) (Karpan, Škof, Bon og Šibila, 2015). Meðan á leik stendur er ákefðin ýmist há eða lág. Leikmenn fara frá stuttum sprettum og yfir í það að vera kyrrstæðir eða ganga, lága ákefðin er ákveðin hvíld frá hærri ákefðinni (Karpan o.fl., 2015).

Út frá leikgreiningu á handknattleik er hægt að áætla að líkaminn nýti sér öll þrjú orkukerfin meðan á leik stendur. Í flestum stuttum sprettum, skoti á mark og snöggum stefnubreytingum notar líkaminn loftfirrt efnaskipti eða ATP-PCr kerfi (Karpan o.fl., 2015). Það ferli þarfnast ekki súrefnis og getur séð vöðvum fyrir orku í 3-15 sekúndna sprettum. Ákefð sem tekur lengri tíma eins og hraðaupphlaup krefst einnig mikils loftfirrts þols en þá fer líkaminn að notast við sykurrefs-kerfið ásamt ATP-PCr kerfinu (Alexandru og Eftene, 2007; Kenney, Wilmore og Costill, 2015). Sykurrefs-kerfið þarfnast ekki súrefnis og geta þessi tvö kerfi séð líkamanum fyrir orku í upp að tveimur mínútum á hárrí ákefð. Þessi tvö kerfi vinna saman að því markmiði að veita vöðvum líkamans þá orku sem þarfnast til kraftmyndunar þar sem súrefni vantar (Kenney o.fl., 2015). Hinsvegar þarf einnig að taka það til greina að mikill tími í handknattleik fer í aðgerðir á lárrí ákefð. Dæmi um lága ákefð er til að mynda að ganga, létt skokk og að standa í vörn. Þó svo að þennan tíma mætti flokka sem hvíld á milli stuttra spretta og hraðaupphlaupa þá notast líkaminn við loftháð kerfi í endurheimt og í allri langvarandi vinnu yfir tvær mínútur (Karpan o.fl., 2015). Það kerfi kallast oxunarkerfi og er aðalorkukerfi líkamans á langvarandi æfingum. Við lengri áreynslu myndast pýróþrúgusýra og mjólkursýra sem eykur á sýrustigið í vöðvum sem hindrar frekari niðurbrot glýkógens. Þá þarf líkaminn að grípa til oxunarkerfisins en það notar súrefni til að framleiða orku úr fæðuefnum. Oxunarkerfið er lengi að komast í gang en gefur mun meiri orku heldur en loftfirrtu kerfin gera (Kenney o.fl., 2015).

Niðurstöður rannsókna sýna að ákefð í handknattleik er að meiri hluta talinn vera spiluð á lágri ákefð eða að meðaltali um 49,7% af spiluðum leiktíma (Michalsik o.fl., 2014). Rannsókn var gerð í Danmörku á liði í efstu deild kvenna og kom fram í niðurstöðum að í 73,1% af handknattleik er ákefðin lág. 26,1% af leiknum fór fram á meðal ákefð og aðeins 0,8% af leiknum fór fram á hárrí ákefð (Michalsik o.fl., 2014). Þegar ákefðin var skoðuð út frá leikstöðum mátti sjá að hornamenn voru hlutfallslega mest í hárrí ákefð í leik eða um 1,2% af leiknum á móti 0,7% hjá línumönnum og 0,4% hjá miðjumönnum og skyttum. Litlu munar á meðal ákefð í leik á milli leikstaða en hornamenn eru 27% af spilatíma í meðal ákefð en línumenn eru um 26,2% og 25,1% hjá miðjumönnum. Miðjumenn eru mest í lágri ákefð af spilatíma eða 74,5%, línumenn 73,1% og hornmenn um 71,8% af spilatíma (Michalsik o.fl., 2014). Rannsóknir hafa sýnt fram á að í leik eru leikmenn 47% af spilatíma í ákefð undir 70% af hámarkshjartsláttartíðni (e.

HRmax) og 53% af honum í ákefð yfir því (Karcher og Buchheit, 2014). Í rannsókn sem gerð var á þýska kvennalandsliðinu í handknattleik á Evrópumótinu 2004 kom fram að meðal hjartsláttartíðni hjá liðinu í leik var 85,8% af hámarkshjartsláttartíðni (e. *HRmax*) með hæstu og lægstu gildi frá 74,7-91,7% (Manchado, Hoffmann, Valdivielso og Platen, 2007). Hægt er að mæla loftháð þol hjá einstaklingum með mismunandi prófum. Það fer eftir mismunandi þáttum eins og kostnaði, tíma, marktækni, aðstæðum og aðbúnaði hvaða próf verða fyrir valinu. Til þess að fá áreiðanlegar upplýsingar um hámarkssúrefnisupptöku (e. *VO₂max*) er hægt að nota tæki sem mælir loftskipti koltvístrings og súrefni í öndun einstaklings, tækið mælir beint hversu mikið súrefni einstaklingur notar. *VO₂max* mælingar sem framkvæmdar eru á rannsóknarstofu eru kostnaðarsamar og tímafrekar og það getur reynst mörgum erfitt að nálgast slíkar mælingar. Til eru fleiri aðferðir sem taka styttri tíma og eru ekki eins kostnaðarsamar eins og til dæmis Cooper hlaupapróf, píptest, göngupróf og Yo-Yo hlaupapróf (Tanner og Gore, 2013).

Yo-Yo próf

Prófið samanstendur af 2 x 20 metra hlaupum á afmörkuðu svæði og 2 x 2,5 metra hvíldarsvæði og fer fram með stigvaxandi ákefð. Hægt er að skipta Yo-Yo prófinu í þrjár mismunandi útgáfur. Allar útgáfurnar hafa tvö stig. Fyrsta stigið er fyrir lítið og óþjálfaða einstaklinga. Stig tvö er fyrir betur þjálfaða einstaklinga og afreksíþróttamenn (Bangsbo, Iaia og Krstrup, 2008). Yo-Yo prófin eru góð mælitæki til þess að áætla þol einstaklinga á stuttum tíma og eru hentug vegna þess að margir geta tekið prófið í einu (Krstrup o.fl., 2003).

Yo-Yo ósamfellda endurheimtaprófið (e. *Yo-Yo intermittent recovery test*) [Yo-Yo IR] hentar vel íþróttum eins og knattspyrnu og körfuknattleik þar sem einstaklingar þurfa að framkvæma vinnu á hárrí ákefð eftir stuttar endurheimtar lotur. Yo-Yo IR fer fram með 5-15 sekúndna vinnu í senn með 10 sekúndna hvíldarlotum. Rannsóknir hafa sýnt að Yo-Yo IR stig 1 sýni fram á hæfileika líkamans til að vinna loftháða vinnu, en Yo-Yo IR stig 2 sýni fram á hæfileika líkamans til að ná endurheimt eftir endurtekna loftfirra vinnu (Kilic-Toprak o.fl., 2015). Yo-Yo IR hefur verið mikið notað sem hreystipróf í hópíþróttum með mikla ákefð (Bangsbo o.fl., 2008). Rannsóknir hafa sýnt fram á sterka fylgni á frammistöðu í Yo-Yo IR prófi 1 og heildar hlaupavegalengd í keppni (Krstrup o.fl., 2003). Gerðar hafa verið rannsóknir á handknattleiksmönnum í Yo-Yo IR stigi

2 og niðurstöður sýndu að hornamenn skoruðu betur á prófinu heldur en aðrar leikstöður (Michalsik o.fl., 2013). Einnig var gerð rannsókn þar sem kom fram í niðurstöðum að skyttur og hornamenn hlupu lengra í Yo-Yo IR stig 2 heldur en línúmenn og markmenn (Massuca o.fl., 2015).

Styrkur

Styrkur í íþróttum er geta vöðvana til þess að mynda kraft og er oft skipt niður í hámarksstyrk, afl og úthaldsstyrk (Haff og Triplett, 2015). Hámarksstyrkur er geta líkamans til þess að lyfta ákveðinni þyngd aðeins einu sinni. Afl er skilgreint sem geta líkamans til þess að yfirvinna mótstöðu eða veita henni viðnám með vöðvaátaki sem felur í sér styttingu og spennu vöðva. Úthaldsstyrkur hefur þann eiginleika að geta unnið sem lengst undir álagi (Haff og Triplett, 2015). Styrkur er því nauðsynlegur fyrir alla íþróttamenn og hefur styrktarþjálfun verið tengd við bættu frammistöðu leikmanna á afreksstigi (Haff og Triplett, 2015). Mikilvægt er að öll styrktarþjálfun sé skilvirk og að ávinningur hennar sé sem mestur miðað við þann tíma og áreynslu sem af henni krefst (Young, 2006). Rannsóknir sýna að leikmenn sem búa yfir meiri styrk hafi forskot yfir aðra leikmenn. Styrkur hjálpar handknattleiksmanni að taka á móti andstæðingi og verjast í varnarleik (Ohnjec, Vuleta, Milanović og Gruic, 2008). Eiginleikinn til þess að mynda kraft er talinn vera lykilþáttur hjá handknattleiksmanni á afreksstigi, krafturinn hjálpar leikmanni í sprettum og stefnubreytingum (Ravier og Demouge, 2016). Samanburður á líkamlegri frammistöðu í mælingum hefur verið skoðaður. Leikmenn sem spila með landsliðum eru líklegri til þess að fá betri niðurstöður í líkamlegum mælingum en leikmenn sem spila ekki með landsliðum (Moss, McWhannell, Michalsik og Twist, 2015). Í samanburðarrannsókn sem gerð var meðal tveggja handknattleiksliða kom fram að leikmenn sem spila í efstu deild eru sterkari og fljótari en leikmenn sem spila í 2. deild og eru í betra líkamlegu formi (Gorostiaga o.fl., 2005). Í samanburði við þessa rannsókn kom fram í niðurstöðum Zapartidis og félaga (2009) að handknattleiksmenn yngri landsliða höfðu meiri kasthraða, stökkkraft, spretthraða og þol heldur en leikmenn sem komust ekki í landsliðsúrtaf (Zapartidis, Varelztsis, Gouvali og Kororos, 2009). Styrktarþjálfun er mikilvæg til þess að viðhalda styrk leikmanna og til þess að fyrirbyggja meiðsli. Fjölbreytt hraða- og sprengikraftsþjálfun er nauðsynleg til þess að bæta hámarkshraða og stökkkraft (Hermassi, Chelly, Tabka, Shephard og Chamari, 2011). Má því áætla að ef

leikmenn vilji hámarka eigin frammistöðu þurfi þeir að stunda markvissa styrktarþjálfun (Ravier og Demouge, 2016). Til samanburðar við þessar niðurstöður var gerð rannsókn meðal 24 leikmanna í handknattleik þar sem áhrif aukinnar styrktarþjálfunar var skoðuð. Þátttakendur fóru í átta vikur eftir lyftingaráætlun sem lagði áherslu á þungar lyftingar. Í niðurstöðum kom fram að einstaklingar sem fóru eftir æfingaráætlun bættu stökkraft og alhliða styrk. Miðað við þær niðurstöður mætti því álykta að aukin styrktarþjálfun af æfingum líkt og hnébeygjum, yfirtogi (*e. pullover*) og bekkpressu geti leitt til bættra frammistöðu á leiklíkum þáttum tengdum styrk og stökkrafti án þess að það hafi áhrif á þolgetu eða snerpu hjá einstaklingum (Hermassi o.fl., 2011).

Sýnt hefur verið fram á að kasthraði tengist líkamlegum eiginleikum eins og vöðvastyrk og afli. Vöðvastyrkur er talinn vera einn af mikilvægustu þáttum fyrir hraðar hreyfingar eins og til að mynda að kasta (Debanne og Laffaye, 2011).

Gripstyrkur

Gripstyrkur er talinn vera árangursríkt mælitæki til þess að meta styrk einstaklings. Í handknattleik þurfa einstaklingar að kasta og grípa bolta og þess vegna getur gripstyrkur haft áhrif á frammistöðu. Því lengri sem hendi og fingur eru því auðveldara er fyrir leikmenn að grípa um boltann og hann getur þar af leiðandi sparað orku, kraft og aukið á nákvæmni (Visnapuu og Jürimäe, 2007). Í rannsókn sem framkvæmd var á meðal kvenna í handknattleik, blaki og körfuknattleik kom fram að handknattleikskonur höfðu betri gripstyrk en keppendur í hinum íþróttagreinunum. Niðurstöður gefa til kynna að handknattleikur geri meiri kröfur um gripstyrk en aðrar boltagreinar (Barut, Demirel og Kiran, 2008). Rannsóknir hafa sýnt fram á að gripstyrkur hafi sterka tengingu við kasthraða hjá leikmönnum (Zapartidis, Palamas, Papa, Tsakalou og Kotsampouikidou, 2016). Einnig hafa verið gerðar rannsóknir þar sem munurinn á gripstyrk milli leikstaða í handknattleik var skoðaður. Niðurstöður sýndu að bakverðir voru með mestan gripstyrk og miðjumenn og línumenn höfðu meiri gripstyrk en markmenn og hornamenn (Massuca o.fl., 2015).

Boltakast með þungum bolta

Kastæfingar með þungum bolta (*e. medicine ball*) er aðferð til þess að auka kasthraða handknattleiksmanna. Gerðar hafa verið mælingar þar sem 1 RM (*e. 1*

repetition max) hefur verið framkvæmt til þess að áætla styrk og afl hjá leikmönnum í handknattleik (Marques o.fl., 2007). Pineau og félagar gerðu hins vegar rannsókn meðal handknattleiksmanna þar sem leikmennirnir framkvæmdu leiklíkari æfingu. Þátttakendur tóku styrktarpróf þar sem 2 kg þungum bolta var kastað eins langt og hægt var. Með styrktarprófinu var markmiðið að áætla afl og styrk í efri bók þátttakenda. Niðurstöður rannsóknarinnar sýndu að boltakast með þungum bolta væri góð leið til þess að mæla styrk þátttakenda í efri bók (Pineau, Horvath og Landuré, 1989). Rannsóknir hafa einnig sýnt fram á að æfingar með þungum bolta séu árangursríkar til þjálfunar hjá handknattleiksmönnum til þess að auka kraft í efri bók og auka kasthraða hjá leikmönnum (Earp og Kraemer, 2010).

Í Þýskalandi var gerð rannsókn á handknattleikskonum sem skoðaði áhrif sex vikna þjálfunar með þungum bolta. Þátttakendur framkvæmdu þrjár sérhæfðar þungar boltaæfingar aukalega á viku yfir sex vikna tímabil. Í niðurstöðum kom fram að kasthraði þátttakenda jókst um rúmlega 14% án þess að það kæmi niður á nákvæmni kastanna. Þar af leiðandi er hægt að álykta að æfingar með þungum bolta geti bætt kasthraða þátttakenda í handknattleik (Raeder, Fernandez-Fernandez og Ferrauti, 2015).

Lóðrétt stökk

Lóðrétt stökk (*e. countermovement jump*) [CMJ] eru oft notuð til þess að áætla afl í neðri hluta líkamans. Hægt er að framkvæma prófið með höndum eða án handa. Þegar prófið er framkvæmt eru hendurnar á mjöðmum og byrja þátttakendur í uppréttri stöðu. Síðan fara þeir niður í hnébeygjustöðu og stökkva upp eins hátt og þeir geta (Buchheit, 2010). Einnig er til hnébeygjustökk (*e. squat jump*) [SJ] sem er svipað og CMJ nema að þátttakendur fara niður í hnébeygjustöðu, halda stöðunni í 3 sekúndur og síðan er hoppað beint upp eins hátt og hægt er (Markovic, Dizdar, Jukic og Cardinale, 2004). Rannsóknir sýna að CMJ sem felur í sér lengingu og styttingu vöðvaþráðanna svokallaðan *stretch,- shortening cycle*, gefi hærri hopp hæð en SJ, þar sem aðeins fer fram stytting vöðvaþráðanna við kraftmyndunina (Markovic o.fl., 2004). Rannsóknir sýna að marktækur munur er á stökkhæð í CMJ hjá handknattleiksmönnum sem spila í efstu deild og leikmönnum sem spila í neðri deildum (Massuca o.fl., 2015). Þá hefur verið sýnt fram á að hornamenn stökkva marktækt hærra í CMJ prófi heldur en aðrar leikstöður (Michalsik o.fl., 2014).

Hraði og snerpa

Spretthraði er mikilvægur þáttur hjá handknattleiksmanni (Buchheit, Mendez-Villanueva, Quod, Quesnel og Ahmaidi, 2010). Í upphafi spretts setur einstaklingurinn mikinn kraft í að færa stöðu líkamans úr kyrrstöðu yfir í hámarkshraða. Einstaklingur sem hefur getu til þess að mynda kraft hratt er fljótur að ná hámarkshraða úr kyrrstöðu (Mero, Komi og Gregor, 1992). Með þjálfun á hraða íþróttamanna er virkni taugakerfisins aukin og þar af leiðandi getur orðið aukning á vöðvaþráðum af týpu 2 (Bompa og Haff, 2009). Þegar litið er til hraða í spretti skipta hlutir eins og orkunotkun, vöðvaþol, viðbragðshraði, hröðun og tækni miklu máli til þess að spretthraði verði sem mestur (Young, McDowell og Scarlett, 2001). Í rannsókn sem Michalsik og fleiri gerðu kom í ljós að meðalvegalengd spretta hjá kvenkyns handknattleiksmönnum er 6 metrar (Michalsik o.fl., 2014). Þjálfun á hraða er sérhæfð, en rannsóknir hafa sýnt að með aukinni getu í löngum beinum sprettum verður ekki yfirfærsla á færni spretta með stefnubreytingum (Young o.fl., 2001).

Hámarkshraði er oft tengdur við árangursríka frammistöðu í íþróttum, hinsvegar gerist það mjög sjaldan í leik að íþróttamaður þurfi að hlaupa það langt að hann nái upp í hámarkshraða (Manchado, Pers, o.fl., 2013). Þar af leiðandi má færa rök fyrir því að sá eiginleiki að ná upp hraða sem fyrst eða hröðun sé mikilvægari fyrir íþróttamenn í handknattleik en hámarkshraði. Rannsóknir hafa sýnt að hraðar stefnubreytingar eru algengar hreyfingar í handknattleik og er því mikilvægt að þjálfra snerpu hjá leikmönnum (Manchado, Pers, o.fl., 2013). Snerpa er oft skilgreind sem getan til þess að breyta hratt um stefnu, stöðva og taka hratt af stað (Sekulic, Spasic, Mirkov, Cavar og Sattler, 2013). Hægt er að skipta snerpu í tvennt, annars vegar breytingu á stefnu og hraða og hins vegar skynjunar- og ákvörðunarþætti (Sheppard, Young, Doyle, Sheppard og Newton, 2006). Próf sem mæla snerpu einstaklinga innihalda oft stefnubreytingar og þegar þjálfra á snerpu þarf vöðvastyrkur að vera til staðar og samdráttarhraði vöðva eykst. Þar af leiðandi virkjast fleiri vöðvaþræðir (Sheppard o.fl., 2006). Stefnubreyting (*e. change of direction*) er hæfni líkamans til að breyta hratt um stefnu eftir fyrirfram ákveðinni leið. Hæfni einstaklings til að breyta um hraða og stefnu fer meðal annars eftir tækni, hraða spretts eftir beinni línu og eiginleikum í vöðvum fóta. Um er að ræða lokaða hreyfingu (*e. closed skill*) þar sem hægt er að áætla hreyfinguna fyrirfram

(Sheppard o.fl., 2006). Stefnubreyting með viðbragði (*e. agility*) er skilgreind sem hröð hreyfing líkamans sem viðbragð við áreiti. Það sem hefur áhrif á skynjunar- og ákvarðanapætti eru sjónskyn, þekking á aðstæðum og eftirvænting. Stefnubreyting með viðbragði flokkast undir opna hreyfingu (*e. open skill*) þar sem ekki er hægt að áætla framkvæmd hreyfingarinnar fyrirfram (Sheppard o.fl., 2006). Viðbragðssnerpa kemur inn á huglæga þætti eins og sjónvinnslu, tímasetningu, viðbragðshraða og skynjun. Til að mynda þarf leikmaður að geta brugðist við áreiti andstæðingsins í sóknar- og varnarleik (Sekulic o.fl., 2013). Niðurstöður rannsóknanna sýna að tækni, taktík, styrkur, sprengikraftur, hraði, þol og sprettir eru mikilvægir þættir þegar kemur að velgengni í mörgum liðsíþróttum (Buchheit o.fl., 2010).

Jafnvægi er lykilþáttur til þess að bæta snerpu. Rannsóknir hafa sýnt að aukið jafnvægi og aukin líkamsstýring í flóknum hreyfingum hjálpi til við að bæta snerpu hjá einstaklingi (Miller, Herniman, Ricard, Cheatham og Michael, 2006). Í samanburðarrannsókn voru leikmenn í efstu deild bornir saman við leikmenn í 2. deild. Niðurstöður sýna að leikmenn í efstu deild eru 4% sneggri í 5 metra sprettum í samanburði við leikmenn í 2. deild og munaði 3% í 15 metra sprettum (Gorostiaga o.fl., 2005).

Kasthraði og nákvæmni

Í handknattleik er kasthraði mikilvægur eiginleiki til þess að einstaklingur nái árangri í íþróttinni (Manchado, Tortosa-Martínez, o.fl., 2013; Ohnjec o.fl., 2008). Til þess að kast sé árangursríkt þarf einstaklingur að ná hámarkshraða á boltann áður en kastað er og nákvæmni í miði. Eftir því sem boltinn fer hraðar að marki því minni tíma hefur vörn andstæðingana til að bregðast við (Manchado, Tortosa-Martínez, o.fl., 2013; Ohnjec o.fl., 2008). Samkvæmt rannsóknnum geta karlmenn myndað meiri kasthraða en konur í handknattleik, þar af leiðandi hafa karlkyns markmenn minni tíma til þess að bregðast við skotum og kvenkyns markmenn meiri tíma (Serrien, Clijsen, Blondeel, Goossens og Baeyens, 2015).

Rannsóknir á handknattleiksmönnum sýna fram á að mjög lítil munur er á milli hraða og nákvæmni í skotum og má því álykta að kasthraði sé aðaleinkenni árangursríkra kasta í handknattleik (Serrien o.fl., 2015). Hinsvegar þurfa leikmenn að huga að báðum þessum atriðum þar sem þreyta í leikjum getur haft áhrif á gæði kasta (Zapartidis, Gouvali, Bayios og Boudolos, 2007).

Sýnt hefur verið fram á að kraftur í neðri útlimum og hámarkshraði

leikmanna hefur sterka fylgni við kasthraða þeirra (Gorostiaga o.fl., 2005). Ein ástæða þess er að kraftmyndunin sem myndast og nýtist í kasti, byrjar í neðri útlimum og endar í þeirri hendi sem kastað er með (Bayios, Anastasopoulou, Sioudris og Boudolos, 2001). Hægt er að tengja hámarkshraða við kasthraða, þegar hámarkshraði eykst hjá einstaklingi að þá eykst einnig kasthraði einstaklingsins (Zapartidis, Skoufas, o.fl., 2009). Í handknattleik eru kastaðferðir margvíslegar og einstaklingar tileinka sér mismunandi tækni til þess að kasta. Kastaðferðirnar gólfskot, skot í skrefi og uppstökk eru þær aðferðir sem handknattleiksmenn nota. Í rannsóknum hefur komið fram að leikmenn í efstu deild í handknattleik ná mestum kasthraða í standandi skoti með þremur skrefum, þar á eftir er skot úr standandi stöðu og síðast skot með uppstökki (Wagner, Pfusterschmied, von Duvillard og Müller, 2011). Í rannsókn sem Wagner og fleiri gerðu kom fram að í leik voru 73-75% allra kasta framkvæmd eftir uppstökk, 14-18% kasta voru framkvæmd með skot í skrefi, 6-9% kastanna koma úr vítaköstum og 6-9% koma eftir línusendingar (Wagner o.fl., 2011). Margar rannsóknir hafa verið gerðar á mikilvægi þess að hafa kviðstyrk og jafnvægi til þess að ná sem mestum kasthraða. Samanburðarrannsókn var gerð meðal ungra handknattleikskvenna þar sem tveir hópar voru bornir saman. Annar hópurinn framkvæmdi sérhæfðar auka kvið- og jafnvægisæfingar tvisvar í viku í sex vikur sem bætt var inn í æfingarátætlun leikmanna. Hinn hópurinn framkvæmdi einungis venjubundnar æfingar. Samkvæmt niðurstöðum rannsóknarinnar var 5% aukning á kasthraða hjá þeim leikmönnum sem framkvæmdu aukaæfingar en engin aukning hjá þeim sem framkvæmdu þær ekki (Saeterbakken, van den Tillaar og Seiler, 2011). Rannsóknir hafa sýnt fram á að líkamsstærð hefur áhrif á frammistöðu leikmanna og að hærri leikmenn séu líklegri til að vera betri í þeim þáttum íþróttarinnar sem hafa meiri styrktarkröfur. Íþróttamenn sem sérhæfa sig í kastgreinum eins og handknattleik eru hærri, þyngri og vöðvameiri en íþróttamenn sem eru ekki í kastíþróttum (Manchado, Tortosa-Martínez, o.fl., 2013). Samanburðarrannsókn var gerð á tveimur handknattleiksliðum þar sem annað liðið spilaði í efstu deild og samanburðarhópurinn spilaði í 2. deild. Niðurstöður sýndu fram á að kasthraði leikmanna í efstu deild var töluvert meiri en hjá samanburðarhópi þar sem þeir köstuðu 8% hraðar úr standandi kasti og 9% hraðar úr kasti með þriggja skrefa atrennu (Gorostiaga o.fl., 2005). Aðhlaup í köstum er yfirleitt bundið við stökk eða standandi köst og er sú tækni notuð til að auka láréttan kraft sem gerir það erfiðara

fyrir varnarmenn andstæðinga að blokka leikmann eða ná til boltans (Wagner o.fl., 2011).

Fyrri rannsóknir sýna að kasthraði er mismunandi eftir leikstöðum (Rivilla-Garcia, Navarro Valdivielso, Grande Rodriguez og Sampredo Molinuevo, 2012; Vila o.fl., 2012). Leikmenn sem spila sóknarleik á miðjunni skjóta oftast á markið en hornamenn og línumenn. Á Evrópumeistaramótinu í handknattleik 2012 var munur á köstum á milli bakvarða og skyttu/miðjumanna (Karcher og Buchheit, 2014). Samanburðarrannsókn var gerð þar sem kasthraði leikmanna í efstu-, þriðju- og fjórðu deild var skoðaður í mismunandi aðstæðum eftir leikstöðum. Leikmenn framkvæmdu köst með léttum bolta og einnig 2 kg þungum bolta. Köstin voru framkvæmd með og án varnarmanns. Í niðurstöðum kom fram að miðjumenn voru með betri niðurstöður en aðrar leikstöður og markmenn voru með verstu niðurstöðurnar. Einnig kom fram í niðurstöðum að kasthraði leikmanna var marktækt minni þegar kastað var með varnarmann fyrir framan (Rivilla-Garcia o.fl., 2012).

Tilgangur mælinga

Mælingar á líkamshreysti íþróttamanna geta gefið upplýsingar um ákveðna frammistöðuþætti í keppni (Brewer, 2008). Áður en mælingar eru framkvæmdar á íþróttamönnum þarf að athuga ástæður fyrir því að gera þurfi mælingar (Bangsbo, Mohr, Poulsen, Perez-Gomez og Krusturp, 2006). Markvissar og skipulagðar mælingar gera rannsakendum kleift á að safna saman gögnum um hegðun og frammistöðu þátttakenda. Þjálfarar geta uppfært æfingaráætlunina sína í samræmi við mælingar og hjálpað þátttakendum að bæta sig í íþróttinni (O'Donoghue, 2005). Ástæður fyrir því að meta ætti líkamshreysti og færni einstaklinga eru ólíkar eftir því hvort um sé að ræða almennan einstakling eða þátttakanda í keppnisíþróttum. Frammistöðugreining á íþróttamönnum getur nýst sem viðmið fyrir þjálfara að finna efnilega og framúrskarandi leikmenn. Leikmenn geta nýtt sér slík viðmið sem hvatningu í keppni og á æfingum með því að bera saman niðurstöður við sig sjálfa og aðra hópa. Þessar niðurstöður geta verið hjálpartæki þegar kemur að vali á æfingum, æfingarálagi og nýst sem grunnur að æfingarplani (Hoffman, 2006). Mælingarnar þurfa að vera við hæfi og endurspeglar þarfir íþróttarinnar til þess að þær séu gagnlegar (Bangsbo o.fl., 2006).

Aðferðir og gögn

Í þessum kafla verður fjallað um markmið rannsóknarinnar og þeim gerð skil ásamt þeim rannsóknarspurningum sem settar voru fram. Fjallað verður um þau próf sem notuð voru til þess að mæla þátttakendur og þeim gerð nánari skil. Einnig verður farið í framkvæmd mælinga, þau mælitæki sem notast var við og hvernig úrvinnsla gagna fór fram.

Markmið og rannsóknarspurning

Markmið þessa verkefnis er að skoða mun á frammistöðu leikmanna í A-landsliði og U-20 ára landsliði kvenna í líkamlegum mælingum á tveimur tímapunktum. Einnig að skoða hvort það sé munur á frammistöðu eftir leikstöðum leikmanna. Greiningar verða á leikmönnum og líkamlegu atgervi þeirra, skoðað hvort breytingar hafi átt sér stað og hvar munurinn liggur. Rannsóknarspurningar voru lagðar fram í byrjun með því markmiði að gera þeim skil. Rannsóknarspurningarnar sem unnið var með voru þrjár og voru eftirfarandi:

- 1) Er marktækur munur á milli mælinga á líkamlegu hreysti A-landsliði kvenna?
- 2) Er marktækur munur á milli mælinga á líkamlegu hreysti og kasthraða U-20 ára landsliðs kvenna?
- 3) Er munur á líkamlegu hreysti eftir leikstöðum hjá A-landsliði og U-20 ára landsliði kvenna í handknattleik?

Rannsóknaraðferð

Eftirfarandi rannsókn var unnin samkvæmt meginlegri aðferðafræði þar sem ýmsar líkamlegar mælingar voru gerðar á þátttakendum. Mælingarnar voru hluti af samstarfi íþróttافرæðisviðs Háskólans í Reykjavík og Handknattleikssambands Íslands á tímabilinu 2016 – 2018.

Þátttakendur

Þátttakendur rannsóknarinnar voru leikmenn í A-landsliði kvenna og U-20 ára landsliði kvenna. Alls tóku tíu leikmenn A-landsliðs kvenna þátt og 24 leikmenn úr

U-20 ára landsliði kvenna. Vegna tímasetninga mælinga, meiðsla leikmanna og leikmanna sem eru í atvinnumennsku erlendis var þátttaka hjá A-landsliði kvenna ekki meiri. Þrátt fyrir þennan fjölda þátttakenda í U-20 ára landsliði kvenna var einungis hægt að bera saman sex þátttakendur milli mælinga. Notast var við mælingar allra þátttakenda til samanburðar eftir leikstöðum.

Mælitæki

Við framkvæmd mælinganna var notast við hæðar- og líkamsþyngdarmæli að tegundinni *Seca 759* til þess að mæla hæð og þyngd þátttakenda. Gripstyrkur var mældur með gripstyrksmæli að tegundinni *Vernier GoLink, Logger Lite* forrit og fartölva til þess að skrá niðurstöður. Til þess að mæla kasthraða var handknattleiksmark notað sem er í löglegri stærð (tveir metrar á hæð og þrjú metrar á breidd), hraðabyssa af tegundinni *Sports Radar 3600* og bolti fyrir meistaraflokk kvenna sem er (325 til 375grömm / 54 x 56 sentímetrar). Tímahlið (*e. Bower Timing System*) til þess að mæla spretthraða þátttakenda og íþróttalímband. Mælitæki fyrir stökkkraftinn voru háhraðamyndavél (Casio Exilim EX-F1), þrífótur, myndskaiðsforrit (Kinovea), mælistika, ljóskastari og íþróttalímband. Við mælingar á 3 kg boltakastinu var 3 kg bolti notaður ásamt þunnri dýnu, málbandi að tegundinni *Plastika*, íþróttalímband og mælistiku. Áhöldin sem notast var við í Yo-Yo IR 2 prófinu voru keilur, hljómflutningstæki, hljóðupptaka af prófinu og skráningarblöð.

Framkvæmd mælinga

Tvær mælingar voru gerðar á A-landsliði kvenna á tímabilinu desember 2016 til júní 2017. Vegna mismunandi verkefna og aðstæðum á leikmönnum í A-landsliði kvenna var fyrsta mælingin þeirra framkvæmd á tveimur tímasetningum. Helmingur þátttakanda (n=4) framkvæmdi mælingarnar í desember mánuði 2016 og hinn helmingurinn (n=6) framkvæmdi mælingarnar í janúar 2017. Í eftirfarandi verkefni verða þessar tvær mælingar sameinaðar í eina mælingu og notuð sem mæling eitt hjá þátttakendum. Mæling eitt verður síðan borin saman við mælingu tvö en sú mæling var framkvæmd í júní 2017.

Gerðar voru fimm mælingar á U-20 ára landsliði kvenna á tímabilinu desember 2016 til janúar 2018. Vegna dræmrar þátttöku hjá U-20 ára landsliði kvenna í einni af þessum mælingum verður aðeins notast við fjórar af þeim í þessari

rannsókn. Mælingarnar fóru fram í húsnæði Vals við Hlíðarenda og í húsnæði Víkings í Fossvogi. Kennarar og nemendur í HR sáu um mælingarnar með aðstoð frá starfsmönnum HSÍ. Framkvæmd mælinga fór alltaf fram með sama hætti en þeirra er getið í handbók mælinga HSÍ sem íþróttufræðisvið HR setti saman (Jose M. Saavedra, 2016). Þátttakendur voru merktir með númerum sem fest var á stuttbuxur þeirra. Byrjað var að mæla hæð og líkamspýngd þátttakenda áður en gripstyrkur var mældur. Þátttakendur voru svo teknir í upphitun áður en þeim var skipt upp í hópa og mælingar hófust.

Framkvæmdar voru mælingar á stökkkrafti (CMJ), hraða (30m sprettur), kasthraða og styrk í efri bók (3 kg boltakast) þátttakenda áður en endað var á þolmælingum með Yo-Yo IRT 2 prófi. Í þolmælingum var þátttakendum skipt í tvo hópa þar sem annar hópurinn skráði niður árangur þeirra sem voru að hlaupa og svo öfugt. Framkvæmdaraðilar fylgdust með að öllu verklagi væri rétt háttað. Hér fyrir neðan verður farið nánar út í hverja mælingu fyrir sig.

Líkamsmælingar

Markmið var að meta líkamshlutföll leikmanna og tengsl milli hæðar og þyngdar (Keys og Brožek, 1953; Ross, Marfell-Jones og Wenger, 1982). Þátttakendur voru hæðar- og þyngdarmældir. Mælingarnar fóru fram í léttum íþróttarfatnaði og án skóbúnaðs. Mæld var þyngd í kílógrömmum og hæð í sentímetrum. Einnig var reiknaður út BMI-stuðull þátttakenda út frá þyngdar- og hæðarmælingum. BMI-stuðull er fenginn með formúlunni $[\text{þyngd (kg)} / \text{hæð}^2 \text{ (m)}]$.

Mælingar á gripstyrk

Markmið var að meta stöðukraft í beygjuvöðvum úlnliðs og fingra leikmanna (Council of Europe, 1988). Gripstyrkur mælir styrk og virkni handarinnar. Þátttakandi fékk sér sæti við borð og var með olnbogann í 90° upp við líkamann og fætur við jörðu. Haldið var í mælinn með ríkjandi hendi. Þátttakandi kreisti mælinn af öllu afli í nokkrar sekúndur. Krafturinn var mældur í Newtonum (N). Þátttakandi fékk tvær tilraunir og betra skorið gildi.

Mælingar á kasthraða

Markmið mælinganna var að mæla kasthraða leikmanna án andstæðings (Gorostiaga o.fl., 2005; Vila o.fl., 2012). Mældur er kasthraði þátttakenda í þremur

mismunandi aðstæðum. Kast frá vítalínu (7 metrar) standandi, án aðhlaups. Kast frá punktalínu (9 metrar) með þremur skrefum, án uppstöks og svo kast frá punktalínu með þremur skrefum og uppstökki. Hver þátttakandi fékk tvær tilraunir á hverjum stað og var betra kastið tekið gilt. Hraði er mældur með *Sports Radar 3600* hraðabyssu í km/klst sem var fyrir aftan þátttakendur í kasti.

Mælingar á 3 kg boltakasti

Markmið var að mæla kraft í réttivöðvum (*e. extensor*) axlar, olnboga og bók (Norwegian handball federation, 2018). Þátttakendur koma sér í upphafsstöðu fyrir aftan afmarkaða línu sem búið er að merkja. Málband var fest niður meðfram kastbrautinni til að hægt væri að mæla lengd kastanna. Þátttakendur byrja fyrir aftan línuna í splitt-stöðu með annað hnéð á dýnu. Þátttakendur halda á 3 kg þungum bolta, sveifla honum aftur fyrir höfuð notandi báðar hendur og kasta svo fram á við eins langt og hægt er. Framkvæmdaraðilar notuðust við prik til að merkja hvar boltinn lenti og lesa af réttum stað á málbandinu. Mikilvægt var að il á fremri fæti og hné og tá á aftari fæti snertu gólfið allan tímann. Ef einhver þessara líkamshluta lyftist frá gólfi var kastið dæmt ógilt og þátttakandi þurfti að gera aftur. Hver þátttakandi fékk tvær tilraunir og gildi lengra kastið.

Mælingar á stökkkrafti

Markmið var að mæla kraft í réttivöðvum hné og mjaðmar (Bosco, Luhtanen og Komi, 1983). Þátttakandi stendur á merktu svæði með hendur á mjöðmum, beygir hnén í 90° gráður eða neðar og hoppar eins hátt upp og hann getur án þess að beygja fætur í loftinu. Hendur haldast á mjöðmum í gegnum allt stökkið, stökkið er tekið upp og reiknuð er út stökkhæð. Miðað er við merkingu sem staðsett er við utanvert hné (*e. lateral femoral condyle*) þátttakenda. Hver þátttakandi fékk tvær tilraunir og var herra stökkið tekið gilt.

Sprettopróf

Markmið var að mæla hlaupahraða og hröðun leikmanna (Ronnie Lidor, Falk, Arnon og Cohen, 2005). Hver þátttakandi hljóp tvo 30 metra spretti. Millitími var tekinn eftir 10 metra og heildartími á 30 metrum með tímahliðum (*e. Bower timing system*). Tímahliðunum var stillt upp upp við rásmark, 10 metrum frá rásmarki og

við endamark. Ráspunktur þar sem þátttakendur áttu að byrja var merktur með íþróttalímbandi 0,5 metrum fyrir aftan fyrsta tímahliðið. Þátttakandi hljóp af stað þegar hann var tilbúinn. Tímatakan fór af stað þegar þátttakandi skar geislann á fyrsta tímahliðinu. Tímahliðin voru sett upp þannig að geislinn var í 1,15 metra hæð frá jörðu.

Yo-Yo próf

Markmið var að meta loftháða og loftfirra þolgetu leikmanna (Krustrup o.fl., 2003). Þátttakendur framkvæmdu Yo-Yo Intermittent recovery 2 próf. Prófið fór fram með þeim hætti að þátttakendur hlupu 2x20 metra, fram og til baka á tilteknum tíma, við ákveðið hljóðmerki. Eftir hverja ferð tóku þátttakendur létt skokk á afmörkuðu svæði, 2,5 metra, fram og til baka. Hraðinn eykst eftir því sem líður á prófið sem þýðir að þátttakendur hafa alltaf skemmri tíma til þess að klára hverja ferð. Ef þátttakandi nær ekki að komast að endalínu hvoru megin fyrir hljóðmerki í tvígang, er hans þátttöku lokið. Niðurstaða er fjöldi metra eða fjarlægð á tilteknum tíma.

Úrvinnsla og greining gagna

Starfsfólk innan íþróttufræðideildar HR sjá um að skrá niður og geyma öll gögn sem safnast við mælingar. Í upphafi þessa verkefnis, með leyfi frá HSÍ og HR, fengum við aðgang að þeim gögnum sem þurfti til við gerð á þessari rannsókn. Gögnin voru yfirfarinn og skoðuð í Excel. Notast var við tölfræði forritið IBM SPSS Statistics útg. 24. við úrvinnslu gagna. Notast var við einhliða dreifgreiningu (One-way ANOVA) til þess að skoða hvort marktækur munur sé milli leikstaða eftir mælingum. Það t-próf var notað til þess að skoða hvort marktækur munur væri á milli mælinga. Lýsandi tölfræði var notuð til þess að finna út meðaltöl (M) og staðalfrávik (SD).

Niðurstöður

Í eftirfarandi kafla verður gerð grein fyrir niðurstöðum mælinga. Í niðurstöðum voru settar fram tölulegar upplýsingar eftir frammistöðu mælinga og eftir leikstöðum. Mælingar og próf á líkamshreysti A-landslíði kvenna og U-20 ára landslíði kvenna voru bornar saman eftir mælingum og skoðað var hvort marktækur munur væri á milli mælinga.

Tafla 1. Tölulegar upplýsingar úr fyrri mælingu á A-landslíði kvenna eftir leikstöðum.

Próf	Hornamenn (N=3) M (SD)	Skyttur/ Miðjumenn (N=5) M (SD)	Línumenn (N=1) M (SD)	Markmenn (N=1) M (SD)	Allir (N=10) M (SD)
Líkamsmælingar					
Hæð (m)	1,66 (± 0,00)	1,77 (±0,03)	1,64	1,74	1,72 (±0,06)
Þyngd (kg)	66,20 (±2,29)	79,12 (±3,73)	67,10	70,50	73,18 (±6,72)
BMI (kg/m ²)	24,07 (±0,84)	25,39 (±0,73)	24,95	23,29	24,74 (±1,02)
Líkamshreysti					
10m (s)	1,92 (±0,05)	1,84 (±0,04)	2,00	1,86	1,88 (±0,06)
30m (s)	4,44 (±0,03)	4,48 (±0,09)	4,23	4,57	4,48 (±0,11)
CMJ (cm)	45,29 (±2,33)	52,64 (±4,77)	52,55	52,05	50,37 (±4,91)
Gripstyrkur (N)	238,93 (±24,62)	296,94 (±54,24)	315,10	303,60	282,02 (±49,77)
Yo-Yo IR2 (m)	613,33 (±227,44)	552,00 (±230,47)	480,00	320,00	540,00 (±206,77)
3kg boltakast (m)	5,70 (±0,57)	6,51 (±0,66)	7,50	6,85	6,43 (±0,64)
Kasthraði					
7m standandi (km/klst)	71,76 (±4,71)	74,80 (±5,74)	74,00	68,00	73,10 (±5,28)
9m aðhlaup (km/klst)	76,00 (±3,56)	79,80 (±5,49)	75,00	74,00	77,60 (±4,90)
9m aðhlaup og uppstökk (km/klst)	74,00 (±1,41)	81,80 (±1,60)	74,00	74,00	77,90 (±4,13)

Í töflu eitt má sjá yfirlit yfir tölulegar upplýsingar úr fyrri mælingu á A-landslíði kvenna eftir leikstöðum. Alls voru 10 þátttakendur sem tóku þátt í þeim mælingum sem hér er unnið með. Fimm skyttur/miðjumenn, þrír hornamenn og einn þátttakandi í leikstöðu línumanns og markmanns. Meðalhæð leikmanna var 1,72 cm og meðalþyngd var 73,18 kg. Tíminn í 10 m sprettinum var að meðaltali 1,88 s. Skyttur og miðjumenn voru hraðastir í 10 m sprettinum með tímann 1,84 s

að meðaltali. Í 30 m sprettinum var tíminn að meðaltali 4,48 s og var línumaðurinn með hraðasta tímann 4,23 s. Þátttakendur stukku að meðaltali 50,37 cm í CMJ prófinu. Skyttur og miðjumenn stukku hæst eða 52,64 cm að meðaltali. Í mælingu á gripstyrk var meðaltal þátttakenda 282,02 N og virtist dreifingin vera frekar mikil þar. Hornamenn voru mældir með meðaltalið 238,93 N og línumaðurinn 315,19 N. Meðal hlaupalengd sem þátttakendur hlupu í Yo-Yo prófinu var 540 m. Hornamenn hlupu lengst með meðaltalið 613 m. Í 3 kg boltakastinu var meðaltalið 6,43 m og það var línumaðurinn sem kastaði lengst 7,50 m. Kasthraði frá 9 m með uppstökki og þriggja skrefa atrennu mældist mestur eða að meðaltali 77,90 km/klst, næst kom gólfskot með þriggja skrefa atrennu og mældist að meðaltali 77,60 km/klst og síðast kasthraði af 7 metrum að meðaltali 73,10 km/klst. Skyttur og miðjumenn mældust með hröðustu köstin af öllum leikstöðum. Marktækur munur var á milli leikstaða af 9 metrum með uppstökki ($R=.013$).

Tafla 2. Tölulegar upplýsingar úr seinni mælingu á A-landslíði kvenna eftir leikstöðum.

Próf	Hornamenn (N=3) M (SD)	Skyttur/ Miðjumenn (N=5) M (SD)	Línumenn (N=1) M (SD)	Markmenn (N=1) M (SD)	Allir (N=10) M (SD)
Líkamsmælingar					
Hæð (m)	1,66 (±0,00)	1,76 (±0,04)	-	1,75	1,72 (±0,05)
Þyngd (kg)	66,07 (±3,23)	79,52 (±3,97)	67,80	68,20	73,18 (±7,19)
BMI (kg/m ²)	23,93 (±1,23)	25,54 (±0,26)	-	22,27	24,38 (±1,41)
Líkamshreysti					
10m (s)	1,81 (±0,04)	1,81 (±0,06)	1,65	1,94	1,81 (±0,08)
30m (s)	4,43 (±0,10)	4,48 (±0,13)	4,27	4,65	4,46 (±0,14)
CMJ (cm)	42,67 (±1,89)	50,86 (±4,49)	51,00	51,03	48,43 (±5,04)
Gripstyrkur (N)	289,03 (±15,57)	271,18 (±79,29)	282,90	336,10	284,20 (±59,81)
Yo-Yo IR2 (m)	520,00 (±144,22)	376,00 (±87,63)	480,00	320,00	424,00 (±118,05)
3kg boltakast (m)	6,30 (±0,53)	7,26 (±0,37)	6,60	6,90	6,87 (±0,58)

Í töflu tvö má sjá tölulegar upplýsingar úr seinni mælingum á A-landslíði kvenna. Niðurstöður úr fyrri og seinni mælingum voru bornar saman til þess að skoða hvort marktækur munur væri á niðurstöðum. Kasthraði var ekki mældur í seinni mælingunum svo hér verður ekki greint frá honum. Niðurstöður sýna að ekki var mikill munur á milli fyrri og seinni mælinga. Munurinn liggur þó helst í því að í fyrri mælingum eru þátttakendur að skora betur á prófunum en í seinni prófunum.

Þegar munur á milli mælinga var skoðaður sýndu niðurstöður fram á að marktækur munur er á milli fyrstu mælingar og þeirrar seinni í CMJ þar sem meðaltalið var hærra í fyrri mælingu, ($t(9) = 6,186, p < 0,05$). Ekki var marktækur munur á milli mælinga á gripstyrk þátttakenda þar sem meðaltalið var hærra í seinni mælingu, ($t(9) = -0,111, p > 0,05$). Ekki mældist marktækur munur á milli mælinga í 10 metra sprett hjá þátttakendum, ($t(9) = 1,885, p > 0,05$). Niðurstöður úr 30 metra sprett þátttakenda sýndu að ekki er marktækur munur á milli mælinga, ($t(9) = 0,643, p > 0,05$). Hinsvegar var marktækur munur á milli mælinga í Yo-Yo prófi þátttakenda, ($t(9) = 2,482, p < 0,05$) og marktækur munur er á mælingum í 3 kg boltakasti, ($t(5) = -2,690, p < 0,05$).

Tafla 3. Töluleg samantekt á meðaltölum allra mælinga á U-20 ára landsliði kvenna eftir leikstöðum.

Próf	Hornamenn (N=6) M (SD)	Skyttur/Miðjumenn (N=11) M (SD)	Línumenn (N=4) M (SD)	Markmenn (N=3) M (SD)	Allir (N=24) M (SD)
Líkamsmælingar					
Hæð (m)	1,70 (±0,03)	1,74 (±0,01)	1,73 (±0,00)	1,77 (±0,00)	1,74 (±0,03)
Þyngd (kg)	64,29 (±3,47)	71,93 (±1,09)	68,90 (±3,57)	74,23 (±0,64)	69,84 (±3,72)
BMI (kg/m ²)	21,93 (±0,96)	23,56 (±0,16)	22,85 (±1,07)	23,56 (±0,16)	22,98 (±0,67)
Líkamshreysti					
10m (s)	1,90 (±0,07)	1,91 (±0,01)	1,94 (±0,04)	1,99 (±0,02)	1,94 (±0,04)
30m (s)	4,65 (±0,06)	4,64 (±0,06)	4,67 (±0,16)	4,95 (±0,04)	4,73 (±0,13)
CMJ (cm)	39,14 (±0,36)	39,30 (±1,22)	36,70 (±2,19)	34,47 (±1,72)	37,40 (±1,98)
Gripstyrkur (N)	245,94 (±21,12)	290,22 (±12,26)	255,38 (±13,13)	231,39 (±9,71)	255,73 (±21,67)
Yo-Yo IR2 (m)	313,33 (±40,83)	309,09 (±15,20)	283,33 (±51,96)	195,00 (±8,66)	275,19 (±47,70)
3kg boltakast (m)	5,32 (±0,34)	5,97 (±0,30)	5,62 (±0,28)	5,31 (±0,18)	5,56 (±0,27)
Kasthraði					
7m standandi (km/klst)	72,38 (±3,26)	77,38 (±0,81)	73,44 (±1,42)	67,67 (±2,87)	72,83 (±3,45)
9m aðhlaup (km/klst)	71,00 (±3,40)	79,09 (±0,36)	75,83 (±2,46)	72,17 (±2,16)	74,52 (±3,18)
9m aðhlaup og uppstökk (km/klst)	72,00 (±0,56)	77,90 (±0,85)	73,11 (±2,08)	65,67 (±2,05)	72,17 (±4,36)

Tafla 3 sýnir tölulegar upplýsingar úr öllum mælingum U-20 ára landsliði kvenna eftir leikstöðum. Alls voru 24 þátttakendur sem tóku þátt í mælingunum. Niðurstöður sýna að meðalhæð þátttakenda var 1,74 cm og meðalþyngd var 69,84 kg. Tíminn í 10 m sprettinum var að meðaltali 1,94 s. Hornamenn voru með besta tímann í 10 m spretti með meðaltalið 1,90 s og markmenn voru með hægasta tímann eða 1,99 s að meðaltali. Í 30 m sprettinum var meðaltalið 4,73 s. Skyttur og miðjumenn voru með besta tímann í 30 m spretti með meðaltalið 4,64 s og markverðir voru með hægasta tímann eða 4,95 s að meðaltali. Í CMJ var meðaltalið 37,40 m. Skyttur og miðjumenn stukku hæst í CMJ prófinu með meðaltalið 39,30 cm og markverðir stukku lægst með 34,47 cm að meðaltali. Meðaltalið í gripstyrk þátttakenda var 255,73 N. Skyttur og miðjumenn mældust með mestan gripstyrk eða að meðaltali 290,22 N og mældist gripstyrkur minnstur hjá markmönnum eða að meðaltali 231,39 N. Meðal hlaupalengd sem þátttakendur hlupu í Yo-Yo prófinu

var 275,19 m. Í 3 kg boltakastinu var meðaltalið 5,56 m. Skyttur og miðjumenn voru með lengstu köstin að meðaltali eða 5,79 m. Kasthraði af níu metrum með þriggja skrefa atrennu mældist mestur eða að meðaltali 74,52 km/klst, næst kom kasthraði af 7 metrum og mældist að meðaltali 72,83 km/klst og síðast kasthraði af 9 metrum með uppstökki og mældist að meðaltali 72,17 km/klst. Skyttur og miðjumenn voru með mesta kasthraðann að meðaltali af öllum köstum.

Tafla 4. Tölulegar upplýsingar eftir mælingum á U-20 ára landsliði kvenna.

Próf	Mæling 1 ¹ (N=13) M (SD)	Mæling 2 ² (N=16) M (SD)	Mæling 3 ³ (N=13) M (SD)	Mæling 4 ⁴ (N=12) M (SD)	Allir (N=24) M (SD)
Líkamsmælingar					
Hæð (m)	1,72 (±0,06)	1,74 (±0,06)	1,75 (±0,05)	1,74 (±0,04)	1,74 (±0,01)
Þyngd (kg)	68,25 (±5,83)	71,83 (±7,29)	72,51 (±4,76)	70,68 (±4,56)	70,82 (±1,62)
BMI (kg/m ²)	22,97 (±1,38)	23,65 (±1,94)	-	23,29 (±1,51)	23,30 (±0,28)
Líkamshreysti					
10m (s)	1,96 (±0,08)	1,88 (±0,09)	1,99 (±0,01)	1,89 (±0,08)	1,93 (±0,05)
30m (s)	4,75 (±0,17)	4,63 (±0,24)	4,76 (±0,26)	4,69 (±0,18)	4,71 (±0,05)
CMJ (cm)	42,72 (±5,45)	29,91 (±5,11)	42,69 (±3,89)	38,04 (±4,31)	38,34 (±5,23)
Gripstyrkur (N)	256,32 (±21,98)	276,58 (±46,87)	263,73 (±40,93)	278,46 (±35,88)	268,77 (±9,16)
Yo-Yo IR2 (m)	303,33 (±71,26)	290,66 (±97,35)	262,85 (±53,69)	300,00 (±67,15)	289,21 (±15,91)
3kg boltakast (m)	5,63 (±0,74)	5,79 (±0,72)	5,63 (±0,78)	5,87 (±0,42)	5,73 (±0,10)
Kasthraði					
7 m standandi (km/klst)	73,77 (±6,24)	-	76,21 (±7,44)	73,00 (±8,26)	74,33 (±1,37)
9 m aðhlaup (km/klst)	68,69 (±5,57)	-	82,92 (±6,89)	76,50 (±6,86)	76,04 (±5,82)
9 m aðhlaup og uppstökk (km/klst)	72,23 (±5,98)	-	78,62 (±8,61)	73,33 (±6,00)	74,26 (±1,25)

Tafla fjögur sýnir tölulegar upplýsingar úr fjórum mælingum hjá U-20 ára landsliði kvenna. Niðurstöður sýna að tími í 10 m og 30 m spretti hjá þátttakendum var bestur í mælingu tvö eða að meðaltali 1,88 s í 10 m spretti og 4,63 s í 30 m spretti. Í CMJ stukku þátttakendur hæst í fyrstu mælingunni, að meðaltali 42,72 cm. Það munaði þó ekki miklu á stökkhæð á milli mælinga eitt og þrjú. Gripstyrkurinn mældist mestur í fjórðu mælingu þátttakenda eða að meðaltali 278,46 N. Í Yo-Yo prófinu var hlaupaveglengd þátttakenda lengst í mælingu eitt, að meðaltali 303,33

¹ Mæling framkvæmd í janúar 2017.

² Mæling framkvæmd í júní 2017

³ Mæling framkvæmd í september 2017

⁴ Mæling framkvæmd í janúar 2018

metrar. Þátttakendur köstuðu lengst í fjórðu mælingu í 3 kg boltakastinu eða að meðaltali 5,87 m. Kasthraði þátttakenda var ekki mældur í mælingu tvö en hann mældist að meðaltali hraðastur í þriðju mælingu og í 9 metra skoti með þriggja skrefa atrennu, að meðaltali 82,92 km/klst. Kasthraði mældist hægstur í fyrstu mælingu og í 9 metra skoti með þriggja skrefa atrennu, að meðaltali 68,69 km/klst.

Tafla 5. Tölulegar upplýsingar um samanburð á mælingum 1 og 4 hjá U-20 ára landsliði kvenna.

Próf	Meðaltal	N	Staðalfr.	Sig. (2-tailed)
Gripstyrkur 1	259.28	6	45.36	
Gripstyrkur 4	273.05	6	33.21	.361
CMJ 1	41.41	6	6.34	
CMJ 4	35.92	6	4.70	.009*
10m sprettur 1	1.96	6	.085	
10m sprettur 4	1.91	6	.092	.172
30m sprettur 1	4.77	6	.19	
30m sprettur 4	4.72	6	.20	.124
Yo-Yo próf 1	286.66	6	81.64	
Yo-Yo próf 4	300.00	6	55.13	.695
3kg boltak. 1	5.79	6	.67	
3kg boltak. 4	5.84	6	.56	.851
7m kast 1	75.83	6	4.62	
7m kast 4	70.00	6	4.69	.016*
9m kast 3sk. 1	68.83	6	5.74	
9m kast 3sk. 4	74.17	6	5.38	.038*
9m kast st. 1	71.66	6	7.31	
9m kast st. 4	73.33	6	5.78	.383

*= $p < 0,05$ á milli mælinga hjá U-20 ára landsliði kvenna.

Tafla 5. sýnir tölulegan samanburð á mælingum 1 og 4 hjá U-20 ára landsliði kvenna. Mælingarnar fóru fram í janúar 2017 og janúar 2018. Aðeins sex

Þátttakendur framkvæmdu báðar mælingarnar og því var einungis hægt að gera samanburð á þeim þátttakendum. Niðurstöður marktæktarprófs (T-próf) milli fyrstu og fjórðu mælingar sýna að marktækur munur er á milli mælinga á CMJ, $T(5) = 4.196$, $P < 0,05$, kasthraða af 7 metrum, $T(5) = 3.599$, $p < 0,05$ og kasthraða af 9 metrum með þriggja skrefa atrennu, $T(5) = -2.794$, $P < 0,05$. Ekki fannst marktækur munur milli annarra prófa.

Tafla 6. Töluleg samantekt af besta gildi þátttakenda úr öllum mælingum hjá U-20 ára landsliði kvenna.

Próf	Hornamenn (N=6) M (SD)	Skyttur/ Miðjumenn (N=11) M (SD)	Línumenn (N=4) M (SD)	Markmenn (N=3) M (SD)
Líkamsmælingar				
Hæð (m)	1,72 (±0,07)	1,73 (±0,07)	1,74 (±0,01)	1,77 (±0,02)
Þyngd (kg)	65,76 (±8,88)	69,93 (±5,29)	72,42 (±11,22)	72,00 (±1,03)
BMI (kg/m ²)	22,12 (±1,78)	23,14 (±1,65)	23,89 (±3,01)	23,17 (±0,52)
Líkamshreysti				
10m (s)	1,90 (±0,19)	1,84 (±0,07)	1,93 (±0,11)	1,91 (±0,03)
30m (s)	4,65 (±0,23)	4,49 (±0,21)	4,74 (±0,40)	4,84 (±0,06)
CMJ (cm)	43,09 (±1,93)	41,15 (±6,84)	37,86 (±10,96)	41,51 (±4,47)
Gripstyrkur (N)	257,21 (±48,89)	296,92 (±46,60)	282,25 (±39,68)	249,66 (±17,52)
Yo-Yo IR2 (m)	312,00 (±52,15)	329,01 (±126,51)	280,00 (±108,32)	200,00 (±0,00)
3kg boltakast (m)	5,60 (±0,74)	6,14 (±0,57)	5,97 (±0,53)	5,76 (±0,50)
Kasthraði				
7m standandi (km/h)	76,50 (±8,26)	78,60 (±7,91)	76,66 (±4,04)	69,33 (±9,07)
9m aðhlaup (km/h)	75,60 (±11,26)	82,40 (±9,38)	78,66 (±8,02)	75,00 (±8,88)
9m aðhlaup og uppstökk (km/h)	73,40 (±7,92)	79,70 (±8,78)	77,00 (±4,35)	66,33 (±5,13)

Bestu mælingar hvers leikmanns frá öllum mælingum voru teknar og reiknað var út meðaltal eftir leikstöðum en þær niðurstöður má sjá í töflu 6. Framkvæmd voru marktæktarpróf (One-Way Anova) til að skoða hvort marktækur munur sé á prófum eftir leikstöðum. Niðurstöður sýndu fram á að marktækur munur er á milli leikstaða í 30 metra sprett ($R = .026$) og var munurinn á milli skytta og markmanna ($R = .025$).

Umræður

Markmið þessa verkefnis var að skoða hvort munur væri á frammistöðu í líkamlegum mælingum hjá leikmönnum í A-landsliði kvenna og U-20 ára landslið kvenna í handknattleik. Skoðað var hvort munur væri á frammistöðu leikmanna eftir leikstöðum. Einnig var skoðað hvort um marktækan mun væri að ræða á milli mælinga hjá leikmönnum. Rannsóknarspurningarnar sem lagðar voru fyrir í verkefninu voru eftirfarandi:

- 1) Er marktækur munur á milli mælinga á líkamlegu hreysti A-landsliði kvenna?
- 2) Er marktækur munur á milli mælinga á líkamlegu hreysti og kasthraða hjá U-20 ára landsliðs kvenna?
- 3) Er munur á líkamlegu hreysti eftir leikstöðum hjá A-landsliði og U-20 ára landsliði kvenna í handknattleik?

Samkvæmt niðurstöðum rannsóknarinnar kom fram að leikmenn í A-landsliði kvenna ná betri niðurstöðum í mælingunum en leikmenn í U-20 ára landsliði kvenna. Niðurstöðurnar koma ekki á óvart því samkvæmt fyrri rannsóknum hefur komið fram að leikmenn í efstu deild eru sterkari, fljótari og eru í betra líkamlegu formi en leikmenn sem spila í 2. Deild (Gorostiaga o.fl., 2005; Moss o.fl., 2015; Zapartidis, Skoufas, o.fl., 2009).

Niðurstöður hjá A-landsliði kvenna sýna fram á að einungis er marktækur munur á milli mælinga í CMJ, Yo-Yo prófi og 3kg boltakasti. Meðaltalið í CMJ og Yo-Yo prófinu hjá þátttakendum var hærra í fyrri mælingu en í seinni mælingu. Í 3 kg boltakastinu var hins vegar meðaltalið betra í seinni mælingu heldur en í þeirri fyrri. Það var ekki marktækur munur á milli mælinga í 10 m og 30 m sprett þátttakenda og ekki var marktækur munur á gripstyrk.

Leikstöður í handknattleik gegna mismunandi hlutverki og líkamlegar kröfur eru ekki þær sömu á milli leikstaða. Rannsóknir sýna að hornamenn eru hraðir, léttir og oft lágvaxnir miðað við aðra leikmenn liðsins (Massuca o.fl., 2015). Í þessari rannsókn kom í ljós að hornamenn A-landsliðs kvenna voru lægri og léttari en aðrir leikmenn. Meðalhæð hornamanna var 1,66 cm í báðum mælingunum og meðalþyngd þeirra var 66,20 kg og 66,07 kg. Hins vegar var meðalhæð hjá skyttum og miðjumönnum 1,77 cm og 1,76 cm. Meðalþyngd skytta og miðjumanna var 79,52 kg og 79,12 kg. Í niðurstöðum U-20 ára landsliðs kvenna voru

hornamennirnir lægri og léttari en aðrir leikmenn liðsins. Markmenn í þessari rannsókn voru bæði hæstir og þyngstir en þær niðurstöður stangast á við aðrar rannsóknir þar sem línurnar eru taldir vera þyngstu leikmenn liðsins og í sumum tilfellum þeir hæstu (Massuca o.fl., 2015). Samkvæmt rannsókn Karcher og Buchheit (2014) framkvæma skyttur og miðjumenn oftast uppstökk heldur en aðrir leikmenn. Niðurstöður á A-landslíði kvenna sýna að skyttur og miðjumenn stökkva hæst af öllum leikstöðum í mælingu eitt eða að meðaltali 52,64 cm. Í mælingu tvö er það hins vegar markmaður sem stekkur hæst af öllum leikstöðum, að meðaltali 51,03 cm, hann var hins vegar eini markmaðurinn sem tók þátt í mælingunum sem gæti haft áhrif á niðurstöður.

Til að skoða hvort leikmenn U-20 ára landsliðs kvenna væru að bæta sig á milli mælinga voru niðurstöður úr mælingum eitt og fjögur bornar saman. Tímabilið á milli mælinga var eitt ár. Alls voru fjórar mælingar gerðar í heildina en vegna tímasetningar á mælingum tvö og þrjú voru þær ekki notaðar. Þær fóru fram í júní 2017 og september 2017.

Samanburðar á mælingum eitt og fjögur sýna að aðeins er marktækur munur á milli prófa í CMJ, 7 metra kasthraða og 9 metra kasthraða með þriggja skrefa atrennu. Leikmenn stukku talsvert hærra í fyrri mælingu í CMJ en þeirri seinni og þar liggur munurinn. Það sama má segja um kasthraða leikmanna af 7 metrum en þar voru niðurstöðurnar betri í fyrri mælingu en þeirri seinni. Eina mælingin þar sem leikmenn bættu sig marktækt milli mælinga var á kasthraða af 9 metrum með þriggja skrefa atrennu en þar mældist kasthraði leikmanna hærra en í fyrstu mælingu. Niðurstöðurnar sýna þar af leiðandi að leikmenn U-20 ára landsliðs kvenna bættu sig ekki marktækt á milli mælinga eitt og fjögur. Velta má því fyrir sér hvort þjálfun leikmanna sé nægilega markviss hjá félagssliðum og landsliðum vegna þess að framfarir eiga sér ekki stað og hvort skoða þurfi þjálfun leikmanna.

Samanburður var gerður á milli prófa eftir leikstöðum þar sem bestu niðurstöður hvers leikmanns voru bornar saman við aðra leikmenn.

Hæstu gildi voru tekin í mælingum á gripstyrk, CMJ, Yo-Yo prófi, 3 kg boltakasti og þremur mælingum á kasthraða og einnig stysti tími leikmanna í 10 metra og 30 metra sprett. Niðurstöður sýna að marktækur munur er á 30 metra spretti leikmanna eftir leikstöðum hjá skyttum og markmönnum. Skyttur eru með marktækt betri tíma en markmenn í 30 metra spretti en ekki er munur á milli annarra leikstaða. Í niðurstöðum rannsóknar Massuca og fleiri (2015) kom fram að markmenn voru

með hægari tíma í sprett en aðrar leikstöður og hornamenn voru með besta tímunn (Massuca o.fl., 2015). Í niðurstöðum U-20 ára landsliðs kvenna voru það hornamenn sem stukku hæst af öllum leikstöðum eða að meðaltali 43,03 cm og skyttur og miðjumenn stukku að meðaltali 41,15 cm. Samkvæmt Kruger og fleiri (2014) þurfa hornamenn að búa yfir stökkkrafti til þess að geta hoppað inn í teiginn og búið til betra sóknarfæri (Krüger o.fl., 2014). Rannsóknir á kasthraða sýna að ekki er marktækur munur milli leikstaða eins og niðurstöður þessara rannsókna leiddu í ljós (Vila o.fl., 2012). En aðrar rannsóknir sýna þó að miðjumenn/skyttur séu með mestan kasthraða í öllum prófum miðað við aðrar leikstöður (Rivilla-Garcia o.fl., 2012).

Styrkleikar rannsóknarinnar voru að framkvæmd mælinga gekk vel fyrir sig og fóru alltaf fram með sama hætti. Framkvæmdaraðilar höfðu gert sömu mælingar á öðrum hópum og þekktu verkskipulag rannsóknarinnar.

Þessi langtímarannsókn er hentug að því leyti til að hægt er að nota niðurstöðurnar sem viðmið við aðrar mælingar og þegar fleiri gagnasöfn bætast við er hægt að skoða hvort leikmenn bæti sig á milli ára og hvort að munurinn á milli leikstaða hafi breyst.

Niðurstöður rannsóknarinnar geta þjálfarar og leikmenn nýtt sér til hvatningar til að bæta frammistöðu og viðmið í þjálfun. Þjálfarar geta séð líkamlegu styrkleika og veikleika leikmanna og gert áætlun til þess að bæta frammistöðu þeirra.

Takmarkanir rannsóknarinnar voru ýmsar og nokkur atriði sem hefðu betur mátt fara. Þátttakendur voru ekki þeir sömu eftir mælingum og því var erfitt að bera frammistöðu einstaklinga saman eftir mælingum. Ástæðan fyrir því getur verið sú að landsliðsúrtaðið er ekki alltaf það sama og er landsliðshópurinn breytilegur eftir mælingum. Það er þó eðlilegt þar sem landsliðsúrtafi fer eftir vali þjálfara og frammistöðu leikmanna. Þátttakendur voru sumir hverjir atvinnumenn og búsettir erlendis og komust því ekki í allar mælingar. Meiðsli og aðrir þættir gætu líka haft áhrif á þátttöku leikmanna. Þátttakendur voru fáir og það gerði erfiðara fyrir að finna út meðaltöl og tölfræðilegan mun á niðurstöðum. Samstarf HR og HSÍ byrjaði fyrir tæplega tveimur árum og gerðar hafa verið sex mælingar á þeim tíma. Erfitt er að gera langtíma rannsókn á landsliðum vegna þess að þátttakendur eru ekki alltaf þeir sömu. Til þess að langtímarannsókn líkt og þessi sé nógu áreiðanleg þarf úrtak

þátttakenda að vera stærra og einnig þurfa sömu þátttakendur að gangast undir mælingarnar í öll skiptin.

Velta má því fyrir sér hvort marktækari munur væri á niðurstöðum ef þátttakendur hefðu verið fleiri. Við framkvæmd á svipuðum rannsóknum þarf því að passa að allir þátttakendur sem boðaðir eru í mælingar mæti alltaf svo hægt sé að skoða mun á milli mælinga og milli allra leikstaða fyrir sig.

Við upphaf rannsóknarvinnunnar var markmiðið að skoða hvort munur væri á milli mælinga hjá þátttakendum og skoða framþróun þeirra eftir mælingum. Við nánari skoðun gagnanna kom fljótt í ljós að erfitt væri að skoða þann mun vegna lítillar þátttöku sömu einstaklinga í mælingum. Ákveðið var að velja tvær mælingar til þess að bera saman og skoða hvort um marktækan mun væri að ræða. Hægt var að nota mælingar hjá tíu leikmönnum A-landsliðs og sex leikmenn hjá U-20 ára landsliði kvenna og voru þær mælingar bornar saman.

Niðurstöður rannsóknarinnar gefa ákveðnar vísbendingar um þjálfun leikmanna í kvennalandsliði Íslands. Leikmenn U-20 ára landslið kvenna bættu sig ekki milli mælinga og lítill munur var á milli leikstaða hjá leikmönnum.

Niðurstöður sýna að leikmenn A landsliðs kvenna ná betri niðurstöðum í öllum prófum en leikmenn U-20 ára landsliðs kvenna. Samkvæmt fyrri rannsókn kemur það ekki á óvart þar sem kom fram að A landslið Íslands nær fram betri niðurstöðum í líkamlegum mælingum en yngri landslið Íslands (Saavedra o.fl., í prentun).

Þjálfun í handknattleik ætti að vera leikstöðubundin þar sem líkamlegar kröfur eru mismunandi eftir leikstöðum (Gutiérrez-Aguilar og Pascual, 2011; Karcher og Buchheit, 2014; R. Lidor og Ziv, 2011; Massuca o.fl., 2015; Michalsik o.fl., 2014). Miðað við þessar rannsóknir er munur á milli leikstaða og hægt er að velta því fyrir sér hvort þjálfun leikmanna sé skipulögð eftir leikstöðum að einhverju leyti vegna þess hversu lítinn munur niðurstöður þessa rannsóknar sýna þar á milli. Niðurstöðurnar geta veitt þjálfurum landsliða og félagsliða vísbendingar um að markviss styrktar- og þolþjálfun eftir leikstöðum bæti frammistöðu leikmanna í leik og árangur liðsins. Höfundar hvetja íslenska þjálfara til þess að skoða þá fræðilegu þætti sem þarf að huga að við þjálfun eftir leikstöðum og að þjálfun í handknattleik verði sérhæfðari eftir leikstöðum í framtíðinni.

Heimildaskrá

- Alexandru, A. og Eftene, A. (2007). *Physical condition in high performance team handball (requirements)*. Austria: European Handball Federation. Sótt 10. maí 2018 af http://home.eurohandball.com/ehf_files/Publikation/WP-Acsinte-Physical%20condition%20in%20high.pdf
- Bangsbo, J., Iaia, F. M. og Krusturup, P. (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test. *Sports medicine*, 38(1), 37–51.
- Bangsbo, J., Mohr, M., Poulsen, A., Perez-Gomez, J. og Krusturup, P. (2006). Training and testing the elite athlete. *The Journal of Exercise Science and Fitness*, 4(1), 1–14.
- Barut, C., Demirel, P. og Kiran, S. (2008). Evaluation of hand anthropometric measurements and grip strength in basketball, volleyball and handball players. *International journal of Experimental and clinical Anatomy*, 2(1).
- Bayios, I. A., Anastasopoulou, E. M., Sioudris, D. S. og Boudolos, K. D. (2001). Relationship between isokinetic strength of the internal and external shoulder rotators and ball velocity in team handball. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(2), 229.
- Bompa, T. O. og Haff, G. (2009). *Periodization: theory and methodology of training* (5th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Bosco, C., Luhtanen, P. og Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 50(2), 273–282.
- Brewer, C. (2008). *Strength and conditioning for sport: a practical guide for sports coaches*. Armley: Coachwise.

- Buchheit, M. (2010). Performance and physiological responses to repeated sprint and jump sequences. *European journal of applied physiology*, 110(5), 1007–1018.
- Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Quod, M., Quesnel, T. og Ahmaidi, S. (2010). Improving acceleration and repeated sprint ability in well-trained adolescent handball players: speed versus sprint interval training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(2), 152–164.
- Council of Europe. (1988). *Eurofit: handbook for the Eurofit tests of physical fitness*. Rome: Council of Europe.
- Debanne, T. og Laffaye, G. (2011). Predicting the throwing velocity of the ball in handball with anthropometric variables and isotonic tests. *Journal of Sports Sciences*, 29(7), 705–713.
- Earp, J. E. og Kraemer, W. J. (2010). Medicine ball training implications for rotational power sports. *Strength & Conditioning Journal*, 32(4), 20–25.
- Gorostiaga, E. M., Granados, C., Ibanez, J. og Izquierdo, M. (2005). Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *International journal of sports medicine*, 26(03), 225–232.
- Gutiérrez-Aguilar, O. og Pascual, P. J. (2011). Descriptive statistics for specific positions at Asobal Handball League. *Marathon*, 3(1), 157–162.
- Haff, G. G. og Triplett, T. N. (2015). *Essentials of strength training and conditioning 4th edition*. United States Of America: Human kinetics.
- Hermassi, S., Chelly, M. S., Tabka, Z., Shephard, R. J. og Chamari, K. (2011). Effects of 8-week in-season upper and lower limb heavy resistance

training on the peak power, throwing velocity, and sprint performance of elite male handball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(9), 2424–2433.

Hermassi, S., Van den Tillaar, R., Khlifa, R., Chelly, M. S. og Chamari, K. (2015). Comparison of in-season-specific resistance vs. a regular throwing training program on throwing velocity, anthropometry, and power performance in elite handball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(8), 2105–2114.

Hoffman, J. (2006). *Norms for fitness, performance, and health*. Champaign, IL: Human Kinetics.

HSÍ. (2010). *Leikreglur*. Reykjavík: Höfundur. Sótt 8. mars 2018 af <http://hsi.is/library/Skrar/Motamal/Leikreglur/Leikreglur%202010.pdf>

International Handball Federation. (2016). *New Rules of the Game*. Switzerland: Höfundur. Sótt 8. mars 2018 af http://www.ihf.info/files/Uploads/NewsAttachments/0_New-Rules%20of%20the%20Game_GB.pdf

Jose M. Saavedra. (2016). *Handbook Of Testing Battery*. Reykjavík: Háskólinn í Reykjavík.

Karcher, C. og Buchheit, M. (2014). On-Court Demands of Elite Handball, with Special Reference to Playing Positions. *Sports Medicine; Auckland*, 44(6), 797–814.

Karpan, G., Škof, B., Bon, M. og Šibila, M. (2015). Analysis of Female Handball Player's Effort in Different Playing Position Durin Official Matches. *Kinesiology: International journal of fundamental and applied kinesiology*, 47(1), 100–107.

- Kenney, W. L., Wilmore, J. H. og Costill, D. L. (2015). *Physiology of sport and exercise* (Sixth edition.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Keys, A. og Brožek, J. (1953). Body fat in adult man. *Physiological reviews*, 33(3), 245–325.
- Kilic-Toprak, E., Yapici, A., Kilic-Erkek, O., Koklu, Y., Tekin, V., Alemdaroglu, U. og Bor-Kucukatay, M. (2015). Acute effects of Yo-Yo intermittent recovery test level 1 (Yo-YoIR1) on hemorheological parameters in female volleyball players. *Clinical hemorheology and microcirculation*, 60(2), 191–199.
- Krüger, K., Pilat, C., Ückert, K., Frech, T. og Mooren, F. C. (2014). Physical performance profile of handball players is related to playing position and playing class. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(1), 117–125.
- Krustrup, P., Mohr, M., Amstrup, T., Rysgaard, T., Johansen, J., Steensberg, A., ... Bangsbo, J. (2003). The yo-yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(4), 697–705.
- Lidor, R. og Ziv, G. (2011). Physical and Physiological Attributes of Female Team Handball Players: A Review. *Women in Sport and Physical Activity Journal*, 20(1), 23–38.
- Lidor, Ronnie, Falk, B., Arnon, M. og Cohen, Y. (2005). Measurement of talent in team handball: the questionable use of motor and physical tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 318.

- Manchado, C., Hoffmann, E., Valdivielso, F. og Platen, P. (2007). Physiological demands in female handball - Demands and heart rate during matches of the German National Team, *58(10)*, 368–373.
- Manchado, C., Pers, J., Navarro, F., Han, A., Sung, E. og Platen, P. (2013). Time-motion analysis in women's team handball: importance of aerobic performance. *Journal of Human Sport and Exercise*, *8(2)*.
- Manchado, C., Tortosa-Martínez, J., Vila, H., Ferragut, C. og Platen, P. (2013). Performance Factors in Women's Team Handball: Physical and Physiological Aspects: A Review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *27(6)*, 1708–1719.
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I. og Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *18(3)*, 551–555.
- Marques, M. C., Van Den Tillaar, R., Vescovi, J. D. og González-Badillo, J. J. (2007). Relationship between throwing velocity, muscle power, and bar velocity during bench press in elite handball players. *International journal of sports physiology and performance*, *2(4)*, 414–422.
- Massuca, L., Branco, B., Miarka, B. og Fragoso, I. (2015). Physical Fitness Attributes of Team-Handball Players are Related to Playing Position and Performance Level. *Asian Journal of Sports Medicine*, *6(1)*.
doi:10.5812/asjasm.24712
- Mero, A., Komi, P. V. og Gregor, R. J. (1992). Biomechanics of sprint running. *Sports medicine*, *13(6)*, 376–392.
- Michalsik, L. B., Aagaard, P. og Madsen, K. (2013). Locomotion characteristics and match-induced impairments in physical performance in male elite

- team handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 34(07), 590–599.
- Michalsik, L. B., Madsen, K. og Aagaard, P. (2014). Match performance and physiological capacity of female elite team handball players. *International journal of sports medicine*, 35(07), 595–607.
- Miller, M. G., Herniman, J. J., Ricard, M. D., Cheatham, C. C. og Michael, T. J. (2006). The effects of a 6-week plyometric training program on agility. *Journal of sports science & medicine*, 5(3), 459.
- Moss, S. L., McWhannell, N., Michalsik, L. B. og Twist, C. (2015). Anthropometric and physical performance characteristics of top-elite, elite and non-elite youth female team handball players. *Journal of sports sciences*, 33(17), 1780–1789.
- Mustafa, H. (2013). *Handball: Fascination for thousands of years*. Sviss: International Handball Federation. Sótt 27. apríl 2018 af http://uv2s.cerimes.fr/media/s1402/web/res/ihf_book.pdf
- Norwegian handball federation. (2018). Norges Håndballforbund. Sótt 17. apríl 2018 af <https://www.handball.no/>
- O'Donoghue, P. (2005). Normative Profiles of Sports Performance. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 5(1), 104–119.
doi:10.1080/24748668.2005.11868319
- Ohnjec, K., Vuleta, D., Milanović, D. og Gruic, I. (2008). Performance indicators of teams at the 2003 world handball championship for women in Croatia. *Kinesiology*, 40, 69–79.

- Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Castillo, M. J. og Sjöström, M. (2008). Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *International journal of obesity*, 32(1), 1.
- Pineau, J. C., Horvath, L. og Landuré, P. (1989). Physical abilities and morphological characteristics of handball players in relation to their positions and levels. *Cahiers d'Anthropométrie et Biométrie Humaine*, 7, 129–147.
- Póvoas, S. C. A., Seabra, A. F. T., Ascensão, A. M. R., Magalhães, J., Soares, J. M. C. og Rebelo, A. N. C. (2012). Physical and physiological demands of elite team handball. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(12), 3365–3375.
- Raeder, C., Fernandez-Fernandez, J. og Ferrauti, A. (2015). Effects of six weeks of medicine ball training on throwing velocity, throwing precision, and isokinetic strength of shoulder rotators in female handball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(7), 1904–1914.
- Ravier, G. og Demouge, J. (2016). Comparison of lower limb strength characteristics between youth and adult elite female team handball players. *Science & Sports*, 31(3), 39–46.
- Rivilla-Garcia, J., Navarro Valdivielso, F., Grande Rodriguez, I. og Sampedro Molinuevo, J. (2012). Handball throwing capacity according to specific playing position. *Physical Education and Sport*, 12(48), 699–714.
- Ross, W. D., Marfell-Jones, M. J. og Wenger, H. A. (1982). Kinanthropometry. Í *Physiological testing of the elite athlete* (bls. 75–115). Canadian Association of Sport Sciences.

- Saavedra, J. M., Kristjánsdóttir, H., Einarsson, I. Þ., Guðmundsdóttir, M. L., Þorgeirsson, S. og Stefansson, A. (í prentun). Anthropometric characteristics, physical fitness, and throwing velocity in elite women's handball teams. *The Journal of Strength & Conditioning Research*.
- Saeterbakken, A. H., Tillaar, R. van den og Seiler, S. (2011). Effect of Core Stability Training on Throwing Velocity in Female Handball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research; Champaign*, 25(3), 712–718.
- Schrodt, B. (e.d.). Team Handball. Sótt 8. mars 2018 af <https://www.thecanadianencyclopedia.com/en/article/team-handball/>
- Sekulic, D., Spasic, M., Mirkov, D., Cavar, M. og Sattler, T. (2013). Gender-specific influences of balance, speed, and power on agility performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(3), 802–811.
- Serrien, B., Clijsen, R., Blondeel, J., Goossens, M. og Baeyens, J. P. (2015). Differences in ball speed and three-dimensional kinematics between male and female handball players during a standing throw with run-up. *Sports Science, Medicine & Rehabilitation*, 7(27), 1–12.
- Sheppard, J. M., Young, W. B., Doyle, T. L. A., Sheppard, T. A. og Newton, R. U. (2006). An evaluation of a new test of reactive agility and its relationship to sprint speed and change of direction speed. *Journal of science and medicine in sport*, 9(4), 342–349.
- Steinar J. Lúðvíksson. (2012). *Handknattleiksbókin: saga handknattleiksins á Íslandi 1920-2010*. Reykjavík: Bókaútgáfan Hólar.
- Tanner, R. K. og Gore, C. J. (2013). *Physiological tests for elite athletes* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

- Viðar Halldórsson. (2017). *Sport in Iceland: how small nations achieve international success*. London ; New York: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Vila, H., Machado, C., Rodriguez, N., Abraldes, J. A., Alcaraz, P. E. og Ferragut, C. (2012). Anthropometric profile, vertical jump, and throwing velocity in elite female handball players by playing positions. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(8), 2146–2155.
- Visnapuu, M. og Jürimäe, T. (2007). Handgrip Strength and Hand Dimensions in Young Handball and Basketball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research; Champaign*, 21(3), 923–9.
- Wagner, H., Finkenzeller, T., Würth, S. og Duvillard, S. P. von. (2014). Individual and team performance in team-handball: A review. *Journal of sports science & medicine*, 13(4), 808.
- Wagner, H., Pfusterschmied, J., Duvillard, S. P. von og Müller, E. (2011). Performance and Kinematics of Various Throwing Techniques in Team-Handball. *Journal of Sports Science & Medicine*, 10(1), 73–80.
- Wallace, M. B. og Cardinale, M. (1997). Conditioning for Team Handball. *Strength & Conditioning Journal*, 19(6), 7–12.
- Weber, J. og Chittibabu, B. (2017). Tactical Demands and Development of Tactical Skill in Female Team Handball. *Kinesiologia Slovenica*, 23(2), 44–54.
- Young, W. B. (2006). Transfer of strength and power training to sports performance. *International journal of sports physiology and performance*, 1(2), 74–83.

- Young, W. B., McDowell, M. H. og Scarlett, B. J. (2001). Specificity of sprint and agility training methods. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(3), 315–319.
- Zapartidis, I., Gouvali, M., Bayios, I. og Boudolos, K. (2007). Throwing effectiveness and rotational strength of the shoulder in team handball. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47(2), 169.
- Zapartidis, I., Palamas, A., Papa, M., Tsakalou, L. og Kotsampouikidou, Z. (2016). Relationship among anthropometric characteristics, handgrip strength and throwing velocity in adolescent handball players. *Journal of Physical Education and Sports Management*, 3(1), 127–139.
- Zapartidis, I., Skoufas, D., Vareltzis, I., Christodoulidis, T., Toganidis, T. og Kororos, P. (2009). Factors influencing ball throwing velocity in young female handball players. *The Open Sports Medicine Journal*, 3(1).
- Zapartidis, I., Vareltzis, L., Gouvali, M. og Kororos, P. (2009). Physical fitness and anthropometric characteristics in different levels of young team handball players. *The Open Sports Sciences Journal*, 2(1).
- Ziv, G. og Lidor, R. (2009). Physical characteristics, physiological attributes, and on-court performances of handball players: A review. *European Journal of Sport Science*, 9(6), 375–386.