



## Lokaverkefni B.Sc. í íþróttافرæði

Afkastamælingar á yngri landsliðskonum

Íslands í handknattleik

Mælingar á U-17 og U-19 ára landsliðum kvenna með tveggja ára millibili

**Maí, 2021**

**Nafn nemanda:** Sandra Erlingsdóttir

**Kennitala:** 2707983229

**Leiðbeinandi:** Sveinn Þorgeirsson

12 ECTS ritgerð til B.Sc í íþróttافرæði

## Útdráttur

Tilgangur rannsóknarinnar var að kanna hvort frammistöðu munur væri á líkamlegri getu U-17 ára liðs Íslands með tveggjar ára milli bili sem og hjá U-19 ára lið Íslands. Samanburður var gerður á mælingum á leikmönnum fæddum árið 1999 og yngri samanborið við leikmenn fædda 2002 og yngri. Einnig var gerður samanburður á leikmönnum fæddum 1998 og yngri samanborið við leikmenn fædda 2000 og yngri. Mælingarnar voru framkvæmdar með tveggja ára millibili árin 2017 og 2019. Kennarar á íþróttافرæðisviði og nemendur við skrif á B.s ritgerð sinni í Háskólanum í Reykjavík (HR) sáu um mælingarnar með hjálp frá nemendum á fyrsta og öðru ári í HR. Heildarfjöldi þátttakanda var 72 stúlkur. Niðurstöður sýndu fram á að marktækur munur væri á lóðréttu stökkprófi, gripstyrk og í 10 metra spretthlaupi í U-17 mælingunum. Niðurstöður U-19 mælinganna sýndu fram á að marktækur munur væri á lóðréttu stökkprófi og skothraða frá sjö metrum. Miðað við þessar niðurstöður má því álykta að ekki séu bætingar á mælingum milli ára hjá yngri landsliðum Íslands. Niðurstöður sýna svipaðar niðurstöður milli hópa sem hægt er að nota sem viðmiðunartölur í framtíðar rannsóknum.

## Formál

Frá ungum aldri hef ég haft áhuga á íþróttum og æfði handknattleik, fótbolta og fimleika að þrettán ára aldri og að lokum varð handknattleikur fyrir valinu. Þegar ég var 5 ára hófst minn handknattleiksferill og hefur hann staðið yfir í 18 ár. Ég hef einnig alltaf haft mikinn áhuga á þjálfun og hef þjálfað yngri flokka og sé mig fyrir mér í framtíðinni að reyna að hjálpa öðrum leikmönnum að verða betri. Því var þetta verkefni ótrúlega áhugavert og skemmtilegt. Verkefnið er hugsað til þess að nýtast þjálfurum að átta sig á mikilvægu líkamlegrar þjálfunar og síbreytileika líkamlegrar þjálfunar í handknattleik. Ég vona að verkefnið gefi skýrari mynd á því hversu mikilvægt er að þjálfarar nýti sér mælingarnar og niðurstöðurnar til að skipuleggja æfingarátlan. Ég sjálf fór í gegnum þessar mælingar sem leikmaður og þ.a.l. þekki ég mælingarnar vel og mun það því eflaust nýtast mér í framtíðinni.

Þessi 12 ECTS ritgerð er lokaverkefni mitt til B.s gráðu í Íþróttfræði. Ritgerðin er unnin í samstarfi við Handknattleikssamband Íslands. Mig langar að nota tækifærið og þakka leiðbeinandanum mínum, Sveini Þorgeirssyni fyrir þá leiðsögn sem hann hefur gefið mér við gerð þessarar ritgerðar sem og Margréti Lilju Guðmundsdóttir fyrir allan þann stuðning sem hún hefur gefið mér. Einnig vil ég þakka þessa mínum Erlingi Birgi Richardssyni fyrir að vera alltaf til staðar þegar ég þurfti á honum að halda. Þá vil ég einnig þakka mömmu minni Vigdísu Sigurðardóttir og kærastanum mínum Daníel Þór Ingason fyrir yfirlesturinn og andlegan stuðning. Von mín er sú að mælingarnar á afreks handbolta leikmönnum haldi áfram og verði haldið við. Von mín er sú að niðurstöður mælinganna geti verið notaðar sem viðmiðunartölur í framtíðarrannsóknunum. Einnig vona ég að ritgerðin hjálpi þjálfurum á að átta sig á mikilvægi líkamlegrar þjálfunar í handknattleik og hvetji leikmenn og þjálfara að vilja bæta sig og skoða mælingarnar í stærra samhengi. Gaman væri að sjá félagslið bæta við mælingum á sínum leikmönnum einnig.

## Efnisyfirlit

<i>Útdráttur</i> .....	2
<i>Formál</i> .....	3
<i>Inngangur</i> .....	6
Líkamlegar kröfur í handknattleik.....	7
Leikstöður í handknattleik: .....	8
Afkastamælingar: .....	9
<b>Pol:</b> .....	10
Yo-Yo próf .....	11
<b>Aflmælingar:</b> .....	12
Lóðrétt stökk:.....	13
Boltakast með þungum bolta: .....	13
Gripstyrkur: .....	14
<b>Hraði og snerpa</b> .....	15
Hraðamælingar .....	16
Skothraði: .....	16
Munur líkamlegum kröfum í handknattleik hjá kvenmönnum og karlmönnum.....	17
<i>Aðferð og gögn:</i> .....	19
Markmið rannsóknar: .....	19
Rannsóknar aðferð:.....	19
Þátttakendur: .....	19
Mælitæki: .....	20
Framkvæmd: .....	22
Úrvinnsla gagna.....	22
<i>Niðurstöður</i> .....	23
<i>Umræða:</i> .....	27
<i>Heimildir:</i> .....	32

# Töflur

<b>Tafla 1</b> .....	9
Helstu ástæður þess að við mælum afkastagetu íþróttamanna eru: .....	9
<b>Tafla 2</b> .....	15
Fasar hraða.....	15
<b>Tafla 3</b> .....	19
Fjöldi þátttakenda í mælingunum útfrá hópum .....	19
<b>Tafla 4</b> .....	23
Tölulegar upplýsingar úr mælingum á 1999 og yngri og 2002 og yngri.....	23
<b>Tafla 5</b> .....	25
Tölulegar upplýsingar úr mælingum á stúlkum fæddum 1998 og yngri og stúlkum fæddum 2000 og yngri.....	25

## Inngangur

Handknattleikur er þekkt íþróttagrein hér á landi og vinsæl íþrótt um allan heim. Handknattleikur var þróaður í Norður- Evrópu um aldamótin 1900. Árið 1920 var handknattleikur fyrst kynntur til Íslands og árið 1956 var fyrsti karla landsleikurinn hér á landi leikinn og fyrsti kvenna landsleikur hér á landi var leikinn árið 1956 (Steinar J. Lúðvíksson, 2012).

Íslenska karlalandsliðið hefur tekið þátt í mörgum lokakeppnum stórmóta og náð góðum árangri. Besti árangur þess er annað sætið á Ólympíuleikunum í Peking árið 2008. Íslenska kvennalandsliðið hefur þrisvar sinnum tekið þátt á stórmóti, tvisvar sinnum á Evrópumeistaramóti (EM) og einu sinni á Heimsmeistaramóti (HM). Þær léku á EM árið 2010 og 2012 og á HM 2011 (Viðar Halldórsson, 2017). Yngri landslið Ísland kvenna hafa einungis einnu sinni komist á stórmót og var það árið 2018. Þær enduðu í 10 sæti á mótinu sem er besti árangur sem íslenskt kvennalandslið hefur náð en árið 2008 lentu þær í 13. sæti (Hjörvar Ólafsson, e.d.).

Leikurinn stendur yfir í 60 mínútur eða tvisvar sinnum í 30 mínútur með 15 mínútna pásu. Völlurinn er 40 metra langur og 20 metrar á breidd. Tvö lið leika á móti hvort öðru og keppast um að skora fleiri mörk. Inná vellinum leika sex útileikmenn og einn markvörður en á leikskýrslu mega vera 14 leikmenn. Útileikmönnum er skipt niður í hornamenn, skyttur og línumenn. Skipta má leikmönnum inn og út af vellinum að vild (*IHF Regulations Documents*, 2016). Athafnir leiksins eru hraðar, ákafar og kraftmiklar (Lars Bojsen Michalsik, Aagaard, o.fl., 2015). Handknattleikur krefst þess að leikmenn búi yfir mismunandi líkamlegum eiginleikum eins og krafti, hraða, styrk, vöðvastyrk, samhæfingu og þoli. Þessir eiginleikar hjálpa leikmönnum að komast snögg fram hjá varnarmanni með gabbhreyfingu, geta stokkið upp, leikið vörn og hlaupa hraðahlaup (Saeterbakken o.fl., 2011).

Með tímanum hafa reglur leiksins breyst mikið og hefur það haft áhrif á það hvernig leikurinn hefur breyst. Árið 2000 urðu reglubreytingar sem áttu eftir að breyta því hvernig leikurinn er leikinn á þann veg að lið má taka miðju án þess að allir andstæðingar séu komnir yfir miðjulínuna (Karcher og Buchheit, 2014). Þessi breyting varð til þess að leikurinn varð hraðari þar sem að liðið sem var að fara í sókn getur hlupið að miðjulínunni og tekið svokallaða *hraða miðju* og byrjað sóknina þannig að andstæðingarnir hafi ekki tíma og hraðan í að ná að stilla sér upp í vörn (Póvoas o.fl., 2012). Önnur ný regla sem breytti leiknum árið 2016 var að sóknarlið má taka markmanninn sinn útaf og leika sóknina með sjö sóknarleikmenn á móti sex

varnarleikmönnum. Þessi regla hefur gert það að verkum að markmenn þurfa að geta hlupið hraðar en þeir þurftu að gera áður fyrir (*IHF Regulations Documents*, 2016).

### Líkamlegar kröfur í handknattleik

Handknattleikur er líkamlega krefjandi hópíþrótt. Í 60 mínútur eru leikmenn að vinna í stuttan tíma á hárrí ákefð með mismunandi langri hvíld um leið og þeir framkvæma mismunandi hreyfingar til að framkvæma mismunandi tækni. Leikurinn krefst mikillar orku og afls. Hreyfingar sem leikmenn framkvæma eru meðal annars: öflugar skothreyfingar, tæklingar á andstæðing, lóðrétt stökk, hliðarskref, hlaupa fram og afturábak, stefnubreytingar með mikið af líkamlegum árekstrum við andstæðing. Meðan leikmenn eru að leika undir þessu álagi þurfa þeir að vera meðvitaðir um taktíska hluti leiksins (Lars Bojsen Michalsik, Madsen, o.fl., 2015a).

Í rannsókn frá 2015 (Lars B. Michalsik o.fl., 2015) kom í ljós að leikmenn framkvæma að meðaltali 28 leikaðgerðir á hárrí ákefð. Að meðaltali hleypur leikmaður 2,8 hraðarupphlaup í einum leik, fær varnartæklingu á sig 14,6 sinnum, skýtur að meðaltali 7,7 sinnum og framkvæmir varnarbrot að meðaltali 6,2 sinnum (Lars B. Michalsik o.fl., 2015). Vöðvar eru samsettir úr sérhæfðum frumum sem kallast vöðvaþræðir og liggja þeir eftir vöðvunum. Í vöðvum líkamans eru tvær tegundir vöðvaþræða: Týpa 1 og Týpa 2. Týpa 1 vöðvaþræðir eru loftháðir og notast við langar úthaldsæfingar á lágum púls. Týpu 2 vöðvaþræðir notast við loftfirra orku og eru notaðir í stuttum æfingum við mikla ákefð. Leikmenn nota meira af týpu tvö vöðvaþræðum heldur en týpu eitt þegar þeir skjóta á markið, framkvæma gabbhreyfingu eða standa í vörn og þess á milli eru þeir að nota týpu eitt vöðvaþræði (Bompa o.fl., 2009). Helstu aðgerðir sem eru framkvæmdar í handknattleik eru stökk, snúningur, stöðvanir, kast, gabbhreyfing og varnarvinna (Póvoas o.fl., 2012).

Til þess að leikmenn séu góðir í þessum aðgerðum þurfa þeir að hafa góðan liðleika, snerpu, styrk og kraft. Það er þá sérstaklega mikilvægt að búa yfir mikilli snerpu og afli til að framkvæma hraðar stefnubreytingar og stökk (Wallace og Cardinale, 1997). Einnig getur ákveðin líkamsbygging, styrkur og kraftur veitt forskot fyrir leikmenn inná vellinum (Póvoas o.fl., 2012). Núverandi rannsóknir gefa til kynna að leikmenn sem eru vöðvameiri og aflmeiri hafa forskot í handknattleik (Gorostiaga o.fl., 2005). Í rannsókn frá 2012 (Póvoas o.fl., 2012) kemur í ljós að leikmenn eyða í kringum 80% af leiktímanum í kyrrstöðu eða á lítilli hreyfingu og 20% af leiktímanum eyða þeir í stefnubreytingar, spretti og gabbhreyfingar. Einnig var sýnt

fram á að hraði leiksins minnkar í seinni hálfleik sem þýðir að til þess að leikmaður haldi sama hraða út leiktímann þarf hann að vera í mjög góðu líkamlegu ástandi.

#### Leikstöður í handknattleik:

Í handknattleik eru sjö ákveðnar leikstöður sem leikmenn raðast í, það eru: hægri hornamaður, vinstri hornamaður, hægri skytta, vinstri skytta, miðjumaður, línumaður og markvörður. Hver leikstaða krefst ákveðinnar færni og eru mismunandi kröfur gerðar á leikmenn út frá leikstöðum á vellinum (Ilias Zapartidis o.fl., 2009). Skyttur eru oftast hávöxnustu leikmenn liðsins, oftast þyngri og líkamlega sterkari. Í leikjum eru skyttur mest með boltann og bera þar af leiðandi mikla ábyrgð á skipulagi leiksins. Hlutverk þeirra er brjótast í gegnum vörnina, skjóta langskot og leika oft stórt hlutverk í vörn. Hornamenn eru ekki í eins miklum átökum og skyttur og línumenn og þurfa því ekki á eins miklum líkamsmassa að halda (Srhoj o.fl., 2002). Hlutverk þeirra er að vera fyrstir í hraðahlaup og eru þeir oftast hraðastir allra leikmanna liðsins, léttari, lágvaxnari og hlaupa lengstu vegalengdina í leikjum (Ilias Zapartidis o.fl., 2009). Línumenn eru að meðaltali þyngstu leikmennirnir á vellinum og með meiri fitu og vöðvamassa. Línumenn eru oftast í þeirri stöðu að þurfa að berjast hvað mest við andstæðinginn. Því fylgja aðgerðir eins og ýta, toga, standa af sér högg, jafnvægi, snúningar og eru þetta allt aðgerðir sem gerast á stuttum tíma af miklum krafti. Það er talið gott fyrir línumenn að vera með lágan þyngdarpunkt, sterkan búk og mikinn líkamsmassa til að þola alla mótstöðuna sem þeir fá í hverjum leik (Srhoj o.fl., 2002). Línumenn hlaupa að meðaltali styðstu vegalengdina í leik ef markmenn eru frátaldir (Karcher og Buchheit, 2014). Markvörður sker sig út frá öðrum leikstöðum, hann er aftasti varnarmaðurinn í liðinu. Hlutverk þeirra er að verja skot mótherjanna á markið. Hæfni markmanns er sú að framkvæma snöggar hreyfingar á stuttum tíma sem þarfnast mikils sprengikrafts og snerpu. Það er talin mikill kostur fyrir markmenn er að vera hávaxnir, ekki of þungir og liðugir (Srhoj o.fl., 2002).

Það getur verið gott fyrir þjálfara að þekkja hlutverk hvernar stöðu fyrir sig til að geta hugað betur að styrkleikum og veikleikum hvers leikmanns og búa til sérhæfða æfingarátun fyrir hvern og einn leikmann (Krüger o.fl., 2014).



## Afkastamælingar:

Það eru margar ástæður fyrir því afhverju líkamleg afkastageta leikmann ætti að vera mæld. Meðal annars er það gert til þess að finna út styrkleika og veikleika leikmanns eða liðs og meta líkamlegt ástand leikmanna. Einnig er það gert til þess að sníða lang- og skammtíma æfinga- og keppnisáætlun saman. Hægt er að notast við niðurstöður til að reyna að hvetja íþróttamanninn og veita honum endurgjöf (Bangsbo o.fl., 2006).

Helstu ástæður þess að við mælum afkastagetu íþróttamanna eru: (Bangsbo o.fl., 2006).

### Tafla 1

*Ástæður mælinga á afkastagetu:*

Númer	Ástæður
1	Til notkunar í rannsóknarskyni
2	Hvatning fyrir leikmenn að bæta sig
3	Meta leikmanninn
4	Finna veikleika
5	Fyrir þjálfara til að hafa tölur til viðmiðunar, þ.e. bæði fyrir og eftir keppnistímabil. Þjálfarar þurfa alltaf að vera vissir um að mælingarnar sem notast er við samsvari þeim líkamlegu kröfum sem íþróttin krefst.

Áður en mælingar hefjast þarf að ákveða hvaða líkamsmælingar eigi að leggja fyrir hvern og einn hóp. Fyrst þarf að skoða hvaða eiginleikar íþróttin krefst til dæmis hvort að íþróttin gerir kröfur á þol, hversu mikla vegalengd er hlaupið í leik, eru leikmenn oft á hámarkshraða, hversu langir eru sprettirnir og hvort að stökkkraftur sé mikilvægur. Þegar búið er að finna líkamsmælingar sem passar við eiginleika íþróttarinnar þarf að huga að réttmæti mælinganna, þar að segja að mælingarnar mæli það sem ætlast sé til að þær mæli og að þau séu einungis að mæla einn þátt (Bompa o.fl., 2009). Til þess að bera saman afkastagetumælingar á milli leikmanna er mikilvægt að hafa mælingarnar áreiðanlegar sem og að hafa mælingarnar staðlaðar þannig að hægt sé að endurtaka mælingarnar og fá sambærilegar niðurstöður.

Áreiðanleika er skipt í innri og ytri aðstæður. Innri þættir eru til dæmis eitthvað sem íþróttamaðurinn hefur stjórn á eins og næring, vökví og æfingaálag. Ytri þættir eru til dæmis þættir sem íþróttamaðurinn hefur ekki stjórn á eins og undirlag, búnaður og veðurfar (Tanner og Gore, 2013).

Þol:

Þol er geta líkamans til þess að halda út í langan tíma. Hægt er að flokka þol í tvennt, loftháð og loftfirrt þol (Gjerset o.fl., 1990). Skilgreiningin á loftfirrtu þoli er geta líkamans til að vinna á mikilli ákefða á stuttum tíma án notkuns súrefnis. Við það eykst geta leikmanns í því að bregðast hratt við og leikmaður verður fljótari að mynda kraft við mikla ákefð (Gjerset o.fl., 1990). Geta leikmanns í handknattleik til þess að framkvæma stutta spretti, skot og að vinna á hárrí ákefð verður árangursríkari með betra loftfirrtu þoli (Larry o.fl., 2015). Loftháð þol virkar aftur á móti þannig að líkaminn er undir miklu álagi í langan tíma með notkun súrefnis. Loftháð þol er mikilvægt fyrir leikmann þar sem að hann er undir miklu álagi í að minnsta kosti 60 mínútur (Larry o.fl., 2015). Fyrir þjálfara er mikilvægt að vita muninn á þessum tveimur kerfum og vita hvað er rétt að nota hverju sinni í sinni íþrótt (Bompa o.fl., 2009). Í handknattleik er líkamleg áreynsla leikmanna bæði loftháð og loftfirrt. Ákefðin á meðan leik stendur er ýmist há eða lág. Á meðan leik stendur má áætla að líkami leikmanns nýti sér bæði kerfin. Við skot á mark, spretti og snöggar stefnubreytingar er líkaminn að nota loftfirrt þol (Karpan o.fl., 2015). Hins vegar fer mikill tími af leiknum fram við lága ákefð eins og að ganga, létt skokk og að standa í vörn. Við þessa ákefð er líkaminn að notast við lofthátt þol (Karpan o.fl., 2015). Í rannsóknum hefur verið sýnt fram á að ákefð í handknattleik er að meiri hluta leikin á lágri ákefð eða að meðaltali 49,7% af leiktímanum. Í rannsókn sem var framkvæmd árið 2013 (Manchado o.fl., 2013) á 11 þýskum kvenna leikmönnum í fyrstu deild og 14 norskum landsliðskonum kom í ljós að leikmenn hlaupa að meðaltali 4614 metra í leik. Markmenn hlaupa að meðaltali 2066 metra og skyttur 5251 metra í leik. Vegalengdin skiptist þannig að leikmaður sprettir 9,2% af leiknum, 26,7% hratt hlaup, 28,8% hægt hlaup og 35,5% ganga (Manchado o.fl., 2013). Einnig var framkvæmd rannsókn árið 2013 (Lars Bojsen Michalsik o.fl., 2013) í Danmörku á liði í efstu deild kvenna og þar kom fram að leikmenn eru 73,1% af leiknum að vinna á lágri ákefð, 26,1% við meðalákefð og aðeins 0,8% af leiknum á hárrí ákefð. Út frá leikstöðum unnu hornamenn hlutfallslega mest í hárrí ákefð eða 1,2% af leiknum á meðan línurmenn eru 0,7% af leiknum í hárrí ákefð og miðjumenn og skyttur 0,4% af leiknum (Lars Bojsen Michalsik o.fl., 2013).

## Yo-Yo próf

Í flestum íþróttum tengist árangur getu íþróttamanns til framkvæma erfiðar æfingar ítrekað yfir lengri tíma. Það er því mikilvægt að geta mælt líkamlega getu íþróttafólks til að átti sig að líkamsgetu þeirra. Yo-Yo próf er loftháð þolpróf og er notað til þess að mæla getu íþróttamannsins til þess að framkvæma stífar æfingar og hæfileika íþróttamannsins til að endurheimta eftir slíkar æfingar. Út frá þessum rökum var Yo-Yo prófið hannað (Krustrup o.fl., 2003). Það eru til tvennskonar tegundir af Yo-Yo prófi. Það eru Yo-Yo hvíldar próf (*e. intermittent recovery test*) og Yo-Yo þolpróf (*e. endurance test*). Prófið samanstendur af 2x20 metra hlaupum á afmörkuðu svæði og 2x2,25 metra hvíldarsvæði og fer ákefðin stigmagnandi. Það eru til tvö stig af báðum prófum, stig eitt er fyrir byrjendur og stig tvö er fyrir vel þjálfaða einstaklinga. Yo-Yo hvíldarprófið (*e. intermittent recovery test*) metur getu einstaklings til að framkvæma erfiða æfingu ítrekað. Hvíldarprófið skiptist upp í tvö stig, fyrsta stigið leggur áherslu á að meta getu einstaklings til að framkvæma æfingar með hléum á milli og leiðir það til hámarksvirkjunar loftháðs þol. Annað stigið leggur hinsvegar áherslu á loftfirra þolið og metur getu einstaklings til að jafna sig eftir síendurtekna hreyfingu (Bangsbo o.fl., 2008). Yoyo hvíldarpróf eitt (*e. endurance test*) er það próf sem er leiklíkast handknattleik þar sem að það eru margir endurteknir sprettir með hárrí ákefð og hvíld á milli sem er líkist mjög ákefðinni sem er á leikmönnum í handknattleik (Souhail o.fl., 2010). Í rannsókn á 26 afrekshandknattleiksmönnum kom í ljós að hornamenn voru marktækt betri í Yo-Yo IR stig 2 en leikmenn í öðrum leikstöðum (Lars Bojsen Michalsik, Madsen, o.fl., 2015b). Hinsvegar sýndi önnur rannsókn frá árinu 2015 (Massuca o.fl., 2015) fram á að miðjumenn, skyttur og hornamenn hlupu lengra í Yo-Yo IE stig 2 heldur en markmenn og línúmenn en ekki var marktækur munur (Massuca o.fl., 2015). Árið 2018 var framkvæmd rannsókn á Íslensku kvennalandsliðinum og borið niðurstöður mælinga saman. Niðurstöður sýndu fram á að A-landsliðs kvenna hljóp hlutfallslega lengra en öll yngri landslið kvenna (u-19, u-17 og u-15) (Saavedra o.fl., 2018).

Hámarkssúrefnisupptökupróf (VO<sub>2</sub>max) er algengasta mæliaðferðin til þess að meta hjarta-, æða- og öndunarstarfsemi líkamans. Hægt er að framkvæma prófin á mismunandi vegu eins og til dæmis að hlaupa, róa eða hjóla. Póltalan er gefin í ml súrefnis fyrir hvert líkamskíló á mínútu (ml/kg/mín). Hinsvegar er VO<sub>2</sub>max mælingar framkvæmdar í rannsóknarstofu og geta verið mjög kostnaðarsamar. Yo-Yo prófin eru einnig meira sérhæfð fyrir handboltamenn og líkara umhverfinu sem handboltaleikmaðurinn er vanur og því er algengara að framkvæmd séu Yo-Yo mælingar hjá handboltaliðum (Tanner og Gore, 2013).

## Aflmælingar:

Leikmenn í handknattleik þurfa kraft til að stökkva, framkvæma stefnubreytingar og takast á í vörn og þurfa því að búa yfir miklu afli. Afl er mælikvarði á það hversu mikla vinnu einstaklingur getur unnið á sem styðstum tíma. Sterk tenging er á milli styrks og afls og til þess að hafa mikið afl þarf einstaklingur að búa að miklum vöðvastyrk (Sharkey og Gaskill, 2006). Styrkur er geta vöðvanna til að mynda kraft. Algengasta skilgreiningin skiptir styrk niður í hámarksstyrk, úthaldsstyrk og afl (Haff og Triplett, 2016). Hámarksstyrkur er mælikvarði á hversu mikilli þyngd einstaklingur getur lyft einungis einu sinni. Afl er mælikvarði á það hversu mikla vinnu einstaklingur getur unnið á sem styðstum tíma. Úthaldsstyrkur er geta líkamans til þess að lyfta þyngd endurtekið í lengri tíma (Haff og Triplett, 2016).

Styrktar- og afl aukandi æfingar eru mjög mikilvægar til að bæta frammistöðu leikmanna inná vellinum. Í rannsókn sem Ziv og Lidor (2009) framkvæmdu kom í ljós að þeir sem eru framúrskarandi í handknattleik eru þyngri og eru vöðvameiri (Ziv og Lidor, 2009). Í sömu rannsókn kom í ljós að afreksmenn skutu 9% hraðar en áhugamenn og lyftu 18-21% þyngra í bekkpressu og 13-17% þyngra í hnébeygju (Izquierdo o.fl., 2002). Í rannsókn sem var gerð á atvinnumönnum í fótbolta (Ravier og Demouge, 2016) kom í ljós að sterk fylgni væri á milli hlaupahraða í 30 metra sprett mælingu og hámarksstyrk (1RM) í hnébeygju ( $r=0.71$ ,  $p<0.01$ ) sem og stökkhæðar og 30 metra spretts ( $r =0.60$ ,  $p<0,01$ ). Fylgni var á milli hlaupahraða og allra þeirra mælinga sem skoðuðu hámarkskraft og styrk. Því má áætla að ef leikmenn vilja bæta eigin frammistöðu í handknattleik ættu þeir að stunda markvissa styrktarþjálfun (Ravier og Demouge, 2016). Í annarri rannsókn voru áhrif aukinnar styrktarþjálfunar á 24 leikmönnum í handknattleik skoðuð (Hermassi o.fl., 2015). Lyftingaráætlunin náði yfir átta vikur sem leikmenn fylgdu samviskusamlega eftir og var áherslan í áætluninni á þungar lyftur. Niðurstöður sýndu að leikmenn sem fóru eftir æfingaáætluninni bættu alhliða styrk og stökkkraft (Hermassi o.fl., 2015). Í annarri rannsókn sem framkvæmd var á Íslandi árið 2018 kom í ljós að A-landslið kvenna var einungis hlutfallslega betri en u-19 í þremur mælingum. Tvær af þremur mælingunum voru aflmælingarnar: Lóðrétt stökkpróf og þriggja kílóa boltakast (Saavedra o.fl., 2018).

Þó svo að handknattleikur sé liðsíprótt hafa rannsóknir sýnt fram á að styrktarþjálfun fyrir leikmenn í handknattleik ætti að vera mismunandi á milli leikmanna út frá því hvaða leikstöður þeir leika á vellinum og líkamlegri getu. Skyttur og línúmenn eru til dæmis í meiri snertingu við mótherja en hornamenn (Lars Bojsen Michalsik, 2019). Áður en styrktarþjálfun er skipulögð fyrir leikmenn þarf að átta sig á kröfum leiksins til að átta sig á hvaða eiginleikar

eru mikilvægir fyrir hvern og einn leikmann. Einnig er hægt að nota ýmsar mælingar til að meta líkamsástand leikmanna og niðurstöður geta hjálpað þjálfurum til að setja saman skipulagða æfingaáætlun fyrir hvern og einn leikmann (Lars Bojsen Michalsik, 2019).

Lóðrétt stökk:

Lóðrétt stökk (*e. CMJ*) er mikið notað sem árangurseftirlit og sem mæling á afli einstaklings. Hægt er að framkvæma prófið með eða án handa. Við framkvæmd á lóðréttu stökkprófinu (*e. countermovement jump*) stendur þátttakandi uppréttur með hendur á mjöðm. Síðan fer þátttakandinn niður í hnébeygjustöðu og stekkur eins hátt upp og hann getur (Buchheit, 2010). Einnig er hægt að notast við hnébeygjustökk (*e. squat jump*) {SJ}. Þátttakandinn fer í hnébeygjustöðu, heldur í þrjár sekúndur og stekkur svo eins hátt upp og hann getur (Anderson og Pandey, 1993). Rannsóknir hafa sýnt fram á að þátttakendur geti stökkið hærra í lóðréttu stökkprófi samanborið við hnébeygju stökk og er þar áætlað að það sé vegna samdráttarkrafts í liðamótum þegar einstaklingar beygja og stökkva í samfelldri hreyfingu og gefur það vöðvunum tækifæri að mynda meiri kraft (Bobbett o.fl., 1996). Í nýlegri rannsókn var borið saman lóðréttan stökkkraft á leikmönnum í A-landsliði Ítala við yngri flokka landsliðsleikmenn frá Ítalíu. Niðurstöður sýndu fram á að marktækur munur væri á stökkhæð í lóðréttu stökki hjá leikmönnum í A-landsliði Ítala og yngri flokks leikmönnum í landsliðum Ítala (Ruscello o.fl., 2021). Einnig hefur verið sýnt fram á að hornamenn stökkva marktækt hærra í lóðréttu stökki samanborið við aðrar leikstöður á vellinum (Lars Bojsen Michalsik, Madsen, o.fl., 2015b). Í annarri nýlegri rannsókn á Brasilíska kvenna og karla landsliðinu kom í ljós að Brasilíska karla landsliðið stökk marktækt hærra en kvennalandsliðið (Pereira o.fl., 2018)

Boltakast með þungum bolta:

Boltakast með þungum bolta er tegund af mælingu sem mælir afl. Við framkvæmd er þungum bolta kastað með báðum höndum fram fyrir sig eða afturábak. Markmið með mælingunni er að ná að kasta eins langt og hægt er (Debanne og Laffaye, 2011). Árum áður voru framkvæmdar hámarksþyngdar mælingar (1RM) í bekkpressu til að spá fyrir um styrk og afl leikmanna. Hinsvegar til að finna leiklíkara próf var gerð rannsókn árið 2011 (Debanne og Laffaye, 2011) þar sem leikmenn voru látnir kasta tveggja kílógramma bolta eins langt og hægt er. Niðurstöður sýndu fram á að boltakast væri áræðanleg og réttmæt leið til þess að mæla styrk þátttakanda í bók og hefur verið notað mikið síðan í mælingum á styrk handknattleiksmanna (Debanne og Laffaye, 2011). Árið 2001 (Stockbrugger og Haennel, 2001) var framkvæmd rannsókn með

þeim tilgangi að meta réttmæti og áreiðanleika boltakast prófs aftur fyrir sig til að mæla afl. 20 strandblaksleikmenn tóku þátt í mælingunum, 10 konur og 10 karlar og var meðalaldur þeirra 22,8 ár. Leikmenn framkvæmdu boltakast aftur fyrir sig og lóðrétt hopp. Boltinn var þrjú kíló og fékk hver leikmaður þrjár tilraunir í báðum prófunum. Niðurstöður sýndu sterka fylgni á milli boltakasts og lóðrétt stökks sem ( $r=0,906$ ) gefur til kynna að boltakast aftur fyrir sig sé réttmætt og áreiðanlegt próf til að mæla afl (Stockbrugger og Haennel, 2001). Rannsókn var framkvæmd árið 2015 með því markmiði að kanna áhrif sex vikna þjálfunar þar sem notast var við boltakast með þungum bolta. 28 kvenkyns handknattsleikmenn tóku þátt. Meðalaldur þeirra var 20.8 ár og meðalhæð 170.5 cm. Leikmenn framkvæmdu þrjár sérhæfðar þungar boltakast æfingar á viku samfellt yfir sex vikna tímabil. Niðurstöður sýndu fram á kasthraði leikmanna jókst um 14% án þess að hafa áhrif á nákvæmni kastanna. Því er hægt að álykta að æfingar með þunga bolta geti bætt skothraða leikmanna í handknattleik (Raeder o.fl., 2015).

#### Gripstyrkur:

Mælingar á gripstyrk er talin áreiðanleg mæling til þess að meta almenna heilsu og styrk einstaklings. Gripstyrkur einstaklings fer eftir hæð, aldri og kyni. Mikil fylgni er á milli gripstyrks og eiginleika líkamans eins og hæð, þyngd og lengd handa (Koley o.fl., 2011). Gripstyrkur er líkamlegur eiginleiki sem gegnir mikilvægu hlutverki í daglegu lífi og íþróttum. Handknattleikur gengur mikið út á að kasta og grípa bolta og því er gripstyrkur mikilvægur eiginleiki leikmanna. Því lengri fingur og hendur sem leikmenn eru með því auðveldara er að grípa um boltann sem sparar orku fyrir leikmenn sem og kraft og eykur nákvæmni sendinga (Visnapuu og Jürimäe, 2007). Því meiri gripstyrk sem leikmenn hafa því betri stjórn hafa leikmenn á boltanum sem og meiri handarspennu sem hjálpar bæði leikmanni sóknarlega sem og varnalega (Hammami o.fl., 2019).

Í rannsókn sem gefin var út 2012 (Vila o.fl., 2012) þar sem líkamsgeta 130 afreks leikmanna í handknattleik var skoðuð, kom fram að skyttur eru með mestan gripstyrk. Línnumenn, skyttur og markmenn komu þar á eftir og voru hornamenn með minnstann gripstyrk. Í annarri rannsókn sem var gefin út árið 2016 (I. Zapartidis o.fl., 2016) var rannsakað hvort að tenging væri á milli gripstyrks og skothraða. Það voru 119 leikmenn sem tóku þátt í rannsókninni, 75 strákar og 44 stelpur, og var meðalaldur þeirra 13,44 ára. Rannsóknin leiddi í ljós að meiri gripstyrkur hefur jákvæð áhrif á skothraða (I. Zapartidis o.fl., 2016).

## Hraði og snerpa

Í flestum íþróttum er mikil áhersla lögð á hraða. Hraði er skilgreindur sem geta einstaklings til þess að hlaupa frá einum stað til annars á sem styðstum tíma (Bompa og Buzzichelli, 2015). Snerpa er skilgreind sem hæfileiki til að skipta hratt um stefnu, geta einstaklings til að bremsa hratt og skipta um stefnu sem og snögg færsla á massamiðju líkamans með hraða eða stefnubreytingu sem viðbragð við ytra áreiti (Bompa o.fl., 2009).

Hraði hefur fjóra fasa: (Girard o.fl., 2011).

### Tafla 2

#### Fasar hraða

Númer fasa	Fjórir fasar hraða:
1	Viðbragðshraði ( <i>e. reaction speed</i> ): Sá tími sem það tekur líkamann að bregðast við skynjun.
2	Hröðun ( <i>e. acceleration</i> ): Tíminn sem tekur einstakling að ná hámarkshraða eða getan til að komast þangað sem fyrst. Mæld í m/s/s.
3	Hámarkshraði ( <i>e. max speed</i> ): Mesti hraði sem einstaklingur getur náð. Mældur í m/s.
4	Hraðapol ( <i>e. speed endurance</i> ): Getan til að viðhalda hámarkshraða til lengri tíma eftir að þreytu tekur að gæta.

Allir þessir þættir koma við sögu í handknattleik. Viðbragðshraði er geta einstaklings til að bregðast við áreiti, sem dæmi þegar leikmaður missir boltann óvænt og liðið þarf að hlaupa í vörn. Hröðun er hversu fljótur einstaklingur er að ná upp hámarkshraða. Hámarkshraði getur hjálpað leikmanni að stinga varnamann af í hraðarupphlaupi (Ingebrigtsen og Jeffreys, 2012).

Í rannsókn sem Michalsik og fleiri framkvæmdu (Lars Bojsen Michalsik o.fl., 2013) kom í ljós að meðalvegalengd spretts hjá kvenkyns handknattleiks leikmönnum er sex metrar (Lars Bojsen Michalsik o.fl., 2013). Í annarri rannsókn sem var gerð á leikmönnum kom í ljós að meðalsprettlengd leikmanna sé allt frá 7-19 metrar. Rannsóknir hafa sýnt fram á að það gerist sjaldan í handknattleik að leikmaður hlaupi það langt og hratt að hann nái hámarkshraða (Manchado o.fl., 2013). Því má færa rök fyrir því að hröðun sé mun mikilvægari þáttur en hámarkshraði í handknattleik. Rannsóknir hafa sýnt fram á að stefnubreytingar séu mjög algengar í handknattleik og því er mikilvægt að þjálfra snerpu leikmanna (Manchado o.fl.,

2013). Til þess að byggja upp snerpu þarf leikmaður að búa yfir styrk og með styrk öðlast leikmaður hraða og hraðann notar leikmaðurinn til að frakmvæma (Bompa og Buzzichelli, 2019). Snerpa er skilgreind á tvo vegu, viðbragðssnerpa (*e. Agility*) og stefnubreytingarhraði (*e. Change of direction speed*) (Sheppard og Young, 2006). Stefnubreytingarhraði er skilgreindur sem snörp hreyfing á líkamanum þar sem breyting verður á hraða og stefnu (Sheppard og Young, 2006). Í nýlegri rannsókn var mæld snerpa leikmanna í mismunandi íþróttagreinum. Íþróttagreinarnar voru innanhúsfótbolti, fótbolti, handknattleikur og ruðningur. Í rannsókninni voru 161 þátttakendur, leikmenn úr þessum fyrirnefndu íþróttagreinum. Mælingarnar sem voru framkvæmdar voru 20 metra sprettur og Zigzag Cod (*e. change of direction*) mæling. Niðurstöður sýndu fram á að ruðnings leikmenn hlupu hraðast í hraðamælingunum. Fótboltamenn hlupu hægst í stefnubreytinga hlaupamælingunum. Ruðnings leikmenn voru hraðastir í mælingunum en voru ekki hraðari enn handboltamenn og innanhúsfótboltamenn í stefnubreytingamælingunum. Þetta segir okkur að stefnubreytingar eru miklar í handknattleik og væri gagnlegt að hafa snerpu mælingar með í mælingum á handboltafólki (Loturco o.fl., 2020).

#### Hraðamælingar

Til að mæla hraða leikmanna í handknattleik er hægt að notast við mismunandi sprettpróf. Rannsóknir hafa sýnt fram á að meðal sprett lengd í handknattleik er 7-19 metrar og því er gagnlegt að nota sprettpróf á bilinu 10 – 30 metra (Manchado o.fl., 2013). Í 10 metra prófum er verið að mæla hröðun og í 30 metra prófum er hámarkshraði mældur (Cronin og Hansen, 2005). Í rannsókn á karla leikmönnum úr fyrstu tveimur deildum Þýskalands í handknattleik (Krüger o.fl., 2014) kom í ljós að hornamenn hlupu hraðast í 30 metra sprett mælingum og skyttur hlupu hraðar en línúmenn og markmenn. Hornamenn í efstu deild hlupu hraðar en hornamenn í næst efstu deild. Í 10 metra prófinu var ekki marktækur munur (Krüger o.fl., 2014). Í rannsókn á 182 handknattleiks strákum á aldrinum 11 til 15 ára (Ilias Zapartidis o.fl., 2009) kom í ljós að hornamenn hlupu hraðar en skyttur, miðjumenn, línúmenn og markmenn. Skyttur hlupu hraðar að jafnaði en miðjumenn, línúmenn og voru markmenn hægstir (Ilias Zapartidis o.fl., 2009).

#### Skothraði:

Að skjóta á markið er ein af grunnaðgerðum í handknattleik. Þegar leikmaður skýtur kemur hraði á boltann sem kemur frá vöðvamassa, samhæfingu líkamans og tæknikunnáttu (Vila o.fl.,



2012). Í rannsókn frá árinu 2009 (Ilias Zapartidis o.fl., 2009) var skoðaður skothraði hjá 161 unglingsleikmönnum, 88 strákar og 73 stúlkur tóku þátt og var meðalaldur þeirra 13,68 ár. Skothraðinn var mældur með hraðamæli og hafði hver og einn leikmaður þrjár tilraunir. Þátttakendur áttu að standa á vítalínunni og skjóta eins fast og þeir gátu í markið. Niðurstöður sýndu fram á að strákarnir skutu boltanum í markið að meðaltali 19,64 metra á sekúndu (m/s) og stelpurnar 16,39 metra á sekúndu (m/s) (Ilias Zapartidis o.fl., 2009). Einnig voru niðurstöður á skothraða skoðaðar útfrá leikstöðum og hjá stúlkunum kom í ljós að skyttur væru með mestan skothraða (17,3m/s) og markmenn voru með minnstan skothraða (15,54 m/s). Hjá strákunum voru það línúmenn sem voru með mestan skothraða (20,32 m/s) og markmenn með minnsta skothraðan eins og hjá stelpunum (18,5 m/s) (Ilias Zapartidis o.fl., 2009). Til eru mismunandi kast aðferðir og eru þeim oftast lýst sem skot af gólfi, skot í skrefi og uppstökk. Í rannsóknum hefur komið fram að leikmenn skjóti fastast við gólfskot eftir þrjú skref, svo skot úr standandi stöðu og minnsti skothraði við skot úr uppstökki (Wagner o.fl., 2011). Í sömu rannsókn kom fram að í handknattleik eru 73-75% allra kasta framkvæmd eftir uppstökk sem er áhugavert þar sem minnsti skothraði mælist við skot með uppstökki. 14-16% kasta eru framkvæmd með skoti úr skrefi, 6-9% úr vítaköstum og að lokum 6-9% eftir línusendingu (Wagner o.fl., 2011).

### Munur líkamlegum kröfum í handknattleik hjá kvenmönnum og karlmönnum

Það er vel þekkt að lífeðlisfræðilegur munur er á kynjunum. Karlar eru almennt hærri, þyngri, mælast með meiri vöðvamassa, sterkari, hraðari og með hærri þoltölu (VO<sub>2</sub>-max) samanborið við konur. Þessir þættir hafa hinsvegar lítil áhrif á handknattleik þar sem að leikið er á mótí leikmönnum að sama kyni. Karla leika með stærri og þyngri bolta en konur ( 450 grömm vs 350 grömm) sem er í raun eini munurinn á reglum leiksins milli kynja. Á síðustu árum hefur fjölgað rannsóknum sem hafa verið lagðar fram sem bera saman mun á líkamlegum kröfum leiksins á milli kynja. Í rannsókn sem gefin var út árið 2015 (Lars Bojsen Michalsik, Aagaard, o.fl., 2015) var rannsakað mögulegan mismun á líkamlegum kröfum sem gerðar eru til karlkyns og kvenkyns leikmanna í handknattleik. Meðal annars var leikmönnum í efstu deildum karla og kvenna fylgt eftir í sex tímabil. Notast var við myndbandsupptöku og lífeðlisfræðilegar mælingar á meðan leik stóð og einnig voru framkvæmdar líkamlegar mælingar. Niðurstöður sýndu fram á að konur hlaupa lengri vegalengd að meðaltali (4693m) (333 ±SD) heldur en karlar (3945m) (±538). Kvenmenn æfa á hærri ákefð (79,4% af VO<sub>2</sub>-max) samanborið við karla (70,9 af VO<sub>2</sub>-max) en í leikjum hlaupa þær á lægri ákefð. Konur eyða minni tíma í kyrrstöðu (10,8% af leiknum) en karlar (36,9% af leiknum) en karlar framkvæma fleiri

stefnubreytingar í leik eða 1482 að meðaltali og konur 663. Karlar framkvæma yfir höfuð fleiri hreyfingar sem unnar eru á hárrí ákefð í leik samanborið við konur. Útfrá þessari rannsókn má því segja að verulegur kynjamunur er á líkamlegum kröfum í handknattleik og því ætti líkamshjálfun að endurspegla þessar þarfir (Lars Bojsen Michalsik, Aagaard, o.fl., 2015).

Viðfangsefni þessarar ritgerðar eru líkamsmælingar á unglíngalandsliði Íslands 17 ára og yngri ( U17) og 19 ára og yngri (U19). Mælingarnar sem notast var við í rannsókninni er hluti af samstarfi íþróttáfræðisviðs Háskólans í Reykjavík (HR) og Handknattleikssamband Íslands (HSÍ). Markmið verkefnisins var að kanna hvort frammistöðu munur væri á líkamlegri getu stúlkna fæddum 1999 yngri samanborið við stúlkur fæddar 2002 og yngri þegar leikmenn eru á sama aldri. Einnig verður kannað hvort frammistöðu munur sé á líkamlegri getu stúlkna fæddum árið 1998 og yngri samanborið við stúlkur fæddar árið 2000 og yngri þegar leikmenn eru á sama aldri.

Í rannsóknarverkefni þessu er leitast svara við eftirfarandi spurningum:

- 1) *Er marktækur munur á líkamsmælingum milli stúlkna fæddum 1999 og yngri og stúlkum fæddum árið 2002 og yngri*
- 2) *Er marktækur munur á líkamsmælingum milli stúlkna fæddum árið 1998 og yngri og stúlkum fæddum árið 2000 og yngri*

## Aðferð og gögn:

Hér verður markmið rannsóknarinnar gerð skil. Fjallað verður um þær rannsóknaraðferðir sem notaðar voru við söfnun gagna sem og mælitæki, þátttakendur, framkvæmd og úrvinnsla gagna.

### Markmið rannsóknar:

Markmið þessa verkefnis var að skoða mun á frammistöðu U-17 og U-19 ára leikmanna í líkamlegum mælinum á tveimur tímavörðum. Í U-19 mælingunum voru stelpurnar fæddar 1998 og yngri samborið stúlkur fæddar 2000 og yngri. Í U-17 mælingunum voru stúlkur fæddar 1999 og yngri bornar saman við stúlkur fæddar 2002 og yngri. Í kjölfarið var gerð tölfræðileg greining á gögnunum og séð hvort að bæting væri á líkamlegri getu stúlkna með árunum útfrá niðurstöðum.

### Rannsóknar aðferð:

Rannsóknin var lýsandi þversniðsrannsókn þar sem lagt var fyrir tólf mælingar. Átta líkamshreystis mælingar, ein sérhæfð mæling og þjár líkamsmælingar. Mælingarnar voru hluti af samstarfi íþróttasviðs Háskólans í Reykjavík og Handknattleikssambands Íslands á tímabilinu 2017-2019.

### Þátttakendur:

Þátttakendur rannsóknarinnar voru stúlkur í yngri landsliðum Íslands. Stelpurnar eru fæddar 1999 og yngri (*hópur 1*) og 2002 og yngri (*hópur 2*) (U-17) sem og leikmenn fæddir árið 1998 og yngri (*hópur 3*) og 2000 og yngri (*hópur 4*) (U-19)

Samtals framkvæmdu 72 þátttakendur. Í hópi 1 voru 21 leikmenn sem tóku þátt og 20 í hópi 2. Í hópi 3 voru 13 sem tóku þátt og 18 í hópi 4.

### Tafla 3

Fjöldi þátttakenda í mælingunum útfrá hópum

	Hópar			
	Hópur 1	Hópur 2	Hópur 3	Hópur 4
	06.01.17	04.01.19	06.01.17	04.01.19
Fjöldi þátttakenda	21	20	13	18

## Mælitæki:

Þátttakendur framkvæmdu ellefu mælingar, af þeim voru átta líkamshreystis mælingar: Gripstyrkmælingar, lóðrétt stökk, boltakast með þriggja kílógramma bolta, 10 og 30 metra sprettir. Það var lagt fyrir þrjár sérhæfðar mælingar: skothraði frá sjö metrum, skothraði frá níu metrum með þriggja skrefa tilhlaupi og skothraði frá níu metrum með uppstökki. Einnig voru líkamsmælingar þar sem hæð, þyngd var mæld og útfra því var BMI stuðull leikmanna fundin. Lýsing á prófum er eftirfarandi:

### Líkamsmælingar:

Markmið líkamsmælinga er að meta líkamshlutföll leikmanna og tengsl milli hæð og þyngdar. Notast var við *Seca 769* til að mæla hæð og þyngd þátttakenda (Irurtia o.fl., 2008). Þátttakendur voru mældir og voru þátttakendurnir í léttum íþróttafatnaði án skóbúnaðs. Mæld var þyngd í kílógrömmum og hæð í sentímetrum. Útfra þyngdar- og hæðarmælingunum var reiknaður út BMI-stuðull þátttakendana. Formúlan til að reikna BMI-stuðul er  $[\text{þyngd (kg)} / \text{hæð}^2 \text{ (m)}]$ . Þátttakendur voru merktir með númerum og fóru þeir í talnaröð útfra númerum.

### Gripstyrkur:

Mæling á gripstyrk er talin vera áreiðanlegasta leiðin til þess að mæla gripstyrk. Gripstyrkur gegnir miklu hlutverki við að kasta og grípa bolta (Visnapuu og Jürimäe, 2007). Gripstyrkurinn var mældur með gripstyrkstæki af gerðinni *Vernier GoLink* og notast var við *Logger lite* tölvu forrit og fartölvu til að skrá niðurstöðurnar (Vernier, e.d.). Þátttakandi sest við borð og er með olnbogann í 90 gráðum upp við líkamann og fætur í gólfi. Þátttakandi tekur utan um gripstyrkstækið með ríkjandi hendi og kreistir tækir með eins miklum krafti og hægt er í örfáar sekúndur. Krafturinn er mældur í Newtonum.

### Lóðrétt stökk (e. Countermovement jump):

Lóðrétt stökkpróf er notað til að mæla kraft í neðri útlimum og er markmið prófsins að stökkva eins hátt og hægt er (Heishman o.fl., 2018). Við framkvæmd mælingarinnar var notað háhraðamyndavél (Casio Exilim EX-F1), þrífót, myndskaiðisforritið *Kinovea*, mælistiku, ljóskastara og íþróttalímband (Casio Exilim Ex-F1, 2017). Þátttakandinn stillti sér upp jafnfætis á merkt svæði með hendur á mjöðmum, beygði sig niður í 90 gráður og hoppaði eins hátt og hann gat án þess að beygja fætur í loftinu. Passa þarf að hendur séu á mjöðmum allan tímann. Stökkið var tekið upp og stökkhæðin reiknuð. Miðað er við að hafa merkingu staðsetta utanvert á hné (*e.lateral femoral condyle*) þátttakanda. Hver og einn þátttakandi fékk tvær tilraunir og telur sú besta.

### **10 og 30 metra sprettur:**

Markmið prófanna er að meta hlaupahraða og hröðun þátttakanda (Cronin og Hansen, 2005). Notast var við tímahlið (*e. Bower Timing System*) til að mæla spretthraða þátttakanda og íþróttalímband (*RL System, e.d.*). Tímahliðum var stillt upp við byrjunarlínu, 10 metrum frá byrjunarlínu og 30 metrum frá byrjunarlínu. Þátttakandinn tók sér stöðu einum metra frá byrjunarlínu. Þátttakandinn hljóp af stað þegar hann var tilbúinn og hljóp í gegnum hliðin að 30 metra hliðinu og hægði þá á sér. Mikilvægt er að passa að þátttakandi kveiki ekki á hliðinu með handahreyfingum áður en hann leggur af stað, sem og að passa uppá að hafa nóg pláss fyrir aftan 30 metra hliðið til þess að þátttakandinn hafi pláss til að hægja á sér eftir 30 metra hlaupið. Hver og einn fékk þrjár tilraunir og telur sú besta. Mælendur sáu tímann á skjá búnaði á tímahliðinu og skráðu hann niður á blað.

### **Boltakast með þriggja kílógramma bolta:**

Markmið boltakasts með þungum bolta er að meta afl þátttakanda (Debanne og Laffaye, 2011). Notast var við þriggja kílógramma bolta ásamt þunnri dýnu, málband af tegundinni *Plastika*, íþróttalímband og mælistiku. Markmið prófsins var að kasta boltanum eins og langt og þátttakandinn mögulega gat. Þátttakandi tók sér stöðu við byrjunarlínu á öðru hnénu og kastaði boltanum fyrir ofan höfuð eins langt og hann gat án þess að lyfta upp hnénu sem var við gólfíð. Boltanum var svo rúllað til baka og fékk hver og einn þátttakandi samtals þrjár tilraunir. Lengd kastsins var mæld í metrum.

### **Yo-Yo IE 2:**

Markmið mælinganna er að meta loftháða og loftfirra þolgetu leikmanna (Krustrup o.fl., 2003). Prófið sem þátttakendurnir framkvæmdu var Yo-Yo Intermittent recovery 2. Áhöldin sem notast var við í prófinu voru keilur, hljómsflutningstæki, hljóðupptaka af prófinu og skráningarblöð. Prófið var framkvæmt þannig að þátttakendur hlupu tvisvar sinnu 20 metra, fram og til baka á ákveðnum tíma og við ákveðið hljóðmerki. Eftir hverja ferð var 2,5 metra svæði sem þátttakendur gengu fram og til baka. Eftir því sem líður á prófið jókst hraðinn og hafði þátttakandinn alltaf skemmri tíma til þess að klára hverja ferð. Ef þátttakanda náði ekki að komast yfir línuna fyrir hljóðmerkið fékk hann „viðvörðun“ og í annað skiptið sem það gerðist var þáttöku hans lokið. Niðurstaða prófsins er fjöldi metra eða fjarlægð á tilteknum tíma (Krustrup o.fl., 2003).

### **Skothraði:**

Skothraða prófin flokkast undir tæknileg próf og eru samtals þrjú mismunandi skothraða próf sem eru framkvæmd. Markmið prófanna er að mæla skothraða einstaklings. Við framkvæmd prófanna var notast við hraðabyssu af tegundinni *Sports Radar 3600* sem mældi hraðann á

boltanum (*Sports Radar LTD*, e.d.). Einnig var notað handknattleiks mark að löglegri stærð (tveir metrar á hæð og þrjú metrar á breidd) og handbolta í stærð sem 4 flokkur og flokkar fyrir ofan nota (325 til 375 grömm og 54 til 56 sentímetrar). Mælandi stóð bakvið þátttakandann sem var að fara skjóta á markið með háhraðamyndavélina. Þátttakendur tóku þrjú mismunandi skot með ríkjandi hendi. Fyrsta skot er sjö metrum frá marki, annað skotið er níu metra frá marki með tilhlaupi og þriðja er níu metra frá marki með uppstökki. Hver þátttakandi fær þrjár tilraunir í hverju skoti. Áhöldin sem notað eru háhraðamyndavél, handbolti og réttar handboltavallalínur til að skjóta frá.

#### Framkvæmd:

Mælingarnar fóru fram 6. janúar 2017 og 4. janúar 2019. Hver og ein mæling tók um það bil 90 mínútur. Það voru aðstoðarmenn sem aðstoðuðu við mælingarnar. Leikmenn voru beðnir um að mæta hálf tíma fyrir mælingar. Til að byrja með eru leikmenn kallaðir saman og útskýrir yfirumsjónarmaður hvernig prófin fara fram. Einnig upplýsti hann fyrir leikmönnum að mælingarnar væru framkvæmdar í rannsóknarskyni og svo var hverri og einni gefið númer til þess að þátttakendur séu ekki nafngreindir í mælingum og á niðurstöðublöðum. Yfirumsjónarmaður sá um upphitun fyrir stúlkurnar fyrir mælingarnar og var hún mjög lík í öll skiptin. Á hverri stöð voru einn til tveir aðstoðarmenn sem útskýrðu prófin aftur fyrir leikmönnum ef þess þurfti. Þátttakendum var skipt upp á stöðvar og enduðu þeir í Yo-Yo IR2 mælingunni.

#### Úrvinnsla gagna

Starfsfólk innan íþróttافرæðideildar HR sáu um að skrá niður og geyma gögnin sem safnast við mælingar. Með leyfi frá HR fékk ég aðgang að öllum þeim mælingum sem ég þurfti til að framkvæma rannsóknina. Gögnin voru yfirfarin og skoðuð í forritinu Microsoft Office Excel 200. Úrvinnsla gagna fór fram í tölfræðiforritinu IBM SPSS Statistic 24. Þar fór fram töluleg samantekt á gögnum. Niðurstöður úr SPSS voru svo færðar í töflur í Microsoft Office Excel 200 þar sem tölulegar upplýsingar komu fram. Niðurstöður rannsóknarinnar eru gerð skil í niðurstöðukafla ritgerðarinnar.

## Niðurstöður

Í eftirfarandi kafla verður gerð grein fyrir niðurstöðum mælinga. Í niðurstöðunum voru settar fram tölulegar upplýsingar eftir frammistöðu mælinga. Mælingar og próf á líkamshreysti stúlkna fæddum 1999 og yngri (hópur 1) voru bornar saman við stúlkur fæddar 2002 og yngri (hópur2). Einnig voru mælingar og próf á líkamshreysti stúlkna fæddum árið 1998 og yngri (hópur 3) borið saman við líkamshreysti stúlkna fæddum árið 2000 og yngri (hópur 4) og skoðað hvort marktækur munur væri á milli þátttakenda. Framkvæmdar voru ellefu mælingar, af þeim voru átta líkamshreystimælingar: Gripstyrkur, lóðrétt stökk, boltakast með þriggja kílóagramma bolta, 10 og 30 metra sprettir. Það var lagt fyrir ein sérhæf mæling: skothraði frá sjö metrum, skothraði frá níu metrum með þremur skrefum og skothraði frá níu metrum með uppstökki. Einnig voru líkamsmælingar þar sem hæð, þyngd og BMI stuðull voru mæld. Notast var við öll prófin í rannsókninni.

**Tafla 4**

*Tölulegar upplýsingar úr mælingum á 1999 og yngri og 2002 og yngri*

Próf	1999 og yngri (hópur 1)		2002 og yngri (hópur 2)		P
	Mælingardagur 06.01.17		Mælingardagur 04.01.19		
	N=21		N=20		
<b>Líkamsmælingar</b>	Meðaltal	Staðalfrávik	Meðaltal	Staðalfrávik	Marktæktar próf
Hæð (m)	1,69	±0,05	1,72	±0,05	.31
Þyngd (kg)	67,34	±8,60	66,35	±7,42	.699
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	23,52	±2,71	22,17	±2,15	.088
<b>Líkamshreysti</b>					
Gripstyrkur (n)	222,12	±40,26	252,43	±18,83	.019*
Lóðrétt stökkpróf (cm)	37,10	±2,96	34,53	±3,52	.018*
10 metra sprettur (s)	1,95	±0,11	1,88	±0,08	.019*
30 metra sprettur (s)	4,80	±0,25	4,73	±0,20	.345
3kg boltakast (m)	4,91	±0,60	4,84	±0,44	.658
Yo-Yo IR2 (m)	18,02	±0,69	18,06	±0,66	.890
<b>Kasthraði</b>					
7m standandi (km/klst)	67,81	±7,06	69,74	±5,42	.343
9m aðhlaup (km/klst)	70,86	±6,87	74,47	±6,37	.332
9m aðhlaup og uppstökk (km/klst)	71	±5,48	72,90	±6,36	.658

Í töflu eitt má sjá yfirlit yfir tölulegar upplýsingar úr mælingum á hóp 1 og hóp 2. Hópur eitt samanstóð af 21 þátttakendum og hópur 2 af 20 þátttakendum. Mælingar á þátttakendum í hópi 1 fóru fram 6. janúar 2017 og mælingarnar á þátttakendum í hópi 2 4. janúar 2019. Báðir hóparnir voru í U-17 ára landsliði Íslands þegar mælingarnar voru framkvæmdar. Bestu mælingar hvers leikmanns úr öllum mælingunum voru teknar samam og reiknað var út meðaltal eftir ári stúlnanna. Meðalhæð þátttakenda í hópi 1 var 1,69 metrar og meðalþyngd 67,34 kílógrömm. Meðalhæð þátttakenda í hópi 2 var 1,72 metrar og meðalþyngd 66,35 kílógrömm. Gripstyrkur var að jafnaði meiri hjá þátttakendum í hópi 2 eða að meðaltali 252,43 N en 222,12 N hjá þátttakendum í hópi 1. Í lóðréttu stökkprófi stukku þátttakendurnir að jafnaði hærra í hópi 1 eða 37,10 sentímetra samanborið við 25,06 sentímetra í hópi 2. Niðurstöður sýna að tími stúlnanna í 10 og 30 metra spretti var betri að jafnaði hjá hópi 2 eða 1,88 sekúndur í 10 metra sprett og 4,73 sekúndur í 30 metra sprett. Hjá hópi 1 var hraðinn að jafnaði 1,95 sekúndur í 10 metra spretti og 4,80 sekúndur í 30 metra spretti. Hópur 1 köstuðu að jafnaði lengra í þriggja kílógramma boltakasti eða 4,91 metra samanborið við 4,84 metra hjá hópi 2. Í Yo-Yo prófinu hlupu þátttakendur lengra að jafnaði í hópi 2 eða fram að stigi 18,06 samanborið hlupu þátttakendur í hópi 1 að stigi 18,02. Þátttakendur í hópi 2 mældust með meiri skothraða í öllum skotprófunum eða að jafnaði 69,74 km/klst frá sjö metrum, 74,47 km/klst frá níu metrum með aðhlaupi og 72,90 km/klst með aðhlaupi og uppstökki frá níu metrum. Hjá þátttakendum í hópi 1 var meðalhraðin að jafnaði 67,81 km/klst frá sjö metrum standandi, 70,86 km/klst frá níu metrum með aðhlaupi og 71 km/klst frá níu metrum með aðhlaupi og uppstökki. Framkvæmd voru marktæktar próf (One-Way Anova) til að skoða hvort marktækur munur væri á milli ára og hópa. Niðurstöður sýndu fram á að marktækur munur væri á lóðréttu stökkprófi milli hópa ( $P=0.001$ ), 10 metra sprettprófi ( $P=0,019$ ) og í gripstyrksmælingunum ( $P=0,019$ ).



**Tafla 5**

Tölulegar upplýsingar úr mælingum á stúlkum fæddum 1998 og yngri og stúlkum fæddum 2000 og yngri

Próf	1998 og yngri (Hópur 3)		2000 og yngri (Hópur 4)		P
	Mælingardagur 06.01.17		Mælingardagur 04.01.19		
	N=13		N=18		
<b>Líkamsmælingar</b>	Niðurstöður	Staðalfrávik	Niðurstöður	Staðalfrávik	Marktæktar próf
Hæð (m)	1,73	±0,06	1,72	±0,04	.065
Þyngd (kg)	68,25	±6,07	67,93	±7,58	.899
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	22,97	±1,44	22,96	±2,15	.986
<b>Líkamshreysti</b>					
Gripstyrkur (n)	256,32	±46,05			.019
Lóðrétt stökkpróf (cm)	42,72	±5,68	37,81	±4,28	.010*
10 metra sprettur (s)	1,94	±0,08	1,89	±0,98	.093
30 metra sprettur (s)	4,71	±0,18	4,71	±0,28	.988
3kg boltakast (m)	5,66	±0,72	5,38	±0,65	.276
Yo-Yo IR2 (m)	18,83	±0,52	18,37	±0,08	.111
<b>Kasthraði</b>					
7m standandi (km/klst)	73,92	±6,40	68,56	±6,18	.026*
9m aðhlaup (km/klst)	70	±6,11	72,17	±6,22	.343
9m aðhlaup og uppstökk (km/klst)	73,07	±5,51	70,61	±7,12	.306

Í töflu fjögur má sjá yfirlit yfir tölulegar upplýsingar úr mælingum á U-19 ára landsliði kvenna á tveimur mismunandi tímamörum og mismunandi hópum. Þátttakendur í hópi 3 voru samtals 13 sem tóku þátt og þátttakendur í hópi 4 voru samtals 18. Mælingarnar á þátttakendum í hópi 3 fóru fram 6. janúar 2017 og mælingarnar á þátttakendum í hópi 4 4. janúar 2019. Bestu mælingar hvers leikmanns úr öllum mælingunum voru teknar saman og reiknað var út meðaltal eftir ári sem stúlkurnar voru fæddar. Meðalhæð þátttakenda í hópi 3 var 1,73 metrar og meðalþyngd 68,25 kílógrömm. Meðalhæð þátttakenda í hópi 4 var 1,72 metrar og meðalþyngd 67,93 sentímetrar. Gripstyrkur var ekki mældur hjá þátttakendum í hópi 4 og því ekki hægt að bera gripstyrks mælingarnar saman. Í lóðréttu stökki stökku þátttakendur hærra að jafnaði í hópi 3 eða 42,72 sm en þátttakendur í hópi 4 37,81 sm. Spretthraði í 10 metra spretti var að jafnaði betri hjá þátttakendum í hópi 4 eða 1,89 sekúndur samanborið var spretthraði hjá

Þátttakendum í hópi 3 1,94 sekúndur. Spretthraði stúlkanna í hóp 3 og 4 var sá sami að jafnaði í 30 metra spretti eða 4,71 sekúndur. Í þriggja kílógramma boltakasti köstuðu þátttakendur lengra að jafnaði í hópi 3 eða 5,66 metra samanborið köstuðu þátttakendur í hópi 4 5,38 metra. Í Yo-Yo prófinu hlupu þátttakendur í hópi 3 lengra að jafnaði eða að stigi 18,83 samanborið við þátttakendur í hópi 4 að stigi 18,37. Skothraði frá sjö metrum var hraðari að jafnaði hjá þátttakendum í hópi 3 eða 73,92 km/klst samanborið var skothraðinn hjá þátttakendum í hópi 4 sem var 68,56 km/klst. Skothraði frá níu metrum með aðhlaupi var hinsvegar hraðari að jafnaði hjá þátttakendum í hóp 4 eða 72,17 km/klst samanborið við 70 km/klst hjá þátttakendum í hópi 3. Frá níu metrum með aðhlaupi og uppstökki skutu þátttakendur í hópi 3 hraðar að jafnaði eða á 73,07 km/klst samanborið við þátttakendur í hópi 4 sem skutu á hraða 68,56 km/klst. Framkvæmd voru marktæktar próf (One-Way Anova) til að skoða hvort marktækur munur væri á milli ára og hópa. Niðurstöður sýndu fram á að marktækur munur væri á milli lóðréttis stökkkrafts ( $P=0,010$ ) og skothraða prófi frá sjö metrum ( $P=0,026$ ).

## Umræða:

Markmið verkefnisins var að skoða hvort munur væri á frammistöðu í líkamlegum mælingum hjá leikmönnum í fæddum árið 1999 og yngri samanborið við leikmenn fædda 2002 og yngri. Einnig var skoðaður munur á mælingum á leikmönnum fæddum 1998 og yngri samanborið við leikmenn fædda 2000 og yngri.

Rannsóknarspurningar sem lagðar voru fyrir eru eftirfarandi:

- 1) *Er marktækur munur á líkamsmælingum milli stúlkna fæddum 1999 og yngri ( hópur 1) og stúlkum fæddum árið 2002 og yngri (hópur 2)*
- 2) *Er marktækur munur á líkamsmælingum milli stúlkna fæddum árið 1998 og yngri (hópur 3) og stúlkum fæddum árið 2000 og yngri (hópur 4)*

Mælingarnar á hóp 1 voru framkvæmdar í janúar árið 2017 og tveimur árum seinna eða í janúar 2019 var hópur 2 mældur. Báðir hóparnir voru í U-17 landsliði Íslands þegar mælingarnar voru framkvæmdar. Samanburður á mælingunum sýnir að marktækur munur er á gripstyrk, lóðréttu stökki og á 10 metra spretti. Niðurstöður mælinganna sýna að lítill munur er á niðurstöðum mælinga á þátttakendum í hópi 1 og 2. Niðurstöður sýna fram á að þátttakendur í hópi 1 stukku að jafnaði hærra í lóðréttu stökki og köstuðu að jafnaði lengra í þriggja kílóa boltakasti. Báðar mælingarnar mæla afl þátttakenda í stökki og kasti og því er hægt að álykta að hópur 1 sé aflmeiri en hópur 2 (Stockbrugger og Haennel, 2001). Lítill sem engin munur var á 30 metra sprettmælingum. Niðurstöður Yo-Yo IR2 mælingarinnar eru betri að meðaltali hjá þátttakendum í hópi 2 samanborið við þátttakendur í hópi 1. Niðurstöður skothraða prófanna sýna svipaðar niðurstöður hjá þátttakendum í hópi 1 og 2. Til að ná sem mestum hraða á boltanum þarf leikmaður ekki eingöngu að hafa vöðvamassa heldur einnig samhæfingu líkamans og tæknigetú (Vila o.fl., 2012). Einnig mikilvægt að leggja áherslu á rétta tækni og kenna leikmönnum strax í yngri flokkum að kasta rétt og útfrá því eykst skothraði leikmanna.

Mælingarnar á þátttakendum í hópi 3 voru framkvæmdar í janúar 2017 og tveimur árum seinna, eða í janúar 2019, voru þátttakendur í hópi 4 mældir. Báðir hóparnir voru í U-19 landsliði Íslands þegar mælingarnar voru framkvæmdar. Samanburður mælinga sýnir að einungis er marktækur munur á lóðréttu stökkprófi og skothraða prófi frá 7 metrum. Þátttakendur í hópi 3 stukku hærra að jafnaði samanborið við þátttakendur í hópi 4 og köstuðu einnig þriggja kílóa bolta að jafnaði lengra. Þær niðurstöður geta sagt okku að hópur 3 sé aflmeiri en hópur 4 (Stockbrugger og Haennel, 2001). Í 10 metra spretti hlupu þátttakendur í hópi 4 hraðar en þátttakendur í hópi 3 að jafnaði en í 30 metra spretti var meðaltalið það sama hjá hópunum. Niðurstöður Yo-Yo IR2 mælingarinnar er lakari að jafnaði hjá þátttakendum í

hópi 4. Meðaltal úr öllum þremur skothraða prófunum var meira hjá hóp 4. Út frá niðurstöðum sjáum við að ekki er mikill munur á mælingum á þátttakendum í hóp 3 og þátttakendum í hóp 4.

Það eru því miður til fáar rannsóknir á yngri landsliðum kvenna frá öðrum löndum en í Túnis var gerð svipuð rannsókn á yngri landsliðum karla frá U-14 til U-18 ára landsliðum Túnis. Niðurstöður sýndu að gripstyrkur hjá stelpunum í hóp 1 var að meðaltali 222,12 N og 252,43 N hjá stelpunum í hóp 2. Hjá U-17 ára karla liði Túnis var gripstyrkur að meðaltali 436 N. Hjá stelpunum í hóp 3 var gripstyrkur 256,32 en var hann því miður ekki mældur hjá hóp 4. Taka þarf fram að erfitt er að bera saman mælingar á strákum og stelpum á þessum aldri (I. Zapartidis o.fl., 2016). Gripstyrkur segir okkur til um líkamshreysti og kraft þátttakanda í hendi og því er mikilvægt að leggja áherslu á styrktarþjálfun í handknattleik. Með styrktarþjálfun eykst gripstyrkur sem gerir það að verkum að skot verða fastari og erfiðara verður fyrir varnarmanninn og markmann að verjast skotinu eða sendingunni (Visnapuu og Jürimäe, 2007). Þegar niðurstöður úr lóðréttu stökkprófunum í þessari rannsókn eru skoðaðar og bornar saman við mælingar á Brasilíska kvenna landsliðinu í handknattleik eru Íslensku yngri landsliðstelpurnar að stökkva hærra að jafnaði en Brasilíska kvennalandsliðið. Brasilíska kvennalandsliðið stökk að meðaltali 32,44 cm og stukku öll Íslensku kvennalandsliðin í rannsókninni að meðaltali hærra en það (Pereira o.fl., 2018) . Í þessari mælingu var hinsvegar notast við stökkmottu og þarf alltaf að varast niðurstöður lóðréttu stökkprófa þar sem mismunandi aðferðir er hægt að nota við framkvæmd á prófinu. Niðurstöður Yo-Yo IR2 prófanna sýna bætingar frá hóp 1 til 2 en ekki hjá hóp 2 til 3. Í handknattleik er mikilvægt að leggja áherslu á loftfirra þolþjálfun og mikilvægt er að huga að því við þjálfun á yngri flokkum. Í janúar þegar mælingarnar eru framkvæmdar eru leikmenn á miðju tímabili. Áhugavert væri að skoða mælingarnar sem framkvæmdar eru á stelpunum í júlí á undirbúningstímabili og bera saman niðurstöður. Á undirbúningstímabili ættu eitt af helstu áherslu atriðum að vera að bæta þol og því væri áhugavert að sjá hvort einstaklingar bæti þolið eða viðhaldi því. Ekki var mikill munur á niðurstöðum og gætu niðurstöðurnar því verið viðmið fyrir U-17 og U-19 ára leikmenn í handknattleik. Það gæti verið áhugavert að leggja fyrir viðmiðunar tölur fyrir stelpurnar áður en þær hlaupa Yo-Yo þar sem það gæti mögulega gefið þeim auka drifkraft til þess að hlaupa lengra.

Á milli hópa er ekki mikill líkamlegur árangur en taka þarf fram að þetta eru einungis tvær mælingar sem verið er að bera saman. Niðurstöðurnar geta þó gefið okkur vísbendingu um þróun á þjálfun stelpna í handknattleik á Íslandi. Einnig er mikilvægt að hafa í huga að hóparnir eru tvö ólík lið og alveg ólíkir þátttakendur sem gæti haft áhrif á rannsóknina.

Líkamlegar mælingar eru framkvæmdar af mismunandi ástæðum en ein ástæðan er til þess að kanna hvar leikmaður stendur og hvað þarf að bæta sem og fyrir þjálfara að framkvæma þjálfunaráætlun. Leggja þyrfti áherslu á að hafa aðgengi þjálfara að niðurstöðum mælinga til þess að þeir geti notað sér niðurstöður mælinganna í félagsliðum stelpnanna. Mælingarnar sýna hvar mestur árangur er, hvar er þörf á bætingum og útfrá niðurstöðum er hægt að búa til æfingar áætlun. Það getur verið áhugahvetjandi fyrir þjálfara að sjá bætingu þeirra milli ára í þjálfun í tölum og séð hvernig þjálfunin þeirra er að virka fyrir iðkendur sína. Styrkleikar rannsóknarinnar eru þeir að gögnin eru öll í einu gagnasetti og auðvelt aðgengi að niðurstöðum mælinga. Einnig voru allar mælingarnar sem notast við framkvæmdar í janúar. Takmarkanir rannsóknarinnar voru að einungis var hægt að bera tvo mismunandi hópa saman. Samstarf HSÍ og HR hefur ekki staðið yfir nógu lengi til þess að hafa fleiri samanburða hópa og gæti því verið áhugavert að halda áfram með þessa rannsókn í framtíðinni. Þátttakendur í hópi 3 voru einungis 13 leikmenn og einungis 18 leikmenn í hópi 4. Til þess að gera rannsóknina áreiðanlegri hefði verið betra að hafa fleiri leikmenn í hverri mælingu. Velta má fyrir sér hvort marktækari munur hefði verið á niðurstöðunum hefðu fleiri tekið þátt.

Mikilvægt er að passa að áætla mælingar tímanlega og hafa þær á hentugum tíma til þess að fá sem flesta sem voru boðaðir í mælingarnar. Áhugavert hefði verið að skoða niðurstöðurnar einnig útfrá leikstöðum þar sem það er alltaf að koma betur í ljós að þjálfun í handknattleik ætti að fara eftir leikstöðum leikmanns þar sem líkamlegar kröfur eru mismunandi milli leikstaða en til þess þarf margar mælingar í lengri tíma (Krüger o.fl., 2014). Markmenn, hornamenn, skyttur, miðjumenn og línumenn eru undir mismunandi álagi þegar á leik stendur (Ilias Zapartidis o.fl., 2009). Mögulega gæti verið að fleiri hornamenn hafi verið í fyrri mælingunum og fleiri markmenn í seinni mælingunum. Samkvæmt rannsóknum hlaupa hornamenn að jafnaði lengst og markmenn styðst í leik sem gæti því haft áhrif á niðurstöður mælinganna (Krüger o.fl., 2014). Áhugavert væri að bera þessar niðurstöður saman við erlend yngri flokka landslið og bera saman hvar yngri kvenna landsliðs Ísland standa líkamlega samanborið við erlend yngri flokka landslið. Einnig gæti verið áhugavert að bera saman niðurstöðurnar milli byrjunarliðsleikmanna og varamanna landsliðanna.

Þessi rannsókn gæti verið byrjun á áframhaldandi rannsóknum á U-17 og U-19 ára liðum og sjá viðmiðunartölur hækka og að árangur þátttakenda yrði betri. Niðurstöðurnar sýna að leikmennirnir eru að fá svipaðar niðurstöður að jafnaði í mælingunum á milli ára og því ættu niðurstöðurnar að geta nýst þjálfurum sem viðmiðunartölur til að meta fyrir þessa þætti hjá 17- og 19 ára stelpum í handknattleik. Áhugavert væri að sýna stelpunum viðmiðunar tölur fyrir mælingarnar og gæti það mögulega gefið þeim ákveðin drifkraft fyrir mælingunum.

Það eru margar ástæður sem gætu valdið því að líkamshreysti stúlkna á þessum aldri er að standa í stað. Það er þó jákvætt að niðurstöðurnar eru almennt ekki að dala heldur standa í stað. Vangaveltur rannsakanda eru þó þær að mögulega eru ungar stelpur að byrja of snemma að æfa og leika með meistaraflokki sem getur valdið því að styrktaræfingar séu mögulega teknar frá þeim til að minnka líkamlegt álag. Einnig gæti verið áhugvert að skoða hvenær styrktarþjálfun á yngri flokka leikmönnum á Íslandi sé að byrja samanborið við önnur lönd. Í rannsókn sem framkvæmd var á íslenskum stelpum í A- landsliðinu, U-19, U-17 og U-15. árið 2018 sýndu niðurstöður fram á að það var lítil munur að jafnaði á líkamshreysti hjá A-landsliðs leikmönnum Íslands og U-19 ára kvenna liði Íslands (Saavedra o.fl., 2018). Flestar í A-landsliðinu leika á Íslandi og gætu því niðurstöður gefið okkur vísbendingu um að landsliðs stelpurnar okkar í U-19 og A- landsliðinu æfa saman hjá félagliðum á Íslandi og eru þar af leiðandi að æfa undir sama skipulagi og æfingar álagi og U-19. Það gæti það verið ein af mörgum ástæðum afhverju við erum ekki að sjá mun eða betri niðurstöður í líkamlegum mælingum hjá A- landsliði Íslands. Spurning er hvort áhersla breytist á þjálfun þegar leikmenn eru farnir að æfa með meistaraflokkum þar sem meira er einblítt á árangur liðsins heldur en bætingu einstaklinga sem leikmanna.

Áhugavert hefði verið að hafa A-landsliðið með í þessari rannsókn en því miður voru engar nýlegar mælingar til. Að mínu mati ætti líkamleg geta íslenska kvennalandsliðsins að vera mæld þrisvar sinnum á ári. Mælingarnar eru meðal annars framkvæmdar fyrir þjálfara til að hafa tölur til viðmiðunar, þ.e. bæði fyrir og eftir keppnistímabil. Þjálfarar þurfa alltaf að vera vissir um að mælingarnar sem notast er við samsvari þeim líkamlegu kröfum sem íþróttin krefst (Bangsbo o.fl., 2006).

Höfundur hvetur íslenska þjálfara til þess að skoða niðurstöður mælinga og skoða fræðilega þætti sem þarf að hafa í huga við þjálfun og til þess að sjá bætingar á þjálfun. Einnig hvetur hún þjálfara til að framkvæma mælingar í sínum félagliðum til þess að sjá árangur leikmanna og hvað þarf að bæta í þjálfun. Þjálfarar geta einnig nýtt sér til hvatningar til að bæta frammistöðu leikmanna sinna, sig sem þjálfara að framkvæma áætlun hvernig hægt sé að bæta líkamlega getu leikmanna á þessum aldri. Niðurstöðurnar geta þjálfarar nýtt sér sem viðmiðunartölur fyrir 17 og 19 ára stelpur. Það þarf ekki að vera slæmt að lítil munur sé á mælingum og er hægt að lýta á það sem jákvæðan hlut að U-17 og U-19 ára lið Íslands séu ekki að dala heldur standi í stað. Erfitt er þó að leggja fram ákveðnar staðreyndir þar sem þetta eru einungis tvær mælingar og er því betra að lýta á rannsóknina sem byrjun á lengra verkefni í framtíðinni. Við skrif á ritgerðinni tók rannsakandi eftir því að mun fleiri rannsóknir hafa verið gerðar á strákuðum en stelpum og einnig var erfitt að finna rannsóknir á sama aldursflokki.

Þetta rannsóknarverkefni er sett upp sem framtíðar rannsókn og vonar rannsakandi að samstarf HR og HSÍ haldi áfram í framtíðinni og að mælingarnar haldi áfram hjá öllum landsliðum Íslands.

## Heimildir:

- Anderson, F. C. og Pandy, M. G. (1993). Storage and utilization of elastic strain energy during jumping. *Journal of Biomechanics*, 26(12), 1413–1427.  
[https://doi.org/10.1016/0021-9290\(93\)90092-s](https://doi.org/10.1016/0021-9290(93)90092-s)
- Bangsbo, J., Iaia, F. M. og Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo Intermittent Recovery Test. *Sports Medicine*, 38(1), 37–51. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838010-00004>
- Bangsbo, J., Mohr, M., Poulsen, A., Perez-Gomez, J. og Krstrup, P. (2006). Training and testing the elite athlete. *J Exerc Sci Fit*, 4(1), 14.
- Bobbert, M. F., Gerritsen, K. G., Litjens, M. C. og Van Soest, A. J. (1996). Why is counter-movement jump height greater than squat jump height? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(11), 1402–1412. <https://doi.org/10.1097/00005768-199611000-00009>
- Bompa, T. O. og Buzzichelli, C. (2019). *Periodization: theory and methodology of training* (6. útg.). Human Kinetics.
- Bompa, T. O. og Haff. (2009). *Periodization: theory and methodology of training* (5. útg.). (2009. útg.).
- Buchheit, M. (2010). Performance and physiological responses to repeated-sprint and jump sequences. *European Journal of Applied Physiology*, 110(5), 1007–1018.  
<https://doi.org/10.1007/s00421-010-1587-3>
- Casio Exilim Ex-F1. (2017, 4. september). *HealthnPhysio*. <https://healthnphysio.com/study-counter-movement-jump-performance-force-platform-part-1/>
- Cronin, J. B. og Hansen, K. T. (2005). *Strength and power predictors of sports speed*.  
<https://doi.org/10.1519/14323.1>



- 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. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.552112>
- Gjerset, A., Holmstad, P., Raastad, T., Haugen, K. og Giske, R. (1990). *Þjálfraedi*. Iðnú. <https://www.forlagid.is/vara/tjalffraedi-2020/>
- Gorostiaga, E. M., Granados, C., Ibáñez, 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(3), 225–232. <https://doi.org/10.1055/s-2004-820974>
- Haff, G. og Triplett, N. T. (ritstj.). (2016). *Essentials of strength training and conditioning* (4. útg.). Human Kinetics.
- Hammami, M., Hermassi, S., Gaamouri, N., Aloui, G., Comfort, P., Shephard, R. J. og Chelly, M. S. (2019). Field Tests of Performance and Their Relationship to Age and Anthropometric Parameters in Adolescent Handball Players. *Frontiers in Physiology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01124>
- Heishman, A., Daub, B., Miller, R., Freitas, E., Frantz, B. og Bembem, M. (2018). Countermovement Jump Reliability Performed With and Without an Arm Swing in NCAA Division 1 Intercollegiate Basketball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34, 1. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002812>
- Hermassi, S., van den Tillaar, R., Khlif, 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. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(8), 2105–2114. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000855>

- Hjörvar Ólafsson. (2018, 11. júlí). *Besti árangur íslenska liðsins þrátt fyrir tap*.  
<https://www.frettabladid.is/sport/island-kroatia/>
- IHF Regulations Documents*. (2016, 1. júlí). <https://www.ihf.info/regulations-documents/361>
- Ingebrigtsen, J. og Jeffreys, I. (2012). Relationship between speed, strength and jumping abilities in elite junior handball players. 83-88. <https://nordopen.nord.no/nord-xmlui/handle/11250/286459>
- Irurtia, A., Busquets Faciabén, A., Marina, M., Pons, V. og Carrasco, M. (2008). Height, weight, somatotype and body composition in female elite gymnasts through the age. *Archivos de Medicina del Deporte*, 25, 259–269.
- Izquierdo, M., Häkkinen, K., Gonzalez-Badillo, J. J., Ibáñez, J. og Gorostiaga, E. M. (2002). Effects of long-term training specificity on maximal strength and power of the upper and lower extremities in athletes from different sports. *European Journal of Applied Physiology*, 87(3), 264–271. <https://doi.org/10.1007/s00421-002-0628-y>
- Karcher, C. og Buchheit, M. (2014). *Competitive demands of elite handball*.  
[https://www.researchgate.net/publication/263767473\\_COMPETITIVE\\_DEMANDS\\_OF\\_ELITE\\_HANDBALL](https://www.researchgate.net/publication/263767473_COMPETITIVE_DEMANDS_OF_ELITE_HANDBALL)
- Karpan, G., Škof, B., Bon, M. og Sibila, M. (2015). Analysis of female handball players' effort in different playing positions during official matches. *Kinesiology*, 47, 100–107.
- Koley, S., Kaur, S., Kaur, P. og Sandhu, J. (2011). Correlations of Handgrip Strength and some Anthropometric Variables in Indian Inter-University Female Handball Players. *Sport Science Review*, 3–4. <https://doi.org/10.2478/v10237-011-0054-3>
- Krüger, K., Pilat, C., Uckert, K., Frech, T. og Mooren, F. C. (2014). Physical performance profile of handball players is related to playing position and playing class. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 117–125.  
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318291b713>

- Krustrup, P., Mohr, M., Amstrup, T., Rysgaard, T., Johansen, J., Steensberg, A., Pedersen, P. K. og Bangsbo, J. (2003). The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: Physiological Response, Reliability, and Validity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(4), 697–705. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000058441.94520.32>
- Larry, K., W., Jack, W. og David, C. (2015). *Physiology of Sport and Exercise* (6.útg.). Human Kinetics.
- Loturco, I., Pereira, L. A., Reis, V. P., Abad, C. C. C., Freitas, T. T., Azevedo, P. H. S. M. og Nimphius, S. (2020). Change of Direction Performance in Elite Players From Different Team Sports. *Journal of Strength and Conditioning Research*. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000003502>
- 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), 376–390. <https://doi.org/10.4100/jhse.2012.82.06>
- Massuça, 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. <https://doi.org/10.5812/asjasm.24712>
- Michalsik, Lars B., Aagaard, P. og Madsen, K. (2015). Technical Activity Profile and Influence of Body Anthropometry on Playing Performance in Female Elite Team Handball. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(4), 1126–1138. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000000735>
- Michalsik, Lars Bojsen. (2019). *Planning of the training in team handball*. ResearchGate. [https://www.researchgate.net/publication/341672358\\_Planning\\_of\\_the\\_training\\_in\\_team\\_handball](https://www.researchgate.net/publication/341672358_Planning_of_the_training_in_team_handball)

- Michalsik, Lars Bojsen, Aagaard, P. og Bojsen, L. (2015). Physical demands in elite team handball: Comparisons between male and female players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(9), 15.
- Michalsik, Lars Bojsen, Madsen, K. og Aagaard, P. (2013). Match Performance and Physiological Capacity of Female Elite Team Handball Players. *International Journal of Sports Medicine*, 35(07), 595–607. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1358713>
- Michalsik, Lars Bojsen, Madsen, K. og Aagaard, P. (2015a). Technical Match Characteristics and Influence of Body Anthropometry on Playing Performance in Male Elite Team Handball. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(2), 416–428. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000595>
- Michalsik, Lars Bojsen, Madsen, K. og Aagaard, P. (2015b). Physiological capacity and physical testing in male elite team handball. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(5), 415–429.
- Pereira, L. A., Nimphius, S., Kobal, R., Kitamura, K., Turisco, L. A. L., Orsi, R. C., Cal Abad, C. C. og Loturco, I. (2018). Relationship Between Change of Direction, Speed, and Power in Male and Female National Olympic Team Handball Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(10), 2987–2994. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000002494>
- Póvoas, S. C. A., Seabra, A. F. T., Ascensão, A. 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. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318248aeec>
- 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. *Journal of Strength and*

*Conditioning Research*, 29(7), 1904–1914.

<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000847>

Ravier, G. og Demouge, J. (2016). Comparison of lower limb strength characteristics between youth and adult elite female team handball players. *Science & Sports*, 31. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2015.12.002>

*RL System*. [Tímatökuhlið]. (e.d.). Brower Timing Systems. <https://browertiming.com/rl-timing-system>

Ruscello, B., Castagna, C., Carbonaro, R., Gabrielli, P. R. og D'Ottavio, S. (2021). Fitness profiles of elite male Italian teams handball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.21.11850-X>

Saavedra, J. M., Kristjánsdóttir, H., Einarsson, I. Þ., Guðmundsdóttir, M. L., Þorgeirsson, S. og Stefansson, A. (2018). Anthropometric Characteristics, Physical Fitness, and Throwing Velocity in Elite women's Handball Teams. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(8), 2294–2301.

<https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000002412>

Saeterbakken, A. H., van den Tillaar, R. og Seiler, S. (2011). Effect of Core Stability Training on Throwing Velocity in Female Handball Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(3), 712–718.

<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181cc227e>

Sharkey, B. J. og Gaskill, S. E. (2006). *Sport Physiology for Coaches*. Human Kinetics.

Sheppard, J. M. og Young, W. B. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919–932.

<https://doi.org/10.1080/02640410500457109>

Souhail, H., Castagna, C., Mohamed, H. yahmed, Younes, H. og Chamari, K. (2010). Direct Validity of the Yo-Yo Intermittent Recovery Test in Young Team Handball Players.

- The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(2), 465–470.  
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c06827>
- Sports Radar LTD. [Hraðamælingabyssa]*. (e.d.). <https://www.sportsradargun.com/SR3800-Pro.html>
- Srhoj, V., Marinovi, M. og Rogulj, N. (2002). Position Specific Morphological Characteristics of Top-Level Male Handball Players. *Coll. Antropol.*, 26(1), 219–227.
- Steinar J. Lúðvíksson. (2012). *Handknattleiksbókin: Saga handknattleiksins á Íslandi 1920-2010*. Bókaútgáfan Hólar.
- Stockbrugger, B. og Haennel, R. (2001). Validity and Reliability of a Medicine Ball Explosive Power Test. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 15, 431–438.
- Tanner, R. K. og Gore, C. J. (ritstj.). (2013). *Physiological tests for elite athletes* (2.útg.). Human Kinetics.
- Vernier. [Gripstyrkstæki]. (e.d.). *Hydraulic Hand Dynamometer*. <https://www.mvs-in-motion.com/products/measurement/saehan-hydraulic-hand-dynamometer/>
- Viðar Halldórsson. (2017). *Sport in Iceland: how small nations achieve international success*. Routledge, Taylor & Francis Group.
- Vila, H., Manchado, C., Rodriguez, N., Abrales, J. A., Alcaraz, P. E. og Ferragut, C. (2012). Anthropometric Profile, Vertical Jump, and Throwing Velocity in Elite Female Handball Players by Playing Positions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(8), 2146–2155. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31823b0a46>
- Visnapuu, M. og Jürimäe, T. (2007). Handgrip Strength and Hand Dimensions in Young Handball and Basketball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 923–929.

- Wagner, H., Pfusterschmied, J., von Duvillard, S. P. 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.
- 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.*
- Zapartidis, Ilias, Toganidis, T., Vareltzis, I., Christodoulidis, T., Kororos, P. og Skoufas, D. (2009). *Profile of young female handball players by playing position.* 9.
- 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, 375–386. <https://doi.org/10.1080/17461390903038470>