



# **Kraftur, hraði og styrkur í handknattleik**

Einar Friðrik Hólmgeirsson

Lokaverkefni í íþróttافرæði BSc

2016

Höfundur: Einar Friðrik Hólmgeirsson

Kennitala: 290382-4169

Leiðbeinendur: Kristján Halldórsson og Sveinn Þorgeirsson

Tækni- og verkfræðideild

School of Science and Engineering

# Útdráttur

Tilgangur þessarar rannsóknar var að sjá hversu sterk fylgni væri á milli hámarksstyrks, hraða og lóðréttis krafts hjá úrvalsdeildarliði karla í handknattleik. Þátttakendur voru 12 handknattleiksmenn úr úrvalsdeild karla og niðurstöður bornar saman við rannsókn sem framkvæmd var á 17 atvinnuönnum í knattspyrnu. Tekin voru þrjú frammistöðupróf á leikmönnum ÍR en þau voru hámarksstyrktarpróf í hnébeygju, 30 metra sprettur og lóðrétt stökk. Fylgni á milli 30 metra sprettsins og stökkhæðar var  $r = -0,71$ , hámarksstyrks og 30 metra spretts  $r = -0,12$  og á milli hámarksstyrk og stökkhæðar mældist fylgnin  $r = 0,28$ . Rannsóknin á knattspyrnumönnum sýndi sterkari fylgni og þá sérstaklega á milli hámarksstyrks og stökkhæðar,  $r = 0,78$ . Hámarksstyrkur og 30 metra sprettur mældist með  $r = 0,70$  og lóðrétt stökk og 30 metra sprettur  $r = 0,60$ . Marktækur munur var á öllum prófunum á milli rannsókna. Knattspyrnumennirnir lyftu 35,7 kg meira og hlupu að meðaltali 0,46 sekúndum hraðar. Handknattleiksmennirnir stukku 3,6 cm hærra að meðaltali. Fylgnin á milli hámarksstyrks, hraða og krafts var ekki jafn sterk hjá handknattleiksmönnum og hjá knattspyrnumönnum en fylgnin á milli hraða og krafts var sterkari hjá ÍR.

# Formáli

Frá unga aldri hef ég stundað handknattleik og núna síðustu ár hef ég verið að þjálfra meistaraflokk karla hjá ÍR. Þessi íþrótt er og verður alltaf stór hluti af lífi mínu og þess vegna valdi ég að skrifa um efni sem tengist handknattleik. Líkamlegir þættir eins og styrkur, hraði og kraftur eru mikilvægir í handknattleik og var áhugavert að fá að rannsaka handknattleiksmenn og bera þá saman við knattspyrnumenn.

Þessi rannsókn er 12 ECTS eininga lokaverkefni til B.Sc gráðu í íþróttافرæði við Tækni- og verkfræðideild Háskólans í Reykjavík vorið 2016. Ég vil þakka leikmönnum meistaraflokks ÍR fyrir hjálpina við mælingar og heilsuræktinni Spörtu fyrir að leyfa mér að nota aðstöðuna hjá þeim. Leiðbeinendur mínir þeir Kristján Halldórsson og Sveinn Þorgeirsson voru mér innan handar og veittu mér góð ráð og leiðbeiningar og vil ég þakka þeim kærlega fyrir það.

# Efnisyfirlit

<b>ÚTDRÁTTUR</b> .....	<b>2</b>
<b>FORMÁLI</b> .....	<b>3</b>
<b>TÖFLUSKRÁ</b> .....	<b>5</b>
<b>INNGANGUR</b> .....	<b>6</b>
<b>FRÆÐILEGUR BAKGRUNNUR</b> .....	<b>8</b>
LÍKAMLEGAR KRÖFUR Í HANDKNATTLEIK.....	8
SAMBAND HRAÐA, KRAFTS OG STYRKS.....	11
STYRKUR.....	12
<i>Styrktarþjálfun í handknattleik</i> .....	13
<i>Mælingar á hámarksstyrk</i> .....	13
HRAÐI OG KRAFTUR.....	14
<i>Mælingar á hraða</i> .....	14
<i>Mælingar á lóðréttum stökkkrafti</i> .....	15
AFKASTAMÆLINGAR.....	15
<b>AÐFERÐIR OG GÖGN</b> .....	<b>17</b>
ÞÁTTTAKENDUR.....	17
FRAMKVÆMD MÆLINGA.....	17
<i>Líkamsmælingar</i> .....	17
<i>Lóðrétt stökkpróf (CMJ)</i> .....	17
<i>Hámarksstyrktarpróf (1 RM)</i> .....	18
<i>30 metra hraðapróf</i> .....	19
ÚRVINNSLA.....	19
<b>NIÐURSTÖÐUR</b> .....	<b>20</b>
<b>UMRÆÐUR</b> .....	<b>22</b>
<b>HEIMILDASKRÁ</b> .....	<b>25</b>

# Töfluskra

Tafla 1 Niðurstöður mælinga ÍR.....	20
Tafla 2 Niðurstöður frammistöðuprófa ÍR.....	21
Tafla 3 Niðurstöður frammistöðuprófa Rosenberg.....	21

# Inngangur

Talið er að handknattleikur eins og við þekkjum hann, sem sagt sjö manna handknattleikur, hafi orðið til í Danmörku. Danskur íþróttakennari að nafni Holger Nielsen samdi fyrstu reglurnar árið 1898 og birti þær svo 1906. Fyrstu opinberu reglurnar sem spilað var eftir samdi Þjóðverjinn Karl Schelenz og voru þær notaðar í fyrsta opinbera landsleiknum sem spilaður var árið 1925 þegar Þjóðverjar og Belgar mættust („The history of handball“, e.d.). Handknattleikur kemur til Íslands með ungum manni að nafni Valdimar Sveinbjörnsson sem stundaði nám við íþróttakennaraháskóla í Danmörku og kynntist handknattleik þar í landi. Hann útskrifaðist þaðan árið 1921 og eftir útskrift í Danmörku flutti hann til Íslands og hóf að kenna íþróttir við Menntaskólann í Reykjavík. Hann byrjaði að kynna handknattleik fyrir nemendum sínum og fékk góðar undirtektir, þannig voru fyrstu kynni Íslendinga af handknattleik. Hallsteinn Hinriksson á einnig stóran þátt í að koma handknattleik til Íslands. Hann var íþróttakennari að mennt frá Danmörku eins og Valdimar en var seinna á ferðinni og eflaust var handknattleikur kominn lengra í þróun sinni þegar Hallsteinn bjó og iðkaði handknattleik úti í Danmörku. Þegar Hallsteinn flutti heim stofnaði hann ásamt nokkrum drengjum nýtt félag í Hafnarfirði, Fimleikafélag Hafnarfjarðar eða FH. FH var eins og áður sagði upphaflega stofnað sem fimleikafélag og var handknattleikur spilaður í lok flestra fimleikaæfinga. Fyrstu félögin sem stunduðu handknattleik á skipulagðan hátt voru Valur og Haukar og var það tilkomið út af því að leikmenn í þessum hópum höfðu kynnst íþróttinni í gegnum þá Hallstein og Valdimar. Fyrsta Íslandsmótið hófst þann 30. mars 1940 og hefur það verið haldið á hverju ári síðan (Steinar J. Lúðvíksson, 2012).

Handknattleikur er gríðarlega vinsæl íþrótt í Evrópu og er talið að um það bil 19 milljónir spili handknattleik í 800.000 liðum í 167 mismunandi sérsamböndum (Nikolaidis og Ingebrigtsen, 2013). Vinsældirnar hafa aukist síðasta áratuginn, það sýna meðal annars sjónvarpstölur frá Evrópumótinu í Serbíu, þá fylgdist yfir 1,47 milljarður fólks frá yfir 200 löndum með mótinu. Handknattleikur er spilaður sem atvinnumannagrein í yfir 15 löndum, með meira en 200 leikmenn skráða atvinnumenn í hverri deild. Stærstu deildirnar í dag eru í Þýskalandi, Frakklandi, Danmörku og á Spáni

(Karcher og Buchheit, 2014). Hefð er fyrir handknattleik á Íslandi og mætti segja að íslenska landsliðið sem oft er kallað strákarnir okkar sé orðið hluti af menningu og sögu Íslands. Íslenskir leikmenn eru oft eftirsóttir af erlendum liðum og hafa Íslendingar átt fjölmarga atvinnumenn í íþróttinni (Ívar Benediktsson, 2008, 2014). Árið 2013 átti Ísland 61 leikmann, bæði konur (13) og karla (48) sem höfðu það að atvinnu að spila handknattleik víðsvegar um Evrópu (Sigurður Elvar Þórólfsson, 2013). Einnig hefur íslenskum þjálfurum sem farið hafa út fyrir landssteinana fjölgað mikið. Margir þeirra hafa náð mjög góðum árangri eins og til dæmis Dagur Sigurðsson sem varð Evrópumeistari í janúar 2016 með landsliði Þjóðverja (Eiríkur Stefán Ásgeirsson, 2016), einnig hefur Alfreð Gíslason náð frábærum árangri með þýska liðið THW Kiel undanfarin ár („Alfred Gislason“, e.d.).

Þann 15. febrúar árið 1950 spilaði A-landsliðið sinn fyrsta landsleik við Svíþjóð í Lundi en sá leikur tapaðist. Íslenska landsliðið hefur náð frábærum árangri síðustu árin og tvisvar sinnum náð á verðlaunapall á stórmóti. Það náðist á Ólympíuleikunum í Peking 2008 þar sem liðið nældi sér í silfur og síðan vann það til bronsverðlauna á Evrópumótinu í Austurríki 2010. Landsliðið hefur komist á 14 heimsmeistaramót, átta Evrópumeistaramót og sex sinnum á Ólympíuleikana sem er góður árangur hjá svona fámennri þjóð („A landslið karla“, e.d.).

Handknattleikur er liðsíþrótt sem reynir á marga líkamlega, tæknilega og hugarfarslega þætti. Líkamlegu þættirnir eru hraði, þol, afl og styrkur en einnig eru hugarfarslegir þættir eins og leikskilningur mikilvægir fyrir íþróttina. Tæknileg færni í skotum og sendingum er stór þáttur í handknattleik og er ekki minna mikilvægur en líkamlegu þættirnir. Leikirnir eru oft mjög spennandi og hraðir og ráðast oft á einu marki sem gerir íþróttina enn áhugaverðari. Handknattleikurinn hefur þó breyst nokkuð síðustu árin, meðal annars hefur hraðinn aukist og leikjaálagið orðið meira (Karcher og Buchheit, 2014; Póvoas o.fl., 2014; Wallace og Cardinale, 1997). Líkamlegt atgervi leikmanna er orðinn veigameiri þáttur í því að leikmenn nái árangri í handknattleik (Ziv og Lidor, 2009). Þar sem kröfurnar um líkamlegt atgervi hafa aukist jafnt og þétt fannst mér áhugavert að rannsaka líkamlega þætti hjá meistaraflokki ÍR í handknattleik og bera þá saman við rannsókn sem gerð var á atvinnumönnum í knattspyrnu í Rosenborg. Prófin

sem knattspyrnumennirnir tóku voru hámarksstyrkur í hálfri hnébeygju (e. half squat), 30 metra sprettur og lóðréttur stökkkraftur.

Markmiðið með þessari rannsókn var að skoða fylgni á milli hámarksstyrks, hraða og lóðréttis krafts hjá handknattleikslíði og bera niðurstöðurnar saman við niðurstöður Wisløff og félaga (Wisløff, Castagna, Helgerud, Jones og Hoff, 2004).

## Fræðilegur bakgrunnur

### Líkamlegar kröfur í handknattleik

Handknattleikur er líkamlega krefjandi íþrótt sem byggir á tæklingum, líkamlegum átökum, tækni og leikskilningi (Krüger, Pilat, Ückert, Frech og Mooren, 2014; Michalsik, Madsen og Aagaard, 2014). Árangur í handknattleik byggir á ýmsum líkamlegum eiginleikum eins og þoli, hraðaaukningu, hraða, styrk og krafti. Í handknattleik er mikið um endurtekna stutta spretti og því mikilvægt að vera með gott loftháð og loftfirrt þol til þess að leikmenn nái betri endurheimt á meðan á leik stendur og eftir hann (Hermassi, van den Tillaar, Khelifa, Chelly og Chamari, 2015; Wagner, Finkenzeller, Würth og von Duvillard, 2014). Þegar reglunum var breytt árið 2000 og svokölluð "hröð miðja" var innleidd jókst hraði leiksins til muna og líkamlegu kröfurnar urðu við þessa breytingu enn meiri (Karcher og Buchheit, 2014).

Handknattleikur er eins og áður sagði hröð íþrótt sem krefst mikillar orku og sprengikrafts. Handknattleiksmaður notar meira af týpu tvö vöðvaþráðum heldur en týpu eitt í kraftmiklum skotum, fíntum og í vörn. Þegar ákefðin verður minni á milli þessara kröftugu aðgerða í leik er það týpa eitt sem verður ráðandi (Bompa og Haff, 2009; Gregory og Travis, 2015). Í handknattleik er hlutfallið á milli hárrar ákefðar og lágrar ákefðar oftast nægjanlegt til þess að loftfirrtu orkukerfin nái að endurheimta sig frá 50% til 100%. Oft eru aðgerðir á milli spretta um 90 sekúndna langar og því líklegt að leikmenn nái að halda hárra ákefð út leikinn (Karcher og Buchheit, 2014; Wallace og Cardinale, 1997).

Í handknattleik eru sex stöður á vellinum sem allar hafa sína sérstöðu og hlutverk. Skyttur og miðjumenn vinna á svæði sem er um það bil 64 m<sup>2</sup>, hornamenn vinna á 15 m<sup>2</sup>



og línumenn á 12 m<sup>2</sup>. Þegar þetta er skoðað sést greinilega að þessar stöður hafa mismunandi vinnukröfur og því mikilvægt að þjálfun einstaklinga í mismunandi stöðum sé sérhæfð (Karcher og Buchheit, 2014).

Sjá má þróun í hraða leiksins þegar tölur eru skoðaðar um hversu mikið leikmenn hlaupa í leik. Í rannsókn frá árinu 1988 þar sem leikir frá heimsmeistaramótinu á Spáni voru teknir saman, má sjá allt aðrar tölur en á nýlegri mótum. Samkvæmt þeim hlupu hornamenn 3820 metra, skyttur og miðjumenn 3160,5 metra og línumenn 3531 metra að meðaltali (Wallace og Cardinale, 1997). Þegar þessar tölur eru bornar saman við nýlegri tölur, eins og í rannsókn Póvoas og féлага (Póvoas o.fl., 2014), þá hlupu skyttur og miðjumenn 4960 metra, línumenn 4230 metra og hornamenn hlupu síðan 3910 metra að meðaltali. Á þessum tölum sést hversu mikið leikurinn hefur þróast og að leikmenn hlaupa töluvert lengra í leik en áður. Á síðustu árum hefur fjöldi sókna í leik verið nokkuð stöðugur og til að mynda var meðalfjöldi sókna á Ólympíuleikunum í Peking 56 og á Evrópumótinu 2012 voru það 53,7 sóknir. Hraðinn er nokkuð minni á stórmótum í handknattleik en hjá félagsliðum þar sem liðin spila ekki eins marga leiki á stuttum tíma. Þetta sést glögglega þegar tölur úr þýsku Bundesligunni eru skoðaðar en þá sést að stundum fer fjöldi sókna yfir 80 á lið og það þýðir einfaldlega það að á 22-36 sekúndna fresti byrjar ný sókn. Þetta sýnir að hraðinn í nútíma handknattleik á hæstu stigum getur verið gríðarlega mikill (Karcher og Buchheit, 2014). Á meðan heimsmeistaramótið í Þýskalandi árið 2007 var í gangi var fylgst með um 170 leikmönnum og þeirra ákefð var skipt niður í fjögur stig, göngu (0 - 1,5 m/s), hæg hlaup (1,6 - 4 m/s), hröð hlaup (4,1 - 6 m/s) og spretti (>6 m/s). Niðurstöður þeirra voru; að meðaltali gengu leikmenn um 34% af leiktímanum, 44,7% var hlaupið hægt, 17,9% voru hröð hlaup og einungis voru um 3% af vegalengd sprettir (Luig, Manchado, Kristan og Henke, 2008).

Þó svo að leikurinn sé í raun hraður er ekki nema um lítill hluti aðgerða sem flokkast sem háákefðar hlaup í leik. Þrátt fyrir lítið hlutfall eru það þessar aðgerðir af hárrí ákefð sem ráða oft úrslitum í leikjum, bæði sprettirnir og síðan aðrar aðgerðir af hárrí ákefð svo sem stökk, hraðabreytingar, stefnubreytingar og einvígi einn á einn (Chelly, Hermassi, Aouadi og Shephard, 2014; Karcher og Buchheit, 2014). Skyttur og línumenn framkvæmdu fleiri aðgerðir á hárrí ákefð en aðrar stöður á vellinum. Á heimsmeistaramótinu 2007 var meðallengd spretta fimm til sjö metrar og voru það

skyttur sem hlupu yfir átta metra spretti, línumenn fimm til sjö metra og síðan voru það hornamenn sem hlupu lengstu sprettina eða um 15 til 18 metra að meðaltali (Karcher og Buchheit, 2014). Massuca tók fyrir stöðurnar á vellinum og rannsakaði hvort einhver munur væri á krafti og getu leikmanna eftir stöðum. Niðurstöður þeirrar rannsóknar var sú að hornamenn voru lágvaxnastir, fljótastir og stukku lægst. Skytturarnar voru hávaxnastar, miðjumennirnir hoppuðu hæst og voru línumenn þyngstir í þessum mælingum (Massuca, Branco, Miarka og Fragoso, 2015). Þessum tölum þarf þó að taka með fyrirvara því aðferðir við að mæla lengd hlaupa og fjölda aðgerða eins og er gert þegar verið er að greina leikina eru mismunandi og hafa breyst og þróast töluvert síðan 1988. Með nútímataækni líkt og GPS tækni hafa þessar mælingar í handknattleik orðið mun auðveldari og fljótlegri heldur en áður fyrir þegar mælt var eftir myndbandsupptökum (Barbero, Granda-Vera, Calleja-González og Del Coso, 2014). Í rannsókn Barbero og félagar (Barbero o.fl., 2014) þar sem GPS mælingar voru notaðar var meðalhraði leikmanna 94 metrar á mínútu og meðalpúls mældist 82.5% af hámarki að meðaltali. Í þessari sömu rannsókn Barbero kemur fram að handknattleiksmaður tekur að meðaltali 14 stökk, sjö skot, 31 stefnubreytingu og fer 12-20 sinnum í leik í einvígi einn á einn (Barbero o.fl., 2014).

Þegar svona tölur eru skoðaðar er margt sem getur spilað inni í, eins og áður hefur komið fram eru aðferðir mismunandi en einnig má ekki gleyma því að taktík og leikskipulag getur skipt miklu máli þegar á að mæla líkamlegar kröfur íþróttarinnar. Í króatísku deildinni voru skoðuð tvö mismunandi varnarafbrigði í sambandi við það hversu miklu það getur munað á álagi bara með því að spila öðruvísi vörn. Bakvörður í hefðbundinni 6-0 vörn var tekinn fyrir og einnig bakvörður í 3-2-1 vörn sem er árásargjarnari. Í ljós kom að bakvörðurinn í 3-2-1 vörninni fór samtals 5270 metra en bakvörðurinn í 6-0 fór minna eða 4820 metra að meðaltali. Þarna er munur á vinnu leikmanna sem verður einungis til vegna öðruvísi leikskipulags. Einnig var munur á meðalpúlsi þeirra en leikmaðurinn í 6-0 vörninni var með 158 slög á mínútu að meðaltali en leikmaðurinn í 3-2-1 vörninni með 166 slög á mínútu (Martin Buchheit og Karcher, e.d.).

## Samband hraða, krafts og styrks

Samband hámarksstyrks, hraða og krafts hefur lítið verið rannsakað í handknattleik en þetta hefur verið skoðað meira í öðrum íþróttum (McBride o.fl., 2009; Stone o.fl., 2003). Margar af þessum rannsóknum taka einungis fyrir samband hraða og krafts en ekki hámarksstyrk (Carvalho, Mourão og Abade, 2014; Chaouachi o.fl., 2009; Krüger o.fl., 2014). Rannókn Jeffreys og Ingebrigtsen (Ingebrigtsen og Jeffreys, 2012) á ungum norskum handknattleiksmönnum tók fyrir spretthraða, lóðréttan kraft og hámarksstyrk í hnébeygju. Niðurstöður sýna að samband milli hraða og krafts er mjög sterkt en einungis veik fylgni fannst á milli hámarksstyrks og hraða. Dr. Chittibabu (Chittibabu, 2014) fékk svipaðar niðurstöður og þau Jeffreys og Ingebrigtsen um að sterk fylgni væri á milli spretthraða og lóðréttis krafts hjá handknattleiksmönnum. Athyglisvert er að Wisløff og félagar (Wisløff, Castagna, Helgerud, Jones og Hoff, 2004) fengu mjög sterka fylgni á milli allra þessara þátta í rannsókn sinni á atvinnumönnum í knattspyrnu. Fleiri rannsóknir taka undir rannsókn Wisløff í knattspyrnu þar sem þeir sem voru sterkari áttu oftast bestu tímana í sprettunum og hoppuðu einnig oftast hæst (Comfort, Stewart, Bloom og Clarkson, 2014) en Harris og félagar (Harris, Cronin, Hopkins og Hansen, 2008) fundu aðeins veika fylgni á milli hámarksstyrks og 40 metra spretts á atvinnumönnum í rugby. Samband hlutfallslegs styrks (e. relative strength) og hraða hefur einnig verið rannsakað og var það gert á vel þjálfuðum körlum í rugby og konum í softball. Í báðum þessum rannsóknum var sterk fylgni á milli hlutfallslegs styrks og hraða (McBride o.fl., 2009; Nimphius, Mcguigan og Newton, 2010).

Þegar aðrar íþróttagreinar eru skoðaðar koma oft svipaðar niðurstöður þegar samband á milli hraða og lóðréttis krafts er skoðað og eru þær óháðar kyni (Cronin og Hansen, 2005; Hennessy og Kilty, 2001). Rannsóknir sýna sterkt samband óháð íþróttagrein, hvort sem um er að ræða körfuknattleik, krikket, rugby, handknattleik eða knattspyrnu (Alemdaroğlu, 2012; Carr, McMahon og Comfort, 2015; Ingebrigtsen og Jeffreys, 2012; Wisløff o.fl., 2004).

## Styrkur

Styrkur er geta vöðva og taugakerfisins til að yfirvinna mótstöðu eða veita henni viðnám sem felur í sér spennu vöðva. Góður líkamlegur styrkur getur hjálpað við að fyrirbyggja meiðsli og er grunnurinn fyrir kraftframleiðslu líkamans. Styrkur er undanfari krafts og hraða, sem er líklega einn mikilvægasti líkamlegi eiginleiki sem íþróttamaður getur æft og bætt. Þeir sem eru sterkir og kraftmiklir eru líklegri að ná fram betri frammistöðu og vinna leiki. Það hefur verið sýnt fram á að helstu líkamlegu eiginleikar liða sem vinna leiki eru meiri hraði og styrkur. Styrkur er mikilvægur fyrir íþróttafólk og til dæmis hefur aukinn styrkur verið tengdur við bættu frammistöðu í sprettum, amerískum ruðningi og knattspyrnu (Bompa og Haff, 2009; Dawes og Roozen, 2011). Hámarksstyrkur er mikilvægur þáttur í handknattleik því hann er nauðsynlegur fyrir kraftframleiðslu og hefur verið sýnt fram á hjá atvinnumönnum í knattspyrnu að þeir sem bættu hámarksstyrk (1 repetition max [1RM]) í hnébeygju bættu sig einnig flestir í lóðréttu stökki og 10, og 20 metra sprettum (Ronnestad, Kvamme, Sunde og Raastad, 2008).

Í handknattleik er styrkur mjög mikilvægur fyrir leikmenn sem vilja ná árangri í íþróttinni. Mikið er um hreyfingar og aðgerðir sem þurfa styrk og afl og þess vegna er mikilvægt fyrir þá að stunda styrktarþjálfun allt árið (Cardinale, e.d.; Carvalho o.fl., 2014; Ingebrigtsen og Jeffreys, 2012). Aukinn styrkur í fótum er ekki aðeins góður til að auka stökkkraft heldur nýtist hann einnig þegar leikmenn þurfa að taka snöggar stefnubreytingar. Sýnt hefur verið fram á að hætta á meiðslum minnkar ef vel er staðið að styrktarþjálfuninni (Cardinale, e.d.).

Í nýlegri rannsókn Haigh og féлага á 19 atvinnumönnum í rugby kom í ljós að bæting hámarksstyrks í hnébeygju á undirbúningstímabili skilaði sér í bættri frammistöðu í sprettum (Comfort, Haigh og Matthews, 2012). Young komst einnig að þeirri niðurstöðu í sinni rannsókn að bættur hámarksstyrkur í hnébeygju hefur líka góð áhrif á árangur í lóðréttu stökki (Young, 2006). Þessar niðurstöður gefa vísbendingar um að bættur hámarksstyrkur geti bætt hraða og kraft í íþróttamönnum, hvort sem þeir eru ungir íþróttamenn eða reyndir atvinnumenn í íþróttum.

## Styrktarþjálfun í handknattleik

Þegar þjálfar á styrk og kraft hjá handknattleiksmönnum er mikilvægt að einblína ekki einungis á það að auka styrk með því að lyfta þungt og hægt því rannsóknir hafa sýnt fram á að það skili sér ekki í auknum krafti (Ziv og Lidor, 2009). Talið er að þjálfunaraðferðir eins og complex henti vel til að auka styrk og kraft í handknattleiksmönnum (Póvoas o.fl., 2012; Ziv og Lidor, 2009). Þær eru í grunninn þannig að íþróttamaðurinn lyftir mjög þungt og framkvæmir svo æfingu sem krefst afls stuttu eftir lyftuna og verður æfingin að líkja eftir hreyfingunni úr lyftunni. Þetta gæti verið hnébeygja og svo beint í hnébeygju stökk eða bekkpressa og medicine bolta kast. Þessi aðferð er talin henta þeim betur sem eru vel þjálfðir og vanir styrktarþjálfun því álag á vöðva og taugakerfið er mikið (Ebben, 2002; Santos og Janeira, 2008).

Þegar við berum afreksmenn í handknattleik saman við áhugamenn sést að þeir sem skara fram úr í handknattleik eru samkvæmt Ziv og Lidor þyngrir og hafa herra hlutfall af vöðvum (Ziv og Lidor, 2009). Einnig köstuðu afreksmennirnir 9% hraðar og lyftu 18-21% þyngra í bekkpressu og 13-17% þyngra í hnébeygju heldur en áhugamennirnir (Gorostiaga, Granados, Ibáñez og Izquierdo, 2005). Þetta sýnir hversu mikilvægt það er að vera sterkur og kraftmikill í handknattleik til að ná sem lengst í íþróttinni.

Mikilvægt er samt að hafa í huga að margar íþróttir þurfa frekar kraft og hröðun heldur en hreinan styrk og vöðvastækkun (Baker og Newton, 2008; Ingebrigtsen og Jeffreys, 2012; Taskin, 2008). Þó viðkomandi bæti á sig þyngrd með vöðvum þá þýðir það ekki endilega að hann verði hraðari og kraftmeiri. Það er mælt með því að styrktarþjálfunin sé starfræn (e. functional) til að þjálfunin verði sem líkust hreyfingum íþróttarinnar. Með góðri styrktarþjálfun er hægt að hafa áhrif á taugakerfið á þann hátt að hægt er að bæta getu íþróttamannsins til að framleiða kraft og bæta frammistöðu hans í íþróttinni (Bompa og Haff, 2009; Brewer, 2008; Dawes og Roozen, 2011).

## Mælingar á hámarksstyrk

Algeng leið til að meta styrk í íþróttamönnum í rannsóknum er að láta þá framkvæma hámarksstyrktarpróf, eða 1RM og er það talið vera eitt besta prófið til að meta styrk í vöðvum í aðstæðum sem eru fyrir utan rannsóknarstofu. Það byggist á því hversu mikilli

þyngd íþróttamaðurinn lyftir að hámarki í einni lyftu. Þetta próf er notað mikið með stærstu lyfturnar eða bekkpressu, hnébeygju og réttstöðulyftu. Próf sem mæla hámarksstyrk eru notuð af þjálfurum og sjúkráþjálfurum til þess að meta ástand, styrk og vöðvaójafnvægi (Seo o.fl., 2012).

## Hraði og kraftur

Hraði er skilgreindur sem geta íþróttamannsins að hlaupa frá einum stað til annars á sem skemmstum tíma. Þeir íþróttamenn sem eru fljótir að hlaupa hafa ákveðið forskot á andstæðinginn bara með að vera fljótari og kraftmeiri en þeir. Þetta á til dæmis við þegar kapphlaup er um lausan bolta í handknattleik eða þegar hlaupa á í hraðaupphlaup. (Bompa og Haff, 2009; Dawes og Roozen, 2011). Hraði er talinn vera mikilvægasti þátturinn í að ná árangri í handknattleik. Aðrir mjög mikilvægir þættir eru hraðapól, kraftur, sprengikraftur, viðbragðskraftur og kraftþol (Wallace og Cardinale, 1997). Afl er geta líkamans að búa til mikinn kraft á sem skemmstum tíma eins og þegar leikmenn þurfa að auka hraða, stökkva og kasta hlutum (Bompa og Haff, 2009).

## Mælingar á hraða

Það er mikilvægt að hafa í huga að í flestum íþróttum eru sprettir sjaldan lengri en 27 metrar í beinni línu áður en kemur til stefnubreytinga eða stoppa (Dawes og Roozen, 2011). 30 metra sprett prófið er gott til að meta og mæla hraða og láréttan kraft (Haff og Dumke, 2012). Þetta próf er mjög oft notað þegar mæla á hraða og er notað í rannsókn Wisløff (Wisløff o.fl., 2004) sem og í mörgum rannsóknum tengdum íþróttum, bæði handknattleik, knattspyrnu og körfuknattleik (Alemdaroğlu, 2012; Cardoso Marques og González-Badillo, 2006; Chaouachi o.fl., 2009; Inci Karadenizli, 2013; Ingebrigtsen og Jeffreys, 2012; Wisløff o.fl., 2004). Íþróttamenn ná sjaldan hámarkshraða í íþróttum eins og körfuknattleik, knattspyrnu og tennis heldur er það hraðinn á fyrstu skrefunum og hraðaaukningin sem skiptir meira máli (Cronin og Hansen, 2005). Það að auka styrk hjá íþróttamanni og þjálfra hraðann samtímis mun hafa jákvæð áhrif á frammistöðu hans en hraði byggir á fleiri þáttum en einungis styrk og krafti. Þess vegna er ekki 100% fylgni á milli styrks og hraða því margir þættir koma að því hversu hratt leikmenn geta hlaupið og þeir helstu eru hreyfanleiki (e.mobility), hlaupatækni, skreflengd, skref tíðni, vel þjálfað

loftfirrt orkukerfi, starfsemi taugakerfis og tækni í þeirri íþróttagrein sem viðkomandi stundar (Bompa og Haff, 2009; Brewer, 2008; Dick, 2007).

### Mælingar á lóðréttum stökkkrafti

Í íþróttum er lóðréttur stökkkraftur oft stór þáttur af leiknum og eru t.d. um 70% skota í handknattleik tekin með uppstökki (Cardinale, e.d.) og leikmenn stökkva um það bil á milli 16 til 20 sinnum í leik (Wallace og Cardinale, 1997). Lóðrétt stökkpróf eru mikið notuð í íþróttum til að mæla lóðréttan kraft (Leard o.fl., 2007) og eru margar rannsóknir sem nota þetta próf og því nokkuð til um gögn bæði úr handknattleik og öðrum íþróttum (Can, Cihan og Ari, 2014; Izquierdo, Häkkinen, Gonzalez-Badillo, Ibáñez og Gorostiaga, 2002; Matthys, Franssen, Vaeyens, Lenoir og Philippaerts, 2013; Moncef, Said, Olfá og Dagbaji, 2012; Nikolaidis og Ingebrigtsen, 2013). Til eru nokkrar tegundir af prófum sem mæla stökkhæð en algeng eru countermovement (CMJ) stökkpróf og squat jump (SJ) próf. Bobbert og félagar (Bobbert, Gerritsen, Litjens og Van Soest, 1996) tóku fyrir þessi tvö próf og létu sömu aðila taka bæði prófin. Niðurstöðurnar voru þær að meðalstökkhæð úr CMJ stökkinu var 3,4 cm hærri en úr SJ prófinu. Þetta gæti verið út af því að í CMJ stökkinu fær viðkomandi að búa til meiri kraft með því að hreyfa sig aðeins niður áður en stökkið er framkvæmt (Bobbert o.fl., 1996). Þegar stökkpróf með og án handasveiflu eru borin saman kemur í ljós að þau próf sem eru tekin með sveiflu sýna að meðaltali 10% hærri stökk en þau sem eru tekin án sveiflu (Rafael Martín Acero, 2012). CMJ prófið er algengt og það hefur sýnt áreiðanleika þegar mæla á kraft í íþróttum (Carvalho o.fl., 2014; Markovic og Jaric, 2007).

### Afkastamælingar

Frammistöðumælingar skiptast í tvo flokka; meginlegar og eigindlegar. Í þessari rannsókn var valið að taka meginleg próf. Í mælingum eru nokkrir flokkar eins og líkamsmælingar, líkamlegir eiginleikar, líkamleg frammistöðugeta, hugræn og tæknileg færni og sérhæfð próf (Bompa og Haff, 2009). Frammistöðu afreksíþróttamanns er hægt að bæta með viðeigandi þjálfun en sú þjálfun þarf að vera eins lík íþróttinni og hægt er. Til að vita hvar íþróttamaðurinn getur bætt sig er gott að láta hann þreyta frammistöðupróf. Besta frammistöðumælingin er árangur í íþróttinni og í keppni en erfitt

er að meta hvað það sé nákvæmlega sem veldur góðum eða slökum árangri vegna þess að árangur í íþróttum byggir á mörgum þáttum og hægt er að mæla hvern og einn þátt sérstaklega. Þá er einnig mikilvægt að velja réttmæt og sérhæfð próf (Bangsbo, Mohr, Poulsen, Perez-Gomez og Krusturp, 2006). Helstu ástæður fyrir því að mæla frammistöðu reglulega eru nokkrar og hérna eru þær helstu (Bangsbo o.fl., 2006; Bompa og Haff, 2009):

- Sjá árangur af æfingaáætlun
- Skoða ástand íþróttamanns í æfingaáætlun
- Skoða og meta álag á leikmenn
- Hvetjandi fyrir íþróttamanninn
- Til að meta hvort leikmaðurinn sé leikfær eftir meiðsli
- Hægt að nota í endurhæfingaferli til að meta árangur
- Til að gera lang- og skammtímaáætlun
- Til að sjá veikleika hjá íþróttamanninum
- Hægt að nota til að spá fyrir framtíðargetu

Góð próf eru réttmæt, endurtakanleg, hlutlæg, henta íþróttinni, eru örugg, ódýr og auðveld í framkvæmd. Þar sem handknattleikur byggir á mörgum líkamlegum og andlegum þáttum væri til dæmis hentugra að mæla frekar kraft, hraða og snerpu heldur en til dæmis hámarkssúrefnisupptöku. Því þessir þættir eru líklegri til þess að meta getu í handknattleik þar sem leikmaður sem mælist ekki með góða súrefnisupptöku gæti verið mjög góður í öðrum þáttum leiksins eins og til dæmis að hlaupa hratt, skjóta fast eða að vera með góðan leikskilning (Bangsbo o.fl., 2006).

Prófin sem valin voru í þessari rannsókn voru 30 metra sprettur, lóðrétt stökk og hámarksstyrkur í hnébeygju. Markmiðið var því að notast við sömu aðferðir og notaðar voru í rannsókn Wisløff og bera saman (Wisløff o.fl., 2004). Einnig hefur stökkprófið, hámarksstyrktarprófið og 30 metra sprettur oft verið notað í rannsóknum, því er mikið til um þessi próf og gott aðgengi til að bera saman við aðra hópa (Ingebrigtsen og Jeffreys, 2012).



# Aðferðir og gögn

## Þátttakendur

Í þessari rannsókn voru fengnir 12 leikmenn úr meistaraflokki ÍR í handknattleik. Meðalaldur var 20,7 ( $\pm 1,4$ ) ár, meðalhæð 182,2 ( $\pm 5,9$ ) cm, meðalþyngd 85 ( $\pm 9,4$ ) kg og meðalfituprósentu var 12,5 ( $\pm 3,0$ ) %. Í hópnum voru þrjú línumenn, tveir markmenn, þrjú hornamenn og fjórir útileikmenn. Nokkrir í hópnum eru enn í 2. flokki en æfa reglulega með meistaraflokki. Allir þessir leikmenn eru vanir styrktarþjálfun og æfa að meðaltali í um níu klukkutíma á viku á keppnistímabilinu. Enginn af þátttakendum átti við meiðsli að stríða á meðan mælingar fóru fram. Fyrirliggjandi gögn um mælingar á 17 knattspyrnumönnum frá Rosenborg voru notuð í þessari rannsókn til samanburðar við ÍR. Meðalaldur þeirra var 25,8 ( $\pm 2,9$ ) ár, meðalhæð 177,3 ( $\pm 4,1$ ) cm og voru 76,5 ( $\pm 7,6$ ) kg að meðaltali.

## Framkvæmd mælinga

### Líkamsmælingar

Mælingar fóru fram á tveimur dögum eins og Wisløff (Wisløff o.fl., 2004) og félagar gerðu með Rosenborg. Föstudaginn 19. febrúar 2016 mættu leikmenn kl. 18:30 í Spörtu heilsurækt og var byrjað að vigta, fitu- og hæðarmæla þá alla. Við líkamlegar mælingar á hlutfalli fitu var fituklípa af gerðinni *Slim Guide* notuð og stuðst var við aðferð Durnin og Womersley sem byggir á því að mæla fitu sem er undir húðinni í millimetrum. Við mælingar þarf að klípa á fjórum stöðum á líkamanum. Byrjað er á miðjum upphandleggsvöðvanum (biceps), næst þríhöfðanum (triceps), undir herðablaðinu (subscapular) og að lokum er tekið á kviðnum (iliac crest) (Helgi Jónas Guðfinnsson og Einar Einarsson, 2011).

### Lóðrétt stökkpróf (CMJ)

Þegar líkamsmælingunum var lokið hituðu þátttakendur upp í 15 mínútur og var áhersla lögð á hreyfanleika í mjöðmum og axlarrind. Álagið var aukið jafnt og þétt og innihélt upphitunin stökk og hnébeygjur með eigin þyngd til að líkja eftir þeim hreyfingum sem

prófa átti. Eftir upphitunina tók lóðrétt stökkprófið við en til eru nokkrar útgáfur af lóðréttum stökkprófum. Countermovement (CMJ) prófið sem leyfir handahreyfingar var valið. Ástæður fyrir því að nota CMJ fram yfir squat jump er að í handknattleik eru hendur notaðar þegar stokkið er og einnig er algengt að nota CMJ í rannsóknum þegar mæla á kraft í íþróttum (Carvalho o.fl., 2014; Markovic og Jaric, 2007). Myndavél var stillt upp í fimm metra fjarlægð frá stökkstað og var passað upp á að allt stökkið næðist inni í mynd. Staður var merktur á gólfinu þar sem þeir áttu að stökkva á og lengdin kvörðuð fyrir Kinovea forritið sem notað var til að mæla stökkin. Alls fengu þátttakendur þrjár tilraunir og eftir hvert stökk fóru þeir aftast í röðina svo að þeir myndu ná að endurheimta á milli stökkva. Aðeins besta stökkið var skráð.

### Hámarksstyrktarpróf (1 RM)

Eftir stökkprófið var þátttakendum skipt í tvo hópa eftir getu í hnébeygju og var það gert til að flýta fyrir mælingum. Skráningablöð voru á hverri stöð og var hver þyngd skrifuð niður eftir hverja lyftu. Til að lyftan fengist gild þurfti einstaklingurinn að fara niður í hálfu hnébeygju (um það bil 90° horn í hnéliðnum) annars þurfti að endurtaka lyftuna og fylgdist rannsakandi með öllum lyftum. Þegar hámarksstyrkur er prófaður með 1 RM aðferðinni er jafnan unnið með miklar þyngdir og það setur mikið álag á bein, liðamót og vöðva. Þess vegna var ákveðið að notast við 3 RM aðferðina til þess að minnka þyngdirnar sem þeir lyftu og minnka í leiðinni hættuna á meiðslum (Brzycki, 1993). Þessi aðferð er hættuminni og McCormik og félagar rannsökuðu sjö mismunandi formúlur til að reikna út 1 RM út frá 1-10 endurtekningum. Þessar formúlur eru mjög nákvæmar og áætla mjög nálægt hámarksstyrk. Valið var að styðjast við Baechle formúluna til að reikna út 1RM sem er eftirfarandi :  $Weight \times ( 1 + ( 0.033 \times Number\ of\ repetitions )$  (LeSuer, McCormick, Mayhew, Wasserstein og Arnold, 1997). Þátttakendur byrjuðu allir eingöngu með stöngina í fyrsta setti og eftir það bættu þeir rólega við þyngdirnar. Minnsta hvíld á milli setta var þrjár mínútur og það tók þá fjögur til sjö sett að ná 3 RM þyngdum.

## 30 metra hraðapróf

Mánudaginn 22. febrúar 2016 kl. 18:10 fór fram hraðamæling í íþróttahúsinu í Austurbergi. Til þess að mæla hraða leikmanna var 30 metra sprettur notaður. Þetta próf er mjög algengt frammistöðu próf þegar mæla á hraða og láréttan kraft (Haff og Dumke, 2012). Allir 12 leikmennirnir voru mættir og eftir 25 mínútna upphitun tóku þeir sér stöðu á línunni og tók hver og einn tvo spretti og fékk fjögurra mínútna hvíld á milli. Tímatakan fór fram með skeiðklukku og voru þeir ræstir með flauti.

## Úrvinnsla

Við úrvinnslu gagna í þessari rannsókn notaðist ég við Excel til þess að fá út fylgni á milli frammistöðuprófa. Ég notaði Pearsons R til að reikna út fylgni á milli prófa. Spss var síðan notað til þess að keyra T-próf (one sample t-test) til að sjá hvort marktækur munur væri á leikmönnum hjá ÍR og Rosenborg í þessum prófum.

# Niðurstöður

Tafla 1 Niðurstöður mælinga ÍR

Nr.	Aldur	Hæð(cm)	Þyngd(kg)	Fitu%	CMJ(cm)	1RM (kg)	30m sprettur(s)
1	21	180	79,1	12,5	63,1	132	4,57
2	20	181	94,5	20,6	49,1	148	5,10
3	23	171	78,5	14,4	56,2	143	4,54
4	20	180	82,6	11,3	57,0	137	4,57
5	21	191	82,3	13,1	62,0	113	4,73
6	20	180	89,5	10,1	62,2	143	4,57
7	21	188	95,7	14,1	61,2	154	4,45
8	19	180	80,1	10,8	58,8	137	4,55
9	21	182	91,3	11,2	63,3	165	4,56
10	18	176	70,6	10,7	58,0	102	4,53
11	23	186	74,5	11,7	51,8	110	4,80
12	21	191	101,3	9,0	61,1	154	4,58
Meðaltal	20,7	182,2	85	12,5	60	136	4,63
Staðalfrávik	1,4	5,9	9,4	3,0	4,0	19	0,17

Elsti leikmaðurinn var 23 ára og sá yngsti aðeins 18 ára. Mikill munur var á þyngd leikmanna en sá sem var léttastur var 70,6 kg og sá þyngsti 101,3 kg. Hæðin á þeim var einnig dreifð þar sem hæsta gildi var 191 cm og lægsta 171cm. Sá sem mældist með hæstu fituprósentuna var mældur 20,6 og lægsti mældist 9,0. Hæsta stökkið var 64 cm og lægsta 52 cm. 30 metra spretturinn var mjög jafn en besti tíminn var 4,45 sek og hægasti 5,10 sek. Einn mesti munurinn var í hámarksstyrktarprófinu eða 165 kg á móti 102 kg. Sá sem var með hæstu fituprósentuna stökk lægst og var með slakasta tímann í sprettinum. Leikmenn númer þrjú og níu voru með mestan hlutfallslegan styrk eða 1,8 (1RM/líkamsþyngd). Leikmaður númer þrjú lyfti mestu þyngdinni og stökk einnig hæst. Leikmaður númer sjö hljóp hraðast og átti næstmestu þyngdina í hnébeygjunni.

Tengslin á milli 30 metra spretts og lóðréttar stökkhæðar er  $r = -0,71$  sem er sterk neikvæð fylgni. Því fljótari sem þeir voru því líklegri voru þeir að stökkva hátt. Þegar tengslin á milli hámarksstyrks og 30 metra spretts eru skoðuð kemur í ljós að fylgnin er

neikvæð og mjög lítil eða  $r = -0,12$ . Fylgnin er einnig veik þegar tengslin á milli hámarksstyrks og stökkhæðar eru skoðuð eða  $r = 0,28$ .

*Tafla 2 Niðurstöður frammistöðuprófa ÍR*

<b>Mælingar</b>	<b>Fjöldi</b>	<b>Meðaltal</b>	<b>Staðalfrávik</b>
Aldur	12	20,7	1,4
Þyngd (kg)	12	85,0	9,4
Hæð (cm)	12	182,2	5,9
CMJ stökk (cm)	12	60,0	4,0
30m sprettur (s)	12	4,63	0,17
1 RM (kg)	12	136	19

*Tafla 3 Niðurstöður frammistöðuprófa Rosenberg*

<b>Mælingar</b>	<b>Fjöldi</b>	<b>Meðaltal</b>	<b>Staðalfrávik</b>
Aldur	17	25,8	2,9
Þyngd (kg)	17	76,5	7,6
Hæð (cm)	17	177,3	4,1
CMJ stökk (cm)	17	56,4	4,0
30m sprettur (s)	17	4,0	0,2
1 RM (kg)	17	171,7	21,2

Leikmenn Rosenberg voru 5,1 ári eldri, 8,5 kílóum léttari og 4,9 cm minni en leikmenn ÍR að meðaltali. Marktækur munur var á milli liða í 30 metra sprettinum,  $t(11)=12,5$ ,  $P<0,05$  þar sem Rosenberg voru að meðaltali 0,46 sekúndum fljótari. Einnig voru leikmenn Rosenberg sterkari í 1 rep max prófinu og lyftu að meðaltali 35,7 kg meira en ÍR og var munurinn þar einnig marktækur  $t(11)=-6,2$ ,  $P<0,05$ . Eina prófið sem leikmenn ÍR voru betri í var lóðrétta stökkið og stukku þeir að meðaltali 3,6 cm hærra en Rosenberg og var munurinn marktækur,  $t(11)=3,1$ ,  $P<0,05$ .

# Umræður

Tilgangur rannsóknarinnar var að bera saman niðurstöður mælinga sem gerðar voru á atvinnumönnum í knattspyrnu og bera þær við áhugamenn í handknattleik. Tekin voru þrjú frammistöðupróf og var marktækur munur á þeim öllum. Hjá ÍR var sterk fylgni á milli 30 metra sprettsins og lóðréttu stökksins  $r = -0,70$  eins og hjá Wislöff og félögum (Wislöff o.fl., 2004) en þar var fylgnin  $r = 0,60$ . Wislöff fékk reyndar mjög sterka fylgni á milli hámarksstyrks og spretts  $r = 0,71$  en hjá ÍR mældist fylgnin aðeins  $r = -0,12$  sem er mjög lítil neikvæð fylgni. Fylgnin á milli hámarksstyrks og stökkhæðar var veik hjá ÍR eða  $r = 0,28$  en hjá Rosenborg var fylgnin mjög sterk  $r = 0,78$ . Það er áhugavert því rannsókn Comfort og félaga (Comfort o.fl., 2014) á ungum knattspyrnumönnum sýndu sömu niðurstöður og Wislöff um sterka fylgni á milli allra þessara þriggja þátta. Þegar rannsókn Ingebrigtsen og Jeffreys (Ingebrigtsen og Jeffreys, 2012) á ungum handknattleiksmönnum er aftur á móti skoðuð sýndi hún fram á svipaðar niðurstöður og ég fékk út hjá leikmönnum ÍR. Að fylgnin á milli stökksins og sprettsins væri sterk og lítil sem engin fylgni væri á milli hámarksstyrks, hraða og lóðréttu stökks. Þarna eru nokkrar rannsóknir sem sýna fram á svipaða hluti og gæti verið að knattspyrnumenn séu almennt sterkari í fótunum en handknattleiksmenn.

Oft er erfitt að bera saman tölur úr rannsóknum með lóðréttu stökki þar sem ekki er alltaf tekið fram hvort prófið hafi verið framkvæmt, með hendur á mjöðm eða með handasveiflu. CMJ með handasveiflu skilar oftast hæstu stökkunum og þess vegna er hægt að gefa sér að þegar tölurnar eru háar er líklegt að prófið hafi verið tekið með sveiflu. (Markovic, Dizdar, Jukic og Cardinale, 2004). Leikmenn ÍR stukku að meðaltali 60 ( $\pm 4,0$ ) cm og er það nokkuð hátt ef skoðaðar eru rannsóknir á svipuðum hópum úr handknattleik. Niðurstöður rannsóknar Nikolaidis (Nikolaidis og Ingebrigtsen, 2013) á grískum handknattleiksmönnum leiddi í ljós að þeir stukku að meðaltali 46,6 ( $\pm 4,1$ ) cm og ítalskir landsliðsmenn 49 cm. Marques og González-Badillo (Cardoso Marques og González-Badillo, 2006) tóku fyrir 16 vel þjálfaða handknattleiksmenn og stukku þeir 42,60 ( $\pm 5,20$ ) cm að meðaltali og Buchheit og félagar (M. Buchheit o.fl., 2009) mældu níu leikmenn í landsliðsgæðum og náðu þeir að stökkva 46,9 cm.

Leikmenn Rosenborg voru fljótari en leikmenn ÍR í 30 metra sprettinum en þegar þeir eru bornir saman við aðra handknattleiksmenn sést að leikmenn ÍR eru svipað hraðir og aðrir leikmenn í handknattleik. Leikmenn ÍR fóru 30 metrana á 4,63 ( $\pm 0,17$ ) sekúndum og ungir handknattleiksmenn úr rannsókn Zapartidis (Zapartidis, Vareltsis, Gouvali og Kororos, 2009) hlupu á 4,81 ( $\pm 0,27$ ) sekúndum. Í tveimur rannsóknum á unglingalandsliðsmönnum frá Noregi voru tveir hópar teknir í mælingar og hlupu þeir á 4,55 ( $\pm 0,21$ ) sekúndum og 4,51 ( $\pm 0,20$ ) sekúndum (Ingebrigtsen og Jeffreys, 2012; Ingebrigtsen, Jeffreys og Rodahl, 2013). Þegar atvinnumenn í handknattleik eru teknir fyrir sést að töliverður munur er á hraða í 30 metra sprettinum en það sýnir rannsókn Marques og González-Badillo (Cardoso Marques og González-Badillo, 2006) en þeir hlupu á 4,33 ( $\pm 0,2$ ) sekúndum sem er 0,3 sekúndum hraðar að meðaltali.

Það sem kom mér á óvart í þessari rannsókn var hversu miklu munaði í styrk á milli leikmanna Rosenborg og ÍR. Þjálfunaraldur þeirra gæti haft þessi áhrif og einnig að leikmenn Rosenborg nota hefðbundna hnébeygju í æfingaáætlun sinni samkvæmt rannsókninni en hefðbundin hnébeygja hefur ekki verið inni í lyftingaráætlun leikmanna ÍR síðustu tvö tímabil. Leikmenn ÍR lyftu 136 ( $\pm 19$ ) kg að meðaltali og er það nokkru betra en hjá svipuðum hópum úr handknattleik. Þegar tölur úr norskum rannsóknum eru skoðaðar sést að þeir lyfta aðeins 103,3 ( $\pm 27$ ) kg og 99,3 ( $\pm 25,2$ ) kg en þessir þátttakendur voru á milli 16 til 18 ára gamlir en leikmenn ÍR eru 20,7 ( $\pm 1,4$ ) ára að meðaltali. Það er kannski ástæðan fyrir því hversu miklu sterkari leikmenn Rosenborg voru en leikmenn ÍR, þar sem Rosenborg voru 25,8 ( $\pm 2,9$ ) ára að meðaltali. Athyglisvert er að skoða þá þrjá leikmenn hjá ÍR sem eru með grunn úr kraftlyftingum og crossfit og eru þess vegna mjög vanir hnébeygju. Fylgnin úr prófunum hjá þeim var eftirfarandi; samband á milli hámarksstyrks og hraða var  $r = 0,37$ . Á milli lóðrétts stökks og hámarksstyrks var fylgnin  $r = 0,78$  og á milli hraða og stökksins var fylgnin  $r = 0,87$ . Þessar tölur gefa kannski vísbindingu um hversu mikilvægt er að kunna og vera vanur æfingunni sem prófað er í en þessar tölur eru mun hærri en þegar allur hópurinn er tekinn fyrir.

Ef til vill er hægt að setja út á margt í þessari rannsókn, til dæmis það að leikmenn ÍR nota ekki hefðbundna hnébeygju í lyftingum hjá sér og gæti það hafa skekkst rannsóknina. Gaman hefði verið að nota æfingar sem ÍR notar til að mæla styrk í stað

hnébygju en þá hefði ekki verið hægt að bera þessar rannsóknir saman. Í hraðamælingunum var tíminn tekinn með skeiðklukku og er það ekki jafn áreiðanlegt og að mæla með tímahliði en því miður tókst ekki að fá tímahlið í þessar mælingar. Ef mælingar hefðu verið framkvæmdar með tímahliðum hefði verið hægt að sjá hröðun leikmanna eftir 10 metra og bera þær tölur saman við knattspyrnumennina. Einnig hefði verið áhugavert að mæla hraða með 20 metra spretti en ekki 30 eins og var gert í rannsókn Rosenborg þar sem handknattleiksmenn taka yfirleitt styttri spretti en knattspyrnumenn. Í lóðréttu stökkprófinu er ljóst að munur á milli aðferða getur verið nokkuð mikill þar sem margar aðferðir eru til að mæla lóðrétt stökk og því erfitt að bera saman mælingar ef ekki er tekið fram hvernig mælingunum var háttað. Þátttakendur voru fáir eða einungis 12 en gaman hefði verið að hafa að minnsta kosti jafnmarga og í rannsókn Wisløff eða 17 leikmenn.

Álag í nútímahandknattleik hefur aukist gífurlega síðustu árin. Tilhneygingin er sú að form handknattleiksmanna eykst oft fyrri hluta tímabils en á það til að toppa eða jafnvel fara niður á við þegar liður á tímabilið. Þeir handknattleiksmenn sem spila með bestu liðunum og landsliðum spila allt að 80 leiki á tímabili (Karcher og Buchheit, 2014). Því er mikilvægt að huga vel að styrktarþjálfun barna, unglunga og fullorðinna í handknattleik til að undirbúa þá undir álagið sem fylgir íþróttinni í dag. Það þarf að auka kennslu og fræðslu hjá liðunum þar sem ungum iðkendum er kennd mikilvægi réttar styrktarþjálfunar og í framhaldinu verða leikmenn sjálfbærir þegar kemur að styrktaræfingum. Styrktarþjálfun er ört stækkandi grein þar sem rannsóknum fjölgar stöðugt og margt bendir til þess að rétt styrktarþjálfun auki kraft, styrk, hraða og minnki hættu á meiðslum (Askling, Karlsson og Thorstenson, 2003; Cardinale, e.d.).

Niðurstöður rannsóknarinnar gefa til kynna að samband hraða og krafts sé mjög sterkt hjá ÍR en ekki sambandið á milli hámarksstyrks, hraða og krafts eins og Wisløff og félagar fengu út í rannsókninni á knattspyrnumönnum (Wisløff o.fl., 2004). Gaman væri í framtíðinni að endurtaka þessa rannsókn á handknattleiksliði sem væri vant því að taka hefðbundna hnébygju í sinni æfingaáætlun og sjá hvað kæmi út úr því.



# Heimildaskrá

- A landslið karla. (e.d.). *HSÍ*. Sótt 4. febrúar 2016 af <http://www.hsi.is/landslid/a-landslid-karla/a-landslid-karla/>
- Alemdaroğlu, U. (2012). The Relationship Between Muscle Strength, Anaerobic Performance, Agility, Sprint Ability and Vertical Jump Performance in Professional Basketball Players. *Journal of Human Kinetics*, 31, 149–158. doi:10.2478/v10078-012-0016-6
- Alfred Gislason. (e.d.). *Ihf.info*. Sótt 4. febrúar 2016 af [http://ihf.info/en-us/thegame/voting/voteforthe2012ihfworldhandballcoaches!/men/alfredgislason\(thwkiel\).aspx](http://ihf.info/en-us/thegame/voting/voteforthe2012ihfworldhandballcoaches!/men/alfredgislason(thwkiel).aspx)
- Askling, C., Karlsson, J. og Thorstensson, A. (2003). Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 13(4), 244–250. doi:10.1034/j.1600-0838.2003.00312.x
- Baker, D. G. og Newton, R. U. (2008). Comparison of Lower Body Strength, Power, Acceleration, Speed, Agility, and Sprint Momentum to Describe and Compare Playing Rank among Professional Rugby League Players: *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(1), 153–158. doi:10.1519/JSC.0b013e31815f9519
- 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), 1–14.
- Barbero, J. C., Granda-Vera, J., Calleja-González, J. og Del Coso, J. (2014). Physical and physiological demands of elite team handball players. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14(3), 921–933.
- Bobbert, M. F., Gerritsen, K. G., Litjens, M. C. og Van Soest, A. J. (1996). Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(11), 1402–1412.
- Bompa, T. og Haff, G. G. (2009). *Periodization-5th Edition: Theory and Methodology of Training* (5 útgáfa.). Champaign, IL: Human Kinetics.

- Brewer, C. (2008). *Strength and Conditioning for Sport: A Practical Guide for Sports Coaches*. Armley: Coachwise Ltd.
- Brzycki, M. (1993). Strength Testing—Predicting a One-Rep Max from Reps-to-Fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 64(1), 88–90. doi:10.1080/07303084.1993.10606684
- Buchheit, M. og Karcher, C. (e.d.). Competitive demands of elite handball. *Aspetar Sports Medicine Journal*.
- Buchheit, M., Lepretre, P. M., Behaegel, A. L., Millet, G. P., Cuvelier, G. og Ahmaidi, S. (2009). Cardiorespiratory responses during running and sport-specific exercises in handball players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(3), 399–405. doi:10.1016/j.jsams.2007.11.007
- Can, I., Cihan, H. og Ari, E. (2014). The investigation of relationships among sprint and jump performance with velocity parameters during propulsive phase of full back squat exercise. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 16(3), 36–44. doi:10.15314/tjse.25497
- Cardinale, M. (e.d.). Strength training in handball. *Sports medicine journal*, 130–134.
- Cardoso Marques, M. A. og González-Badillo, J. J. (2006). In-Season Resistance Training and Detraining in Professional Team Handball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 563–71.
- Carr, C. M., McMahon, J. J. og Comfort, P. (2015). Relationships between jump and sprint performance in first-class county cricketers. *Journal of Trainology*, 4(1), 1–5.
- Carvalho, A., Mourão, P. og Abade, E. (2014). Effects of Strength Training Combined with Specific Plyometric exercises on body composition, vertical jump height and lower limb strength development in elite male handball players: a case study. *Journal of Human Kinetics*, 41, 125–132. doi:10.2478/hukin-2014-0040
- Chaouachi, A., Brughelli, M., Levin, G., Boudhina, N. B. B., Cronin, J. og Chamari, K. (2009). Anthropometric, physiological and performance characteristics of elite team-handball players. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 151–157. doi:10.1080/02640410802448731

- Chelly, M. S., Hermassi, S., Aouadi, R. og Shephard, R. J. (2014). Effects of 8-Week In-season Plyometric Training on Upper and Lower Limb Performance of Elite Adolescent Handball Players: *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(5), 1401–1410. doi:10.1519/JSC.0000000000000279
- Chittibabu, B. (2014). Estimation of relationship between sprinting performance with agility and explosive power of male handball players. *International Journal of Current Research in Life Sciences*, 3(8), 56–58.
- Comfort, P., Haigh, A. og Matthews, M. J. (2012). Are Changes in Maximal Squat Strength During Preseason Training Reflected in Changes in Sprint Performance in Rugby League Players?: *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1. doi:10.1519/JSC.0b013e31822a5cbf
- Comfort, P., Stewart, A., Bloom, L. og Clarkson, B. (2014). Relationships Between Strength, Sprint, and Jump Performance in Well-Trained Youth Soccer Players: *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 173–177. doi:10.1519/JSC.0b013e318291b8c7
- Cronin, J. B. og Hansen, K. T. (2005). Strength and Power Predictors of Sports Speed. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 349–57.
- Dawes, J. og Roozen, M. (ritstj.). (2011). *Developing Agility and Quickness* (1 útgáfa.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Dick, F. (2007). *Sports Training Principles* (5 edition.). London: A&C Black.
- Ebben, W. (2002). Complex Training: a Brief Review. *Journal of Sports Science & Medicine*.
- Eiríkur Stefán Ásgeirsson. (2016, 13. janúar). Dagur Evrópumeistari með Þýskalandi - Vísir. *Vísir*. Sótt 4. febrúar 2016 af <http://www.visir.is/dagur-evropumeistari-med-thyskalandi/article/2016160128493>
- Gorostiaga, E., 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), 225–32. doi:10.1055/s-2004-820974
- Gregory, H., G. og Travis, T., N. (2015). *Essentials of Strength Training and Conditioning 4th Edition*. Human Kinetics.

- Haff, G. og Dumke, C. (2012). *Laboratory Manual for Exercise Physiology*. Human Kinetics.
- Harris, N. K., Cronin, J. B., Hopkins, W. G. og Hansen, K. T. (2008). Relationship between sprint times and the strength/power outputs of a machine squat jump. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 22(3), 691–698.  
doi:10.1519/JSC.0b013e31816d8d80
- Helgi Jónas Guðfinnsson og Einar Einarsson (ritstj.). (2011). *Keilir - IAK einkaþjálfari* (3 útg.). Keilir.
- Hennessy, L. og Kilty, J. (2001). Relationship of the stretch-shortening cycle to sprint performance in trained female athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(3), 326–331.
- Hermassi, S., Tillaar, R. van den, Khelifa, 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 / National Strength & Conditioning Association*, 29(8), 2105–2114.  
doi:10.1519/JSC.0000000000000855
- Inci Karadenizli, Z. (2013). The Effects of Plyometric Training on Selected Physical and Motorical Characteristics of the Handball Players. *International Journal of Academic Research*, 5(4), 183–187. doi:10.7813/2075-4124.2013/5-4/A.25
- Ingebrigtsen, J. og Jeffreys, I. (2012). Relationship between speed, strength and jumping abilities in elite junior handball players. 83-88.
- Ingebrigtsen, J., Jeffreys, I. og Rodahl, S. (2013). Physical characteristics and abilities of junior elite male and female handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 27(2), 302–309. doi:10.1519/JSC.0b013e318254899f
- Izquierdo, M., Häkkinen, K., Gonzalez-Badillo, J., Ibáñez, J. og Gorostiaga, E. (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. doi:10.1007/s00421-002-0628-y
- Ívar Benediktsson. (2008, 15. nóvember). Íslenskir leikmenn eftirsóttir. *MBL*. Sótt 10. maí 2016 af [http://www.mbl.is/sport/handbolti/2008/11/15/islenskir\\_leikmenn\\_eftirsottir/](http://www.mbl.is/sport/handbolti/2008/11/15/islenskir_leikmenn_eftirsottir/)
- Ívar Benediktsson. (2014, 22. nóvember). Af hverju eru þeir eftirsóttir? *MBL*. Sótt 10. maí 2016 af [http://www.mbl.is/sport/handbolti/2014/11/22/af\\_hverju\\_eru\\_their\\_eftirsottir/](http://www.mbl.is/sport/handbolti/2014/11/22/af_hverju_eru_their_eftirsottir/)
- Karcher, C. og Buchheit, M. (2014). On-Court Demands of Elite Handball, with Special Reference to Playing Positions. *Sports Medicine*, 44(6), 797–814.
- 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: *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 117–125. doi:10.1519/JSC.0b013e318291b713
- Leard, J. S., Cirillo, M. A., Katsnelson, E., Kimiatek, D. A., Miller, T. W., Trebincevic, K. og Garbalosa, J. C. (2007). Validity of two alternative systems for measuring vertical jump height. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1296–1299.
- LeSuer, D. A., McCormick, J. H., Mayhew, J. L., Wasserstein, R. L. og Arnold, M. D. (1997). The Accuracy of Prediction Equations for Estimating 1-RM Performance in the Bench Press, Squat, and Deadlift. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 11(4), 211–213.
- Luig, P., Manchado, C., Kristan, M. og Henke, T. (2008). Motion characteristics according to playing position in international men's team handball.
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I. og Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 18(3), 551–555. doi:10.1519/1533-4287(2004)18<551:RAFVOS>2.0.CO;2

- Markovic, G. og Jaric, S. (2007). Is vertical jump height a body size-independent measure of muscle power? *Journal of Sports Sciences*, 25(12), 1355–1363. doi:10.1080/02640410601021713
- 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
- Matthys, S. P. J., Fransen, J., Vaeyens, R., Lenoir, M. og Philippaerts, R. (2013). Differences in biological maturation, anthropometry and physical performance between playing positions in youth team handball. *Journal of Sports Sciences*, 31(12), 1344–1352. doi:10.1080/02640414.2013.781663
- McBride, J. M., Blow, D., Kirby, T. J., Haines, T. L., Dayne, A. M. og Triplett, N. T. (2009). Relationship Between Maximal Squat Strength and Five, Ten, and Forty Yard Sprint Times: *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(6), 1633–1636. doi:10.1519/JSC.0b013e3181b2b8aa
- 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(7), 595–607. doi:10.1055/s-0033-1358713
- Moncef, C., Said, M., Olfa, N. og Dagbaji, G. (2012). Influence of Morphological Characteristics on Physical and Physiological Performances of Tunisian Elite Male Handball Players. *Asian Journal of Sports Medicine*, 3(2), 74–80.
- Nikolaidis, P. T. og Ingebrigtsen, J. (2013). Physical and Physiological Characteristics of Elite Male Handball Players from Teams with a Different Ranking. *Journal of Human Kinetics*, 38. doi:10.2478/hukin-2013-0051
- Nimphius, S., Mcguigan, M. R. og Newton, R. U. (2010). Relationship Between Strength, Power, Speed, and Change of Direction Performance of Female Softball Players: *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(4), 885–895. doi:10.1519/JSC.0b013e3181d4d41d
- Póvoas, S. C. A., Ascensão, A. A. M. R., Magalhães, J., Seabra, A. F., Krstrup, P., Soares, J. M. C. og Rebelo, A. N. C. (2014). Physiological Demands of Elite Team Handball With Special Reference to Playing Position: *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(2), 430–442. doi:10.1519/JSC.0b013e3182a953b1

- 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. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 26(12), 3365–3375.  
doi:10.1519/JSC.0b013e318248ae
- Rafael Martín Acero, J. A. S. (2012). Tests of Vertical Jump: Countermovement Jump With Arm Swing and Reaction Jump With Arm Swing. *Strength and conditioning journal*, 34(6), 87–93. doi:10.1519/SSC.0b013e318276c353
- Rønnestad, B. R., Kvamme, N. H., Sundé, A. og Raastad, T. (2008). Short-Term Effects of Strength and Plyometric Training on Sprint and Jump Performance in Professional Soccer Players: *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 773–780. doi:10.1519/JSC.0b013e31816a5e86
- Santos, E. J. A. M. og Janeira, M. A. A. S. (2008). Effects of Complex Training on Explosive Strength in Adolescent Male Basketball Players: *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 903–909.  
doi:10.1519/JSC.0b013e31816a59f2
- Seo, D.-I., Kim, E., Fahs, C. A., Rossow, L., Young, K., Ferguson, S. L., ... So, W.-Y. (2012). Reliability of the one-repetition maximum test based on muscle group and gender. *Journal of Sports Science & Medicine*, 11(2), 221–225.
- Sigurður Elvar Þórólfsson. (2013, 17. desember). Rétt tæplega 160 Íslendingar í atvinnumennsku hjá erlendum félagsliðum – fjöldi yngri leikmanna fer vaxandi. *Pressan*. Sótt 4. febrúar 2016 af <http://www.pressan.is/frettir/lesafrett/rett-taeplega-160-islendingar-i-atvinnumennsku-hja-erlendum-felagslidum--fjoldi-yngri-leikmanna-fer-vaxandi>
- Steinar J. Lúðvíksson. (2012). *Handknattleiksbókin - Saga handknattleiksins á Íslandi 1920-2010* (1.-2. bindi, 1. bindi). Reykjavík: Bókaútgáfan Hólar.
- Stone, M. H., O'Bryant, H. S., McCoy, L., Coglianese, R., Lehmkuhl, M. og Schilling, B. (2003). Power and maximum strength relationships during performance of dynamic and static weighted jumps. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 17(1), 140–147.

- Taskin, H. (2008). Evaluating Sprinting Ability, Density of Acceleration, and Speed Dribbling Ability of Professional Soccer Players with Respect to Their Positions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(5), 1481–6.
- The history of handball. (e.d.). *Handball09*. Sótt 4. febrúar 2016 af <http://www.handball09.com/the-history-of-handball/>
- 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), 808–816.
- Wallace, M. B. og Cardinale, M. (1997). Conditioning for Team Handball.
- Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R. og Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 38(3), 285–288.  
doi:10.1136/bjism.2002.002071
- Young, W. B. (2006). Transfer of strength and power training to sports performance. *International journal of sports physiology and performance*, 1(2), 74.
- Zapartidis, I., Varelziz, I., 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), 22–28.  
doi:10.2174/1875399X00902010022
- 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. doi:10.1080/17461390903038470