

Lokaverkefni til B.S. – gráðu í íþróttافرæðum

**Samanburðar rannsókn á Vo₂max mælingum og Yo-Yo
intermittent endurance test – level 2**

Halldór Jón Sigurðsson



Háskóli Íslands – Menntavísindasvið

Íþróttá- og heilsufræði

Maí 2009

Lokaverkefni til B.S. – gráðu í íþróttافرæðum

**Samanburðar rannsókn á Vo₂max mælingum og Yo-Yo
intermittent endurance test – level 2**

Halldór Jón Sigurðsson

011083 3319



Háskóli Íslands – Menntavísindasvið

Íþróttá- og heilsufræði

Máí 2009

Leiðbeinandi Örn Ólafsson lektor við Háskóla Íslands, Menntavísindasvið.

Útdráttur

Rannsókn þessi leitast við að svara hvort hægt sé að bera saman niðurstöður úr mælingum á hámarkssúrefnisupptöku eða Vo₂max og Yo- Yo intermittent endurance test – level 2 (YIET) og hvort hægt sé að draga þá ályktun að svipaðar niðurstöður fáiist úr þessum ólíku mælingum.

Mældir voru 16 einstaklingar úr meistaraflokki karla Vals í knattspyrnu. Aðeins var notast við útkomu 15 þeirra því að útkoma eins þeirra var ómarktæk. Þeir voru bæði mældir í Vo₂max og einnig í Yo-Yo intermittent endurance test – level 2. Úr Vo₂max mælingunni fæst þoltala og er hún borin saman við vegalengdina (m) sem einstaklingar ná í Yo-Yo prófinu. Það ætti að vera sterk fylgni á milli þess að vera með háa þoltölu og vegalendarinnar (m) sem hlaupin er í Yo-Yo prófinu.

Vo₂max mælingarnar fóru fram þann 15. mars á hlaupabretti í rannsóknarstofu í Stapa, sem er aðsetur sjúkráþjálfunarskors Háskóla Íslands. Yo-Yo mælingarnar fóru fram í Sporthúsinu á gervigrasvelli þann 23. mars. Ofangreindir 16 leikmenn eru með þeim fremstu á Íslandi og eru við það að hefja leik á Íslandsmótinu. Meðaltal aldurs, hæðar og þyngdar leikmannanna er eftirfarandi: Aldur 24 ± 4.3 ár, hæð $182,5 \pm 6.4$ cm og þyngd $81,3 \pm 7.9$ kg.

Rannsóknin leiddi það í ljós að sterk jákvæð fylgni er á milli prófana tveggja eða $r = 0,606$, $P < 0.05$. Þeir sem eru með háar þoltölur úr Vo₂max prófinu eru að hlaupa lengri vegalengd (m) í Yo-Yo intermittent endurance prófinu heldur en þeir sem eru með lága þoltölu úr Vo₂max. Hins vegar eru þó undantekningar á því en nánar um það síðar. Meðaltal úr Vo₂max prófinu var 62.2 ± 6.1 ml/kg/min. Meðaltal úr YIET prófinu var 2784 ± 577 m. Einnig var mældur hámarkspúls leikmanna í báðum prófunum fyrir sig til þess að staðfesta hvort þeir væru örugglega að gefa allt sem þeir áttu í prófin tvö. Meðaltal fyrir hámarkspúlsinn úr Vo₂max prófinu var 185.4 ± 9.2 slög á mín. Meðaltal fyrir hámarkspúls úr Yo-Yo prófi var 187.4 ± 11.6 slög á mín. Það var sterk jákvæð fylgni þar á milli eða $r = 0.754$, $P < 0.01$. Miðað við þessar tölur er hægt að áætla að þeir

hafi lagt jafn mikla vinnu í bæði prófin. Notast var við SPSS tölfraði forrit til þess að vinna úr niðurstöðum.

Í þessari ritgerð er að finna fræðilegan kafla þar sem fjallað er almennt um þol og orkukerfin tengd því. Einnig er fjallað almennt um mælingar, hvers vegna mælt er og fjallað um nokkrar af vinsælustu og mest notuðu mælingunum. Rannsókninni sjálfri er líst á ítarlegan hátt og niðurstöðurnar kynntar og þeim gerð góð skil. Síðast er að finna umræður og lokaorð þar sem rannsóknarspurningu og tilgátu er svarað.

Efnisyfirlit

1.0 Inngangur.....	4
2.0 Þol.....	5
2.1 Loftháð þol, loftfirrt þol og orkukerfin þrjú.....	5
3.0 Þolpróf.....	7
3.1 Almennt.....	7
3.2 Píp test.....	10
3.3 Cooper test.....	11
3.4 Mjólkursýrumæling.....	12
4.0 Aðferð.....	13
4.1 Vo2max mæling.....	13
4.2 Yo-Yo intermittent endurance test –level 2.....	16
5.0 Niðurstöður.....	19
5.1 Vo2max mæling.....	19
5.2 Yo- Yo intermittent endurance test –level 2.....	20
5.3 Samanburður prófanna tveggja.....	21
6.0 Umræður.....	23
7.0 Ályktun.....	25
8.0 Lokaorð.....	26
9.0 Heimildaskrá.....	27

1.0 Inngangur

Markmið rannsóknarinnar er að bera saman tvö þolpróf sem eru mismunandi á margan hátt en hafa það sameiginlega markmið að kanna þol einstaklinga. Mjög mikilvægt er fyrir þjálfara að vita hvernig líkamlegt ástand leikmanna hans eru hverju sinni en til þess að komast að því eru framkvæmdar mælingar. Mörg þolpróf eru til staðar en þau eru mismunandi og háð ákveðnum þáttum eins og kostnaði, marktækni, aðstæðum, aðbúnaði, tíma og fleiru. Vo₂max mælingar á rannsóknarstofu hafa verið stundaðar í mörg ár og eru af mörgum taldar vera nákvæmastar til að ákvarða þol (þoltölu) leikmanna. Aðrar mælingar eru ekki taldar gefa eins nákvæma mynd af þoli einstaklingsins, samanber píp test, Cooper test, Rosenborgar test og Yo-Yo test. Með þessari rannsókn vil ég kanna hvort hægt sé að bera saman niðurstöður úr Vo₂max mælingu á hlaupabretti og Yo-Yo intermittent endurance test- level 2, sem er sérhæft þolpróf fyrir knattspyrnu.

Við framkvæmd rannsóknarinnar fékk ég til liðs við mig Willum Þór Þórsson þjálfara meistaraflokks karla Vals í knattspyrnu. Valur er fornfrægt félag á Íslandi og hefur á að skipa mörgum gæða leikmönnum. Margir landsliðsmenn hafa komið frá Val og í liðinu núna er einmitt einn slíkur, Bjarni Ólafur Eiríksson. Valur hefur verið í titilbaráttu undanfarin ár og því hægt að leiða líkum að því að þar sé vel staðið að málum. Hjá Val fá flestir af leikmönnum borgað fyrir að spila fótbolta og eru því það sem kallast hálf-atvinnumenn. Willum lagði gríðarlega áherslu á að leikmennirnir mættu í þessar mælingar og leggðu sig alla fram og fylgdu leiðbeiningum til hins ítrasta. Hann var sjálfur á staðnum og sá til þess að því væri framfylgt.

Leikmenn voru mældir bæði í Vo₂max mælingu á hlaupabretti og einnig Yo-Yo intermittent endurance test – level 2. Mælingarnar voru framkvæmdar með átta daga millibili svo að ekki yrði marktæk bætting á þoli á milli mælinga. Rannsóknarspurningin er eftirfarandi: Er útkoman úr Vo₂max mælingu, sem framkvæmd er á rannsóknarstofu, samanburðarhæf við Yo-Yo intermittent endurance test – level 2, sem framkvæmd er á keppnislíkum stað? Mín tilgáta er sú að þessar mælingar gefi svipaðar niðurstöður um þol þátttakenda.

2.0 Þol:

2.1 Loftháð þol, loftfirrt þol og orkukerfin

Þol er oft skilgreint svo að það sé *geta líkamans til að erfiða mikið í langan tíma* (Gjerset 1999: 27). Í knattspyrnu er gríðarlega mikilvægt að hafa gott þol. Þó að knattspyrna miðist oft við leikstöðu, þá er mikið um hlaup svo að geta erfiðað í langan tíma er mjög mikilvægt til að sem bestur árangur náist. Leikurinn er 90 mínútur og það þarf 100% einbeitingu, hæfni og úthald til þess að klára leikinn. Verði leikmenn þreyttir of snemma missa þeir hæfni í að skila frá sér eins góðri vinnu og mögulegt er.

Til eru tvenns konar þol en það eru **loftháð þol** og **loftfirrt þol**. Loftháð þol er geta líkamans til að erfiða í langan tíma með miklum styrk og nýta til þess loftháða orku í vöðvum. (Gjerset 1999: 27). En loftfirrt þol er geta líkamans til að taka hraustlega á í stuttan tíma og nýta loftfirrt orku í vöðvum (Gjerset 1999: 27).

Orkukerfin

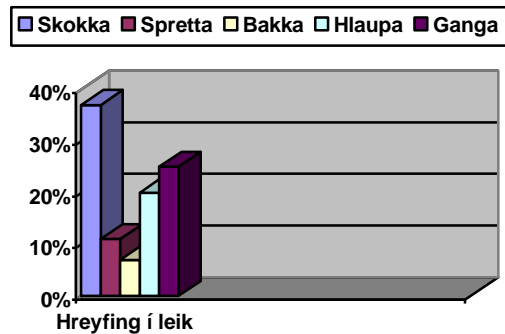
Orkukerfin eru þrjú og eru skilgreind sem:

1. ATP- PCr kerfið: loftfirrt og mjög hraðvirkt, er ekki sýrumyndandi. Notar ekki súrefni. Þetta kerfi er fljótlegasta leiðin til að mynda ATP og kemur í veg fyrir orkuleysi. Afkastagetan er takmörkuð. PCr er tæmt á 3-30 sek (Wilmore og Costill 2004:124).
2. Sykurrofskerfið: Loftfirrt, meðal hraðvirkt og er sýrumyndandi. 10-12 efnabreytingar sem brjóta niður glúkósa og glýkogen í ATP. Takmörkuð afkastageta en er aðalorkugjafinn frá 30 sek og upp í 2 mín (Wilmore og Costill 2004:124).
3. Oxunarkerfið: Er loftháð og hægvirkt en mjög endingargott. Oxunarkerfið er lang afkastamesta orkukerfið. Það notar súrefni og endar ekki í sýrumyndun. Framleiðir ótakmarkað magn af ATP og er aðalorkugjafin eftir um 2 mín (Wilmore og Costill 2004:126).

Þessi þrjú orkukerfi vinna saman en þó óbeint og hvert í röð á eftir hinu. Þegar ákefð á sér stað byrjar ATP-PCr kerfið að virka en það er í mjög stuttan tíma, þá næst kemur

Sykurrofskerfið inn í vinnuna en eftir 2 mínútur tekur Oxunarkerfið við orkuframleiðslunni.

Rannsóknir hafa sýnt að hver knattspyrnuleikur inniheldur um 1000 einstakar aðgerðir sem að innihalda snöggar/hægar hraða- og stefnubreytingar, auk þess að framkvæma einhverskonar leikbrellur með knöttinn. Hreyfing leikmanna skiptist að meðaltali svona:



(Reilly og Williams 2003:61)

Þessar niðurstöður gefa til kynna að knattspyrnumenn eru að vinna mest í loftháðri vinnu. Rannsóknir hafa ennfremur leitt í ljós að það sé samband milli loftháðrar getu, deildarstöðu liðs og á vegalengdinni sem að leikmenn fara í hverjum leik og í hversu sterkri deild liðið spilar. (Impellizero, Mognoni, Sassi og Rampinini 2003) En að sjálfsögðu er alltaf mikil lofffirrt vinna til staðar og hún er mjög mikilvæg til að 100% árangur náist.

Knattspyrnumaður og íþróttamenn yfir höfuð þurfa að búa yfir mörgum öðrum eiginleikum en þoli til þess að ná árangri, samanber tækni, styrk, liðleika og fleiru. En það verður ekki fjallað um það hér.

3.0 Þolpróf

3.1 Almenn

Það sem fjallað hefur verið um hér að ofanverðu er þol og hvers vegna það er almennt mikilvægt fyrir knattspyrnumenn og íþróttamenn. Til þess að við getum metið líkamlega eiginleika íþróttamanna hverju sinni er mikilvægt að framkvæma einhvers konar mælingar á þeim. Til eru mælingar/próf til að mæla nánast alla líkamlega og andlega eiginleika mannsins.

Mælingar/próf er skilgreint sem *staðlað* tæki til að mæla líkamlega eða andlega eiginleika eða ástand (Gjerset 1999: 190). Þegar mæla á íþróttamenn er mikilvægt að próf standist neðangreindar kröfur:

- Séu hlutlæg og mæli hlutlaust
- Hafi eitthvert gildi
- Séu áreiðanleg
- Hafi einhvern tilgang
- Að prófæfingar liggi fyrir
- Að þau séu áhugaverð
- Séu hluti af langtímaáætlun
- Takmarka umfang svo að það trufli ekki þjálfunarferlið

(Gjerset 1999: 191-192)

Mikilvægt er að allir sem koma að prófinu séu meðvitaðir um markmið þess. Eins og kemur fram hér að ofan er mikilvægt að prófin hafi einhvern tilgang og hvata því án þess fellur prófið um sjálf sig og verður ómarktækt. Prófið verður að sýna túlkanlegar niðurstöður sem bæði íþróttamaðurinn og þjálfarinn skilji til þess að vinna áfram með niðurstöðurnar, annað hvort til bætingar eða viðhalds.

Hvað græðir íþróttamaðurinn á þolprófi?

1. Prófið gefur til kynna styrkleika/veikleika íþróttamannsins í sambandi við hans íþrótt. Veitir innsýn í það sem vinna þarf með í framhaldinu og gerir honum kleift að útbúa markvissa æfingarátun.
2. Prófið gefur endurgjöf til leikmannsins. Það segir honum hvar hann stendur gagnvart sjálfum sér og öðrum, skýrir einnig frá niðurstöðum annarra prófa.
3. Próf geta fengið fram upplýsingar varðandi heilsu íþróttamannsins. Margt getur komið fram varðandi heilsu einstaklinga í þolprófum sem finnst ekki við venjulega líkamsskoðun.
4. Íþróttamaðurinn lærir að skilja betur líkamann sinn og einnig áherslu íþróttarinnar sem hann er að stunda. (MacDougall, Duncan og Green 1982:2-3).

Prófanir af ýmsu tagi gagnast líka þjálfaranum mikið, ef hann kys að notast við upplýsingarnar. En mikilvægt er að hann kunni að túlka og vinna með þær. Nauðsynlegt er fyrir þjálfarann að hafa góða yfirsýn yfir íþróttamennina sína, hann verður að vita hvar þeir standa líkamlega og andlega til þess að geta unnið með þá á sem árangursríkastan hátt. Árangur sem hlýst í keppni ber þess skýr merki að þjálfunin er markviss og vel undirbúin. Hins vegar er ætlast til þess að æfingarnar á undirbúningstímabilinu miðist að því að gera íþróttamennina tilbúna til leiks fyrir tímabilið og þá er erfitt að ákvarða ástand íþróttamannana öðruvísi heldur en að framkvæma einhvers konar próf. En með hjálp prófa, athugana og greininga er hægt að fylgjast með framförum á þjálfunartímanum.

Þjálfarar verða að mæla markvisst og í samræmi við þá íþrótt sem unnið er að. Próf eru notuð á mörgum stigum þjálfunarferilsins, en mest er notkunin við eftirfarandi aðstæður:

- Við mat á eigin afkastagetu miðað við kröfur greinarinnar
- Við ákvörðun þjálfunarálags
- Við stýringu á álagi, aðferðum og inntaki þjálfunar
- Þegar grunur leikur á yfirþjálfun eða veikindum
- Þegar á að hvetja og vekja áhuga (Gjerset 1999: 191)

Mikið er til af prófunum til þess að mæla líkamlega og andlega eiginleika. Hér í þessari ritgerð er hins vegar verið að fjalla um þolpróf og þau sem að hafa verið vinsælust í gegnum tíðina fyrir knattspyrnumenn eru eftirfarandi: Vo2max mæling, Píp test, Yo-Yo test, Cooper test, Mjólkursýrumæling.

Vo2 max og Mjólkursýrumælingar krefjast yfirleitt kostnaðarsams útbúnaðar og sérstakrar þekkingar á því sem verið er að gera. Þær myndu teljast til prófana á rannsóknarstofu (e.Laboratory tests). Aðrar mælingar teljast til vettvangsprófana (e.Field tests). Prófanir á rannsóknarstofu eru mælingar sem eru framkvæmdar í stjórnðu umhverfi og notast er við ákveðnar aðferðir og útbúnað sem líkja eftir íþróttinni eða hreyfingunni sem stunduð er. Vettvangsprófanir eru notaðar þar sem að íþróttamaðurinn er í keppnislíku umhverfi. (MacDougall, Duncan og Green 1982:5).

Mikið hefur verið deilt um hvort sé betra og er mjög erfitt að sanna hvort hafi vinninginn. Hins vegar er hægt að áætla að útkoma úr vettvangsprófunum séu ekki eins áreiðanlegar og þær sem að fást frá rannsóknarstofunni, hins vegar hafa þær oft en ekki meira gildi fyrir íþróttamanninn þar sem að þær eru keppnislíkar. (MacDougall, Duncan og Green 1982:2-3).

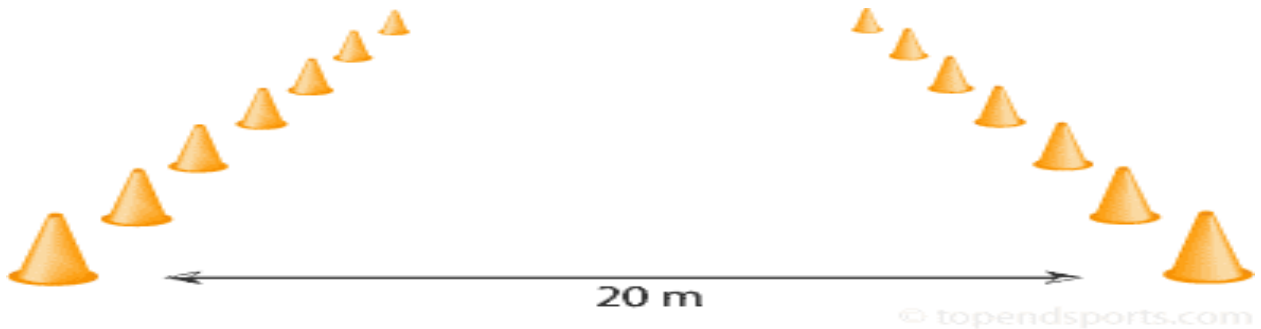
Margir hafa hvorki peninga né aðstöðu til þess að framkvæma prófanir á rannsóknarstofu. Einnig eru þær tímafrekar og oft en ekki erfitt að vinna úr niðurstöðum og þarf jafnvel sérfræðing til aðstoðar. Þær eiga það til að vera tímafrekar þar sem oft þarf að mæla einn í einu. Hins vegar eins og áður sagði þá eru þær yfirleitt áreiðanlegri og gefa oft góða mynd af íþróttamanninum. Vettvangsrannsóknir eru yfirleitt ódýrar og auðveldar í framkvæmd. Oft er hægt að prófa marga í einu og þar af leiðandi spara þær yfirleitt tíma.

Hér að neðan verður fjallað um nokkur af þessum prófum og hvernig þau eru framkvæmd.

3.2 Píp test

Píp prófið hefur verið notað í mörg ár hérna á Íslandi og víðar. Þetta próf er afar auðvelt í framkvæmd og er ódýrt. Hægt er að prófa marga í einu sem er góður kostur og framkvæma má prófið innandyra jafnt sem utandyra.

Búnaðurinn sem notast er við eru keilur eða línur með 20 m millibili, málband til að mæla vegalengdina á milli keilna/lína, geislaspilari eða kassettutæki, prófið sjálft á geisladisk eða kassettu og að lokum blað og blýant til þess að skrá útkomu einstaklinganna (Wood 2009).



(Wood 2009)

Prófið fer þannig fram að íþróttamennirnir hlaupa frá annarri keilunni/línunni að hinni þegar ákveðið hljóðmerki heyrir. Síðan bíða þeir þar þangað til hljóðmerkið er aftur gefið og þá leggja þeir af stað til baka. Prófið byrjar hægt og rólega en síðan eykst hraðinn alltaf stig frá stigi og það er tekið fram á snældunni/geisladisknum hvaða stigi (e.level) iðkendurnir eru á hverju sinni (Wood 2009). Píp prófið er hámarkspróf þannig að íþróttamennirnir hlaupa eins lengi og þeir geta eða þangað til að þeir eru hættir að ná á milli keilna/lína og þá eru þeir stoppaðir. Þegar þeir eru búnir er stigið sem þeir eru á skrifað niður. Út frá því er hægt að reikna út þoltölu einstaklingsins og ákvarða hversu góðu formi hann er í en hægt er að finna reiknivélar sem að reikna það á síðunni: <http://www.topendsports.com/testing/beepcalc.htm>.

Píp prófið er hægt að nota fyrir alla hvort sem að það eru skólahópar eða íþróttamenn í fremstu röð.

3.3 Cooper test

Cooper prófið er mjög vinsælt próf sem er mikið notað hérna á Íslandi. Stuðst hefur verið við prófið frá árinu 1968. Það er eins og Píp prófið mjög auðvelt í framkvæmd en það er algerlega ókeypis. Hægt er að framkvæma prófið bæði utandyra og innandyra á hlaupabretti eða merktri hringlaga braut. En algengast er þó að prófið sé framkvæmt á 400 m hlaupabraut þar sem brautin er merkt með 50 – 100m millibili.

Búnaðurinn sem þarf til prófsins er fyrirfram mæld flöt braut eða hlaupabretti, klukka til að taka tímann á viðfanginu og síðast blað og blýant til að skrá niður vegalengdina sem hlaupin er (Wood 2009).

Prófið fer þannig fram að íþróttamaðurinn hleypur eins langt og hann getur í 12 mínútur, vegalengdin sem hann hleypur er mæld þegar tíminn er liðinn og út frá því er hægt að mæla þoltölu einstaklingsins og bera saman við aðra. Formúlan er eftirfarandi: **(22.351x km) – 11.288 = Vo2max** (Wood 2009). Það eru til margar töflur sem sýna viðmiðunar tölur fyrir bæði mismunandi aldurshópa og kyn en hérna er ein slík.

Age	Excellent	Above Average	Average	Below Average	Poor
Male 20-29	>2800m	2400-2800m	2200-2399m	1600-2199m	<1600m
Females 20-29	>2700m	2200-2700m	1800-2199m	1500-1799m	<1500m
Males 30-39	>2700m	2300-2700m	1900-2299m	1500-1999m	<1500m
Females 30-39	>2500m	2000-2500m	1700-1999m	1400-1699m	<1400m
Males 40-49	>2500m	2100-2500m	1700-2099m	1400-1699m	<1400m
Females 40-49	>2300m	1900-2300m	1500-1899m	1200-1499m	<1200m
Males >50	>2400m	2000-2400m	1600-1999m	1300-1599m	<1300m
Females >50	>2200m	1700-2200m	1400-1699m	1100-1399m	<1100m

(Mackenzie 2009)

3.4 Mjólkursýrumæling

Mjólkursýrumæling er ögn flóknara fyrirbæri heldur en prófin hér á undan. Mjólkursýrumæling er meira próf sem er framkvæmt á rannsóknarstofu heldur en í vettvangsprófun. Hægt er að framkvæma þessa mælingu á nokkra vegu, hér verður fjallað um eina aðferð.

Markmið mjólkursýrumælinga er að mæla tímapunkturinn þar sem mjólkursýra fer að safnast fyrir í blóði á æfingum með vaxandi ákefð. Hún getur orsakast af aukinni myndun mjólkursýru eða minnkaðrar hreinsunar hennar úr blóði. Einnig geta báðir þættirnir orsakað mjólkursýru. Mjólkursýra gefur til kynna að aukinn hluti orkueyðslunnar komi frá loftfirrtum kerfum. Mjólkursýra myndast eingöngu við niðurbrot á kolvetnum. Ástæður mjólkursýru í blóði eru ef myndun pýróþrúgusýru er örari en oxun hennar inni í Krebshring, en þá er pýróþrúgusýrunni breytt í mjólkursýru (Wilmore og Costill 2004:124).

Í þessu prófi okkar er notast við sérstakt mælitæki þar sem blóðsýni er tekið á sérstaka strimla, það er fært í tækið sem svo segir okkur hversu mikil mjólkursýran er í íþróttamanninum.

Búnaðurinn sem þarf til prófsins eru mælitækið og strimlarnir með því, hlaupabretti, blað og skriffæri til að skrá niðurstöður.

Prófið fer þannig fram að íþróttamaðurinn hleypur í 4 mínútur í senn en hraðinn er aukinn eftir það. Prófið er framkvæmt svona:

Hraði á hlaupabretti í km/klst	Mínútur í senn	Mjólkursýra
10.0	4 mín	? mM
12.2	4 mín	? mM
14.4	4 mín	? m/M
16.0	4 mín	? m/M

Það er stungið og mælt eftir hverja 4 mín. lotu og styrkur mjólkursýru fundin út hjá íþróttamanninum. Yfirleitt er gengið út frá því að þegar íþróttamaðurinn er komin yfir 4 mM í mjólkursýru þá sé hámarkinu náð og mælingunni er hætt.

4.0 Aðferð

4.1 Vo2max mæling

Hægt er að framkvæma Vo2max mælingar á marga vegu. Vo2max þýðir hámarkssúrefnisupptaka. Hámarkssúrefnisupptaka er efri mörk þess súrefnis sem líkaminn getur tekið inn og notað, þ.e.a.s. millilítra súrefnis á mínútu á hvert kíló líkamsþyngdar viðfangs (Wilmore og Costill 2004:142). Með mælingu á hámarkssúrefnisupptöku er verið að mæla afl oxunarkerfisins sem gefur vísbendingu um afkastagetu líkamanns, þ.e. úthald hjarta, öndunar og loftháð fitness en það gefur okkur svokallaða þoltölu. Vo2max er háð nokkrum þáttum: Aldri, kyni, FFM (e.fat free mass), stærð, þyngd, líkamsfitu, þjálfun og genum. Vo2max er mælt sem hlutfall af líkamsþyngd, ml/kg/mín, en með því að gera það leyfa þessar mælingar samanburð á misstórum og þungum einstaklingum.

Vo2max mælingar eru vel viðurkenndar mælingar og eru oft taldar vera „gullstandard“ fyrir loftháða afkastagetu einstaklingsins. Þjálfunarlífeðlisfræðingar telja að bein mæling á Vo2max við hámarksþjálfun sé ákveðin viðmiðun fyrir mælingar á loftháðri getu. Hins vegar krefjast svona mælingar dýrs útbúnaðar og ákveðinnar sérþekkingar mælenda (Heyward 2002: 35).

Algengast er að mæld sé hámarkssúrefnisupptaka á hlaupabretti en þó er það ekki algilt. Margar útfærslur eru á því hvernig þær mælingarnar fara fram, þ.e.a.s. hvernig hraðinn og hallinn á brettinu sjálfu er stilltur. En hins vegar eiga þær það allar sameiginlegt að vera hámarkspróf, þ.e. íþróttamaðurinn reynir á sig þangað til hann getur ekki meira.

Mæling: Vo2max mælingarnar fóru fram á hlaupabretti í rannsóknarstofu í Stapa, sem er aðsetur sjúkraþjálfunarskors Háskóla Íslands, sunnudaginn 15. mars 2009. Íþróttamennirnir voru allir búnir að fá úthlutaðan tíma þann daginn og komu allir á réttum tíma. Þegar íþróttamennirnir mættu var byrjað á því að útskýra fyrir þeim hvernig prófið gengi fyrir sig, hver ávinningurinn væri og til hvers væri ætlast af þeim.

Ferlið hófst á 5 mínútna frjálsri upphitun þar sem skokkað var á hlaupabrettinu og teygt létt eftir það. Sett var á íþróttamanninn púlsklukka til að hægt væri að fylgjast með og skrá hámarkspúlsinn að mælingunni lokinni. Síðan var sett á hann höfuðgríma sem tengd var við tölvu með slöngu. Nefklemma var sett á íþróttamanninn svo hann myndi einungis anda í gegnum slönguna. Með henni er bæði út- og innöndunar loftið greint og þannig reiknar tölvan út hversu mikið súrefni er tekið inn og notað.

Eftir það var prófið sett í gang. Hraðinn á brettinu var 3.9 m/sek. Það var fyrirfram ákveðinn hraði sem notaður var út allt prófið. Byrjunarhallinn var 0% og það var hlaupið þannig í 2 mínútur. Eftir hverja tveggja mínútna lotu var hallinn hækkaður um 2%, þannig að æ erfiðara var fyrir íþróttamanninn að hlaupa. Kannað var með púlsinn eftir hverja tveggja mínútna lotu og hann skráður niður. Þar sem þetta er hámarkspróf þá annaðhvort stekkur íþróttamaðurinn af brettinu þegar hann gefst upp eða ýtt er á öryggisrofann og brettið stoppað. Tölvan reiknar út þoltölu einstaklingsins



(Quinn 2008)

og hún er notuð við úrvinnslu þessarar mælingar en einnig er hámarkspúlsinn skráður niður.

Þýði: Íþróttamennirnir sem þreyttu þessa mælingu voru 16 leikmenn meistaraflokks karla Vals í knattspyrnu. Valur leikur í úrvalsdeildinni hérna á Íslandi og leikmenn liðsins eru hálf- atvinnumenn þar sem þeir fá greiðslu fyrir að leika knattspyrnu en eru samt sem áður flestir í vinnu og/eða skóla með. Fyrir mælinguna var skráð niður hæð, þyngd og aldur íþróttamanna. Þeir 15 leikmenn sem tóku þátt voru útileikmenn, einn markmaður og einn leikmaður sem var tæpur vegna meiðsla en tók þátt.

Aðbúnaður: Notast var við þann aðbúnað sem var til staðar í rannsóknarstofunni í Stapa. Hlaupabretti með stillanlegan hraða, auk þess sem hægt er að stilla hallann að vild. Polar

púlslukka, gríma og tölvubúnaður sem nauðsynlegur var til þess að fylgjast með framvindu mála.

Fyrirmæli: Íþróttamennirnir fengu þau fyrirmæli þegar þeir mættu á staðinn að þetta væri hámarkspróf og ætlast væri til 100% frammistöðu og ætlast var til að þeir hættu ekki fyrir en þeir væru algerlega búnir á því. Þeim var sagt hvernig prófið færi fram og að tilgangurinn með því væri að finna út þoltöluna þeirra. Þoltalan var útskýrð fyrir þeim og þeir fengu að sjá töflu yfir það hvað væri gott að ná.

4.2 Yo- Yo intermittent endurance test – level 2

Yo-Yo prófin eru þrjú talsins en þau eru: Yo-Yo endurance test, Yo-Yo intermittent endurance test og Yo-Yo intermittent recovery test. Í hverju prófi fyrir sig eru tvö stig (elevel) fyrir annað hvort byrjendur eða lengra komna. Stig 1 er fyrir byrjendur og fólk í almennri líkamsrækt en stig 2 er fyrir íþróttamenn sem stunda íþrótt á keppnisgrundvelli (Bangsbo, Krusturp, Mohr, Balsom 2006).

Yo-Yo intermittent endurance test (YIET) – level 2 var notað við þessa rannsókn en ástæðan er vegna þess að bæði var verið að mæla einstaklinga sem eru íþróttamenn á keppnisstigi en einnig vegna þess að mælingarnar eru mjög fótboltafkar. Yo-Yo prófin eru gerð fyrir þær íþróttir þar sem að mikið er um „interval” spretti, þ.e.a.s. stutta spretti og síðan pásu þar á milli auk þess að stefnubreytingar eiga sér stað. Íþróttir eins og tennis, handbolti, körfubolti og fótolti eiga því vel við (Bangsbo 2006).

YIET prófið á margt líkt með píp prófinu sem að búið er að fjalla um hér að ofan því prófið samanstendur af 20 m sprettum í takt við hljóðmerki. Hins vegar er það sem aðgreinir prófið frá Píp prófinu, að eftir 40 m sprett (20 m fram og til baka) þá er alltaf 5 sekúndna endurheimt á milli sem gerir þetta próf líkara keppni, því í keppni kemur alltaf pása inn á milli þar sem íþróttamaðurinn getur kastað mæðinni. YIET prófið mælir sem sagt getu íþróttamannsins til að taka marga endurtekna spretti yfir langt tímabil (Bangsbo 2006).

Mæling: YIET – level 2 mælingin var framkvæmd þann 23. mars á gervigrasvelli í Sporthúsinu í Kópavogi. Íþróttamennirnir eiga æfingatíma þar og æfa vikulega þannig að þeir þekkja svæðið. Það er spilað og æft á gervigrasvöllum yfir undirbúningstímabilið, svo þetta undirlag er eins líkt keppnisundirlagi og hægt er. YIET prófið var valið með þennan hóp keppnismanna í huga og vegna þess að þetta próf er gert fyrir íþróttir eins og fótolta. Íþróttamennirnir sem tóku þetta próf höfðu tekið það tveim vikum áður, þannig að þeir þekktu prófið og vissu hvernig það færi fram.

Búið var að setja upp brautina og stilla tækin þegar leikmennirnir komu. Þeir fóru beint í að hita upp í um 10 mín, frjálst skokk fram og til baka og síðan léttar teygjur eftir það. Þeir 16 leikmenn sem tóku þátt í Vo2max mælingunni tóku þátt í þessu prófi. Átta voru prófaðir í einu á meðan hinir átta skráðu niður ferðirnar hjá sínum félagamönnum sem að þeir völdu sjálfir. Áður en prófið byrjaði settu íþróttamennirnir á sig Polar púlssklukkur til þess að geta fylgst með púlsinum og borið hann saman við hámarkspúlsinn úr Vo2max mælingunni.

Prófið er hámarksþolpróf þar sem íþróttamenn hlaupa ákveðna vegalengd eftir hljóðmerki. Prófið mælir getu íþróttamanna til þess að framkvæma skorpuvinnu á fyrirfram ákveðnum tíma en alltaf með 5 sekúndna hvíld á milli (Bangsbo 2006). Leikmenn eru ræstir af stað með hljóðmerki frá keiluröð, þeir hlaupa 20 metra áfram að annarri keiluröð. Þar bíða þeir aftur eftir hljóðmerki, en við það hlaupa þeir til baka á byrjunarreit. Þegar komið er á byrjunarreit ganga/skokka þeir rólega 2.5 m að keilum og til baka, síðan eru þeir ræstir aftur af stað frá byrjunarreit og næsta ferð er farin (Bangsbo 2006).



(Wood 2009)

Hraðinn er síðan aukinn jafnt og þétt þó svo að 5 sek. hvíldin haldi sér alltaf. Þegar íþróttamaður er hættur að ná á að keiluröðunum þegar hljóðmerkið heyrir þá fær hann eitt tækifæri, eftir það er hann dæmdur úr leik og vegalengdin sem hann fór reiknuð.

Niðurstaða prófsins fæst með því að reikna hlaupna vegalengd á milli 20 m keilnana. Þeir 5 m sem farnir eru í hvíld eru ekki taldir með. Einnig er skráður hámarkspúls íþróttamannsins til viðmiðunar við aðrar mælingar.

Þýði: 16 leikmenn úr meistaraflokki karla Vals í knattspyrnu tóku þetta próf. Þeir sömu og tóku Vo2max mælinguna. 15 útileikmenn voru í hópnum og einn markmaður. Einn

leikmaður hafði verið að spila landsleik daginn áður og var þreyttur en hann tók samt þátt. Hinir vissu af þessu og voru vel upplagðir.

Aðbúnaður: Málband, geisladiskur með Yo-Yo intermittent endurance test – level 2, geislaspilari, hljóðkerfi, keilur, blað til að skrá niðurstöður, penni og Polar púlssklukkur.

Fyrirmæli: Íþróttamennirnir höfðu farið í þetta próf áður svo ekki var þörf á því að útskýra það fyrir þeim aftur. Brýnt var fyrir þeim að leggja sig alla fram og pína sig eins og mögulegt væri. Þeim var sagt að muna að leggja ekki af stað á undan hljóðmerkinu eftir 5 sekúndu hvíldina.

5.0 Niðurstöður

Ég tel að niðurstöður eins leikmannsis af þessum 16 sem tóku bæði prófin séu ekki nothæfar. Annars vegar þá er þoltala hans það há að hún er nánast óraunhæf og tel ég þörf á því að mæla hann aftur til að hægt sé að staðfesta að hún standist. Hins vegar þá var sá hinn sami að spila landsleik á móti Færeyjum daginn fyrir Yo-Yo mælinguna og þar af leiðandi gat hann ekki gefið allt í þær mælingar.

Ákveðið var að taka ekki hans mælingar með í niðurstöðum. Þýðið telur því 15 leikmenn.

Unnið var úr niðurstöðum í SPSS tölfræði forritinu.

Byrjað var á því að skrá niður aldur, hæð og þyngd leikmanna en það lítur svona út:

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Aldur leikmanns	16	17	32	24,00	4,320
Þyngd leikmanns	16	69	100	81,28	7,905
Hæð leikmanns	16	172	192	182,53	6,428
Valid N (listwise)	16				

5.1 Vo2max mæling

Þoltölur úr Vo2max mælingu

Taflan sýnir þoltölur leikmannana úr Vo2max prófinu.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	51,6	1	5,9	6,7	6,7
	53,5	1	5,9	6,7	13,3
	56,7	1	5,9	6,7	20,0
	57,4	1	5,9	6,7	26,7
	57,9	1	5,9	6,7	33,3
	59,2	1	5,9	6,7	40,0
	61,7	1	5,9	6,7	46,7
	62,5	1	5,9	6,7	53,3
	64,9	2	11,8	13,3	66,7
	65,4	1	5,9	6,7	73,3
	65,9	1	5,9	6,7	80,0
	66,2	1	5,9	6,7	86,7
	71,0	1	5,9	6,7	93,3
	73,5	1	5,9	6,7	100,0
	Total	15	88,2	100,0	
Missing	81,6	1	5,9		
	System	1	5,9		
	Total	2	11,8		
Total	17	100,0			

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Þoltala úr Vo2max mælingu	15	51,6	73,5	62,153	6,1457

Taflan sýnir hæsta- og lágsta gildi, auk meðaltals og staðalfráviks þoltalna úr Vo2max

5.2 Yo-Yo intermittent endurance test- level 2

Vegalengd í m. úr Yo-Yo mælingu

Taflan sýnir vegalengd (m) leikmanna úr Yo-Yo intermittent endurance test – level 2.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1640	2	11,8	13,3	13,3
	2360	1	5,9	6,7	20,0
	2480	2	11,8	13,3	33,3
	2680	1	5,9	6,7	40,0
	2920	2	11,8	13,3	53,3
	2960	1	5,9	6,7	60,0
	3200	3	17,6	20,0	80,0
	3240	2	11,8	13,3	93,3
	3600	1	5,9	6,7	100,0
	Total	15	88,2	100,0	
	Missing	1600	1	5,9	
System		1	5,9		
Total		2	11,8		
Total		17	100,0		

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Vegalengd í m. úr Yo-Yo mælingu	15	1640	3600	2784,00	577,047

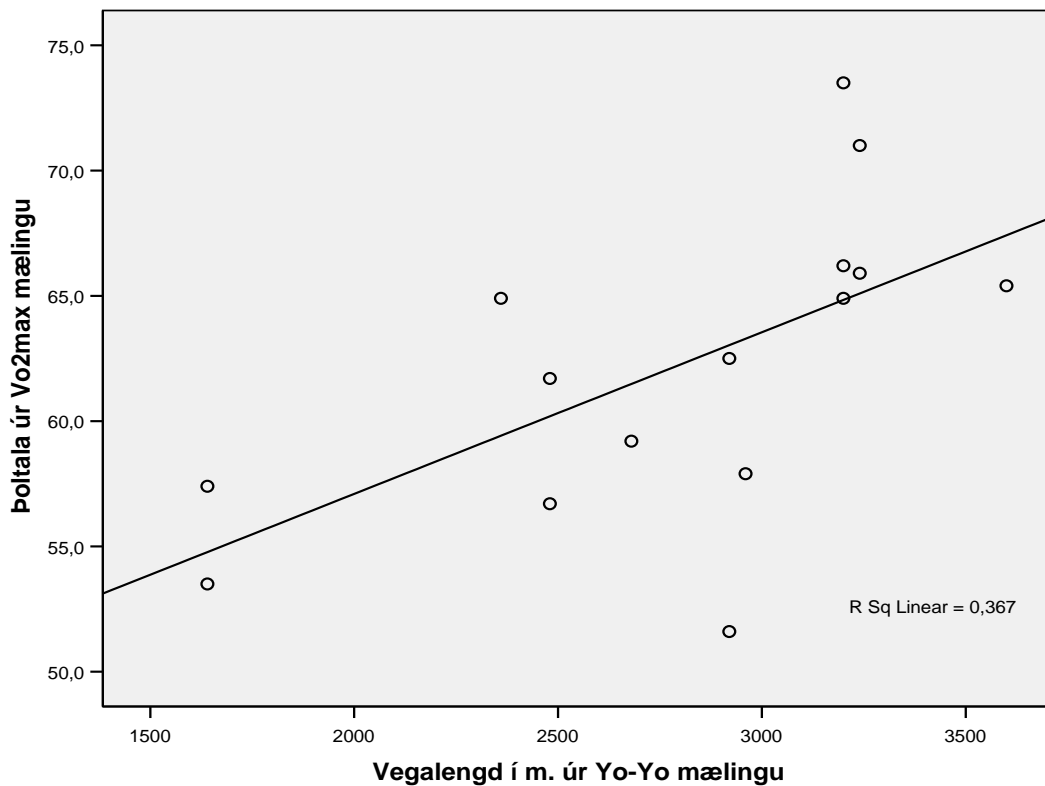
Taflan sýnir hæsta- og lágsta gildi, auk meðaltals og staðalfráviks þoltalna úr Yo-Yo prófi.

5.3 Samanburður prófanna

Taflan sýnir marktæka fylgni á milli prófanna tveggja, eða $r = 0,606$, $P < 0.05$.

Correlations			
		Þoltala úr Vo2max mælingu	Vegalengd í m. úr Yo-Yo mælingu
Þoltala úr Vo2max mælingu	Pearson Correlation	1	,606(*)
	Sig. (2-tailed)		,017
	N	15	15
Vegalengd í m. úr Yo-Yo mælingu	Pearson Correlation	,606(*)	1
	Sig. (2-tailed)	,017	
	N	15	15

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).



Þessi tafla sýnir samband á milli Yo- Yo intermittent endurance test – level 2 og Vo2max hlaupaprófs á hlaupabretti.

Á Y- ásnum sjást þoltölur leikmannana en á X- ásnum eru vegalengdirnar í metrum. Á þessari töflu sést greinilega að það er mjög sterk jákvæð fylgni á milli útkomunar úr hvoru prófi fyrir sig.

Sem sagt, flestir sem eru með háa þoltölu skora hátt á YIET.

Hámarkspúlsinn getur verið gott að mæla samhliða þolprófum. Sérstaklega ef að það á að bera saman tvö próf. Hægt er að vera nokkuð viss um það, ef hámarkspúlsinn hjá leikmönnum er svipaður í báðum prófum, þá hafi þeir lagt álíka mikla vinnu við þau.

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Hámarkspúls úr Vo2max	16	174	203	185,44	9,237
Hámarkspúls úr Yo-Yo prófi	16	170	215	187,44	11,679
Valid N (listwise)	16				

Hér er tafla sem að sýnir hæsta- og lágsta gildi, meðaltal og staðalfrávik fyrir hámarkspúls beggja prófa.

Hægt er að lesa út frá þessari töflu að sterk jákvæð fylgni er á milli hámarkspúls þessara tveggja prófa, eða $r = 0.754$, $P < 0.01$. Sem segir okkur að leikmennirnir hafi lagt svipað mikið á sig við bæði prófin.

		Hámarkspúls úr Vo2max	Hámarkspúls úr Yo-Yo prófi
Hámarkspúls úr Vo2max	Pearson Correlation	1	,754(**)
	Sig. (2-tailed)		,001
	N	16	16
Hámarkspúls úr Yo-Yo prófi	Pearson Correlation	,754(**)	1
	Sig. (2-tailed)	,001	
	N	16	16

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

6.0 Umræður

Framkvæmdin á mælingunum tveimur gekk mjög vel. Leikmenn voru misánægðir með það að taka þessi próf, en þeir hins vegar gerðu sitt allra besta að mínu mati. Það hjálpaði að Willum þjálfari lagði mikið upp úr því að þeir mættu á staðinn og gæfu allt í mælingarnar.

Yo- Yo mælingarnar gengu mjög vel fyrir sig enda voru menn að taka þær í annað skipti. Ég held að það hafi flýtt vel fyrir öllu ferlinu að þeir hafi þekkt prófið. Allir lögðu sig mjög mikið fram við það, en hins vegar var einn leikmaðurinn að spila daginn áður með landsliðinu og það sást að það sat mikið í honum. Hann náði sér engan vegin á strik og þurfti að gefast upp fljótlega, ákveðið var að hans útkoma væri ómarktæk og því var ákveðið að nota hana ekki. Valsliðið kom mjög vel út úr þessari mælingu en margir voru að skora mjög hátt. Það sést á að meðaltals vegalengd liðsins var 2784 ± 577 m. sem er mjög góður árangur. Til viðmiðunar fann ég rannsókn sem gerð var á 17 ára leikmönnum frá U-18 ára landsliðs Singapúr, þar var meðaltals vegalengd þeirra 1676 (Azis, Tan og Teh 2005). Hins vegar er ekki vitað á hvaða tímabili þjálfunarinnar sú rannsókn var framkvæmd, þannig að það gæti verið varhugavert að bera það saman. Það er fréttæmt að 6. leikmenn sem að fara yfir 3000 m. og einnig er það gott að aðeins 2 leikmenn eru undir 2000 metrum en það eru þeir sem að annað hvort nýkomnir úr meiðslum eða sá sem að var að spila landsleik daginn áður.

Vo2max mælingarnar voru mjög óþægilegar fyrir marga, en það var svolítið kvartað yfir því að fá innilokunarkennd. Hins vegar mættu allir og gerðu sitt allra besta og ég tel að allir hafi staðið sig með stakri þryði. Ég fékk til liðs við mig Gunnar Axel Davíðsson og Andrés Þórarinn Eyjólfsson til þess að aðstoða mig við þessar mælingar en þeir eru þaulvanir á þessi tæki og voru mér ómetanlegir við þennan hluta rannsóknarinnar.

Það sést á þoltölunum að liðið er í töluvert góðu líkamlegu ásigkomulagi. Meðal þoltala liðsins var 62.2 ± 6.1 ml/kg/min en það verður að teljast mjög gott fyrir knattspyrnuleikmenn. Til viðmiðunar voru 17 ára leikmennirnir frá Singapúr sem að vitnað var í að ofan með $57,8$ ml/kg/min að meðaltali (Azis, Tan og Teh 2005). Sá sem að skoraði lægst í þessari mælingu var leikmaður sem að er nýstigin uppúr meiðslum, en

hann kom engu að síður mjög vel út úr þessari mælingu eða með 51,6 ml/kg/min. Hins vegar sá sem kom best út úr þessari mælingu var með þoltöluna 81,6 ml/kg/min. Sú mæling sló okkur (mælendur) svolítið þar sem að það verður að teljast mjög há tala. Ef að við berum það saman við viðmiðunartölur sem skoðaðar hafa verið, þá er til dæmis heimsmetið 96.0 ml/kg/min en það á Björn Dæhlie sem er norskur skíðagöngumaður. Lance Armstrong með 84,0 ml/kg/min (Wood 2008). Miðað við þessar tölur er ég nánast á því að eitthvað hafi klikkað í mælingunni og ég hefði gjarnan viljað mæla hann aftur seinna, en því miður var ekki tími til þess. Ákveðið var að mæling þessa leikmanns væri ekki marktæk og henni var sleppt.

Samanburðurinn gekk vel. Það var hins vegar einn einstaklingur sem að ákveðið var að sleppa vegna þessa að niðurstöðurnar úr hans mælingu voru að mínu mati ómarktækar. Ég fann enga formúlu sem virkaði til þess að reikna út þoltölu úr YIET prófinu. Hins vegar fann ég nokkrar formúlur sem reiknuðu þoltölu en þær formúlur voru fyrir Píp prófið og Yo-Yo intermittent recovery prófið. Þó svo að þetta séu svipuð próf er ekki hægt að nota sömu formúlu. Hins vegar skoðaði ég nokkrar greinar bæði erlendar og íslenskar og þar er þoltalan úr Vo₂max prófinu borin saman við vegalengdina (m) sem hlaupin er úr YIET – level 2 mælingunni. Úr því er svo hægt að álykta hvort þeir sem eru með háa þoltölu, skori hátt í YIET prófinu. Það getur gefið okkur að ef einstaklingur skorar hátt í YIET prófinu þá ætti hann að vera með háa þoltölu og þar af leiðandi í góðu formi. Það var í raun tilgangurinn með þessari rannsókn þ.e.a.s að finna út hvort að hægt sé að bera saman niðurstöður úr YIET –level 2 við Vo₂max mælingar. Ég tel að það hafi tekist mjög vel og góðar niðurstöður hafi fengist. Einnig er gott að sjá tölurnar yfir hámarkspúls leikmannana, því þar sést glöggst að þeir hafi verið að leggja sig alla fram við framkvæmd prófanna.

7.0 Ályktun

Ég hafði kynnt mér þetta efni vel fyrir mælingarnar og var með nokkuð fastmótaðar hugmyndir um það hver útkoman yrði. Samt sem áður fannst mér nauðsynlegt að láta á þetta reyna því ég tel gríðarlega mikilvægt að fá á hreint hvort sérhæf knattspyrnu þolpróf standist gamla góða hámarkssúrefnisprófinu snúning. Eftir að hafa lesið úr niðurstöðunum komst ég að því að mínar fyrirfram gefnu hugmyndir voru réttar. Ég hafði þó getið mér til um að það yrði meiri munur á þessum mælingum. Vo₂max mælingarnar eru þær nákvæmstu sem um getur og það að svona einfalt vettvangspróf eins og Yo-Yo intermittent endurance test, geti komið svo nálægt því að segja til um loftháða getu einstaklingsins hlýtur að vera fagnaðarefni fyrir bæði þjálfara, leikmenn og íþróttafélög. Tilgátan mín um að þessar mælingar gefi svipaða mynd af þolútkomu einstaklingsins stenst því algerlega.

8.0 Lokaorð

Þetta lokaverkefni hefur verið ákaflega skemmtilegt, en jafnframt krefjandi og lærdómsríkt. Verkefnið hefur mikið hagnýtt gildi fyrir mig sem þjálfara þar sem ég get nýtt mér þessar upplýsingar seinna meir og notast við Yo- Yo prófið við þolmælingar og vitað að þær gefi mér marktæka niðurstöðu. Einnig tel ég að það hafi hjálpað þjálfara Vals að þekkja og meta liðið sitt betur. Þetta verkefni varpar ljósi á þá staðreynd að ekki þarf alltaf að notast við það sem er dýrast og flóknast heldur eru stundum auðveldari lausnir til. Það sem kom mér mest á óvart við gerð þessa verkefnis var gríðarlega gott form íþróttamannanna. Ég hafði hvorki gert mér vonir um svona háar þoltölur og ekki heldur að þeir myndu skora svona hátt í YIET prófinu. Það er greinilegt að það er vel staðið að málum hjá Val og þessar niðurstöður gefa mér þá hugmynd að íslensk félag standi vel að vígi hvað varðar loftháða þolgetu.

Þakkir:

Willum Þór Þórsson þjálfari meistaraflokks Vals fyrir að leyfa mér að mæla liðið sitt og gefa sér tíma til að hjálpa til. Leikmenn meistaraflokks Vals fyrir að taka þátt, taka þessu af mikilli alvöru og gera sitt besta. Andrés Þórarinn Eyjólfsson og Gunnar Axel Davíðsson fyrir að eiga stærstan þátt í Vo2max mælingunum og hjálpa til við úrvinnslu gagna. Einnig mikla velvild. Örn Ólafsson fyrir hugmyndina og leiðsögn við þetta verkefni. Aðalheiður Sigurðardóttir fyrir prófarkalestur og aðra hjálp. Hera Birgisdóttir fyrir mikinn stuðning, skilning og hjálp á meðan á þessu verkefni stóð.

Halldór Jón Sigurðsson, 011083 3319

9.0 Heimildarskrá

Aziz, Abdul., Tan, Frankie HY., Teh, Kong Chuan. 2005. *A pilot study comparing two field tests with the treadmill run test in soccer players.*

Sótt 11. apríl af: <http://www.jssm.org/vol4/v4n2-3text.php>

Bangsbo, J., Krstrup, P., Mohr, M., Balsom, P. 2006. *Principles of the Yo-Yo test.*

Soccerfitness.com.

Sótt 17. apríl af: <http://www.soccerfitness.com/testing/2/5-principles-of-the-yo-yo-tests>

Gjerset, Asbjorn., Haugen, Kjell., Holmstad, Per., 1999. *Þjálfraði. 2. útgáfa. Iðnú,* Reykjavík

Heyward, H. Vivian. 2002. *Advanced Fitness assesment and exercise Prescription.*

Human Kinetics. 4. útgáfa

MacDougall, Duncan J., Wenger, Howard A., Green, Howard. 1982. *Physiological Testing of the High performance Athlete.* Human Kinetics. 2. útgáfa

Mackenzie. Brian. Cooper Vo2max test. 2009. *Normative data for the cooper test.*

Brianmac.

Sótt 15. apríl af: <http://www.brianmac.co.uk/gentest.htm>

Impellizzeri, F.M., Mognoni, P., Sassi, A., Rampinini, E. 2003. *Test to evaluate Aerobic Fitness changes in soccer players.* Football science

Quinn. Elizabeth. What is Vo2max. 2008. *Vo2max Measures Aerobic Fitness and Maximal Oxygen Uptake.* Sportsmedicine.about.

Sótt 21. apríl af:

http://sportsmedicine.about.com/od/anatomyandphysiology/a/vo2_max.htm

Reilly, Thomas., William, M A. 2003. *Science and Soccer*. Routledge. 2. útgáfa

William, Jack H., Costill, David L. 2004. *Physiology of sport and exercise*. Human Kinetics. 3. útgáfa

Wood J, Rob. Fitness testing. 2009. *Beep test instructions*. Topendsports.
Sótt 19. apríl af: <http://www.topendsports.com/testing/tests/20mshuttle.htm>.

Wood J, Rob. Fitness testing. 2009. *Cooper 12 minute run*. Topendsports.
Sótt 19. apríl af: <http://www.topendsports.com/testing/tests/cooper.htm>

Wood J, Rob. Faster, higher, stronger. 2008. *Vo2max test records*. Fitness. Testing.
Sótt 15. apríl af: <http://www.fitness.testing.8m.com/vo2max.test.htm>