



LÍKAMSBEITING Í RÉTTSTÖÐULYFTU HJÁ FÓLKI SEM STUNDAR CROSSFIT

Birkir Vagn Ómarsson

Lokaverkefni í íþróttافرæði BSc

2013

Höfundur/höfundar: Birkir Vagn Ómarsson

Kennitala: 060282-5019

Leiðbeinandi: Einar Einarsson og Pétur Sigurðsson

Tækni- og verkfræðideild

School of Science and Engineering

Útdráttur

Líkamsbeiting í réttstöðulyftu hjá fólki sem stundar Crossfit. Birkir Vagn Ómarsson. (2013). **Tilgangur:** Markmið rannsóknarinnar var að athuga líkamsbeitingu við framkæmd réttstöðulyftu hjá vönum og óvönum einstaklingum í líkamsrækt. Athugað var hvort þreyta hefði áhrif á hreyfiferla og rafvirkni vöðva í réttstöðulyftu. **Aðferðir:** Þátttakendur framkvæmdu nokkur sett af 70 kg í réttstöðulyftu í bland við aðrar æfingar. Vöðvarafrit var skráð af fjórum vöðvum. Tveir vöðvar í neðri útlím og tveir í bol. Myndbandsupptökuvél var notuð til að taka upp hreyfinguna og meta breytingar á liðferlum þátttakenda. **Niðurstöður:** Niðurstöður sýndu að vöðvavirkni var öðruvísi hjá óvönum þátttakendum miðað við vana þátttakendur. Kom í ljós að vanir framkvæmdu hreyfinguna mun hraðar en óvanir. Þreyta fór að segja til sín mun fyrr hjá óvönum. Niðurstöður leiddu það í ljós að meirihluti þátttakenda framkvæmdu réttstöðulyftu vitlaust. Einnig kom í ljós ákveðið samspil milli þess að þegar vöðvavirkni í baki jókst, þá minnkaði vöðvavirkni í kvið. **Ályktun:** Það kom í ljós að við þreytu þá breyttist líkamsbeiting þátttakenda til hins verra. Það er því vert að skoða það hvort framkvæma eigi réttstöðulyftur þegar einstaklingur er orðinn það þreyttur að líkamsbeiting hans er orðin röng.

Formáli

Íþróttir hafa átt hug minn allan frá því að ég var krakki. Ég hef æft íþróttir frá því ég var fjögurra ára. Lengst af æfði ég fótbolta, eða í 24 ár. Í gegnum fótboltann kynntist ég lyftingum. Eftir að ég lagði skóna á hilluna hef ég verið í alls konar líkamsrækt. Ég hef prófað Crossfit og líkaði mér það nokkuð vel, skemmtilegt. Ég hef þjálfað sem einkaþjálfari í þrjú ár og hef mikinn áhuga á þjálfun. Ég hef fylgst vel með Crossfit frá því að það ruddi sér almennilega til rúms á Íslandi fyrir um fimm árum. Þegar ég horfi á crossfitmót og fólk á erfiðum crossfit æfingum hef ég oft velt því fyrir mér hvernig það framkvæmir æfingar. Það var kveikjan á þessari rannsókn.

Höfundur vill þakka eftirtöldum aðilum fyrir aðstoð við rannsóknina.

Crossfit-stöðin

fyrir að leyfa mér að nota aðstöðuna hjá sér.

Einar Einarsson

fyrir góða leiðsögn, yfirlestur og að kenna mér það helsta á EMG og Kine-Pro.

Pétur Sigurðsson

fyrir aðstoð við verkefnið, yfirlestur verkefnisins og leiðsögn.

Þátttakendur

fyrir að koma og gefa mér tíma af sínum frítíma.

Íþróttافرæð námsbraut

fyrir að fá að nota tæki og tól til mælinga og úrvinnslu gagna.

Dagný Gunnarsdóttir

fyrir mikið umburðarlyndi á meðan á rannsóknarvinnu stóð.

Ómar Sigurvin Gunnarsson og Linda Arilíusardóttir

fyrir að lesa yfir ritgerðina

Efnisyfirlit

Útdráttur	2
Formáli	3
Efnisyfirlit	4
Yfirlit yfir töflur og myndir	5
<i>Myndir</i>	5
<i>Töflur</i>	5
Inngangur	6
<i>Markmið rannsóknar</i>	9
Fræðilegur hluti	11
<i>Almennt um réttstöðulyftu</i>	11
<i>Crossfit</i>	13
<i>Lífeðlisfræði vöðva</i>	15
<i>Þreyta</i>	17
<i>EMG</i>	18
Aðferð	21
<i>Þátttakendur</i>	21
<i>Búnaður</i>	21
<i>Framkvæmd</i>	21
<i>Gagnavinnsla</i>	22
Niðurstöður	25
Umræður	34
<i>Áreiðanleiki rannsóknar</i>	35
Heimildaskrá	37

Yfirlit yfir töflur og myndir

Myndir

Mynd 1: Vöðvavirkni í fjórum vöðvum hjá óvönum einstakling.....	26
Mynd 2: Vöðvavirkni í fjórum vöðvum hjá óvönum einstakling.....	27
Mynd 3: Vöðvavirkni í fjórum vöðvum hjá óvönum einstakling.....	28
Mynd 4: Vöðvavirkni í fjórum vöðvum hjá óvönum einstakling.....	29
Mynd 5: Vöðvavirkni í fjórum vöðvum hjá vönum einstakling	30
Mynd 6: Vöðvavirkni í fjórum vöðvum hjá vönum einstakling	31
Mynd 7: Vöðvavirkni í fjórum vöðvum hjá vönum einstakling	32
Mynd 8: Vöðvavirkni í fjórum vöðvum hjá vönum einstakling	33

Töflur

Tafla 1: Meðaltöl og staðalfrávik.....	25
Tafla 2: Einkunnir sérfræðings við mat á réttstöðulyftu.....	25

Inngangur

Offita er vandamál sem stór hluti heimsins glímir við. Alþjóðaheilbrigðisstofnunin (World health organization (WHO)) telur að offita sé ein vanmetnasta lýðheilsuógn sem heimurinn stendur frammi fyrir. Það eru vitanlega margir þættir sem spila þar inn í en mataræði og hreyfingarleysi fólks eru þar stærstu þættirnir (WHO e.d.).

Þrátt fyrir offituvandamál í vestrænum heimi hefur orðið mikil vakning varðandi almenna heilsu- og líkamsrækt á Íslandi. Hún á sér stað á meðal almennings, atvinnurekenda, opinberra aðila og í grunnskólum landsins (Menntamálaráðuneytið, 2006).

Í líkams- og heilsurækt er mikið í boði fyrir fólk, allt frá stafagöngu yfir í erfiða hópatíma sem ýta einstaklingum fram af brúninni. Fyrir 20 árum voru lyftingar, hlaup, pallaleikfimi og sund það helsta sem var í boði fyrir almenning. Í dag er flóran orðin stærri og ný líkamsræktarkerfi skjóta upp kollinum reglulega. Tabata, hot-yoga, body pump, spinning, TRX, pilates, ketilbjöllur o.fl. eru dæmi um líkamsrækt sem fólk getur valið um til viðbótar við það sem hefur verið til í lengri tíma. Ein af þessum nýjungum er Crossfit (Sporthúsið, 2013).

Oft er hægt að setja spurningarmerki við þær tegundir líkamsræktar sem í boði eru og auglýstar fyrir almenning. Það sem hentar einum þarf ekki að henta öðrum og það sama hentar ekki þeim sem eru í góðu formi og vanur hreyfingu og þeim sem eru að stíga sín fyrstu skref í líkamsrækt. Er aðal markmið þess sem auglýsir líkamsrækt, að hugsa um heilsu viðskiptavinarins, eða er markmið hans einungis að græða pening? Þetta er spurning sem vert er að spyrja sig þegar maður velur sér líkamsrækt.

Rannsóknir sýna að byrjendur í líkamsrækt eiga helst að nota líkamsræktartæki sem eru föst við gólf fremur en laus lóð og tæki (free weights). Það veitir einstaklingnum öryggi að gera æfingar í föstum æfingatækjum og í þeim getur hann einbeitt sér að æfa þá vöðva sem hann ætlar að æfa í það skiptið (Stone, Plisk og Collins, 2002).

Samkvæmt Stone, Plisk og Collins (2002) eru æfingar með laus lóð (free weight exercise) taldar árangursríkari en æfingar sem gerðar eru í föstum æfingatækjum. Með lausum lóðum er átt við handlóð, stangir, bekki,

ketilbjöllur, þyngdarvesti, skífur, bolta o.fl. Í föstum æfingataekjum er yfirleitt framkvæmd hreyfing sem verkar á ein liðamót. Í þessum æfingataekjum er einblínt á ákveðinn vöðva og hreyfingin er einangruð fyrir þennan vöðva (Stone o.fl. 2002).

Æfingar sem eru framkvæmdar í svona tækjum eru styrkjandi og eru taldar vera góður grunnur fyrir fjölliðaæfingar með lausum lóðum. Það getur verið tímafrekt að ná að æfa allan líkamann með tilheyrandi hvíldum á milli setta í föstum æfingataekjum. Í æfingum þar sem laus lóð eru notuð er líkaminn virkjaður á fleiri stöðum með fjölliða hreyfingum. Þessar æfingar reyna meira á stöðugleika þar sem litlir vöðvar eru notaðir til að halda við hreyfinguna, þær eru styrkjandi og þar að auki reyna þær á samhæfingu og þol. Þeir sem eru að stíga sín fyrstu skref í líkamsrækt fá meira öryggi ef þeir nota föst tæki. Í þessum æfingum þurfa einstaklingar ekki að hafa áhyggjur af því að missa lóð eða stangir. Eins er minni hættu á meiðslum þar sem hreyfingin sem er gerð á þeim hraða sem viðkomandi ræður vel við. Samkvæmt Stone og félögum eru föst æfingataeki betri kostur í endurhæfingu (Stone o.fl. 2002).

Réttstöðulyfta er grunnstyrktaræfing sem hentar þeim sem eru lengra komnir í líkamsrækt. Hún er framkvæmd með lyftingarstöng. Réttstöðulyfta er þar af leiðandi framkvæmd með lausum lóðum en ekki í föstum æfingataekjum. Hún er tæknilega erfið í framkvæmd og ef líkamsbeiting er ekki rétt getur það haft slæm áhrif á líkamann, sérstaklega á bak (Van Dieen o.fl. 1998).

Réttstöðulyfta er fyrst og fremst þekkt sem ein af keppnisgreininum í kraftlyftingum. Þar keppast íþróttamennirnir um það að lyfta sem mestu þyngdinni einu sinni (Kraftlyftingasamband Íslands e.d.).

Crossfit er háákefðar líkamsræktarkerfi sem fólk er mikið farið að stunda í dag og hafa Íslendingar verið duglegir að keppa í þessari grein. Við eigum heimsmeistara í kvennaflokki, Annie Mist Þórisdóttir. Mikil umræða hefur verið síðustu ár um það hvort Crossfit sé íþrótt eða líkamsræktarkerfi. Í rauninni er Crossfit alþjóðlegt vörumerki. Íslensk þýðing getur því verið erfið en krossþjálfun eða fjölhreysti eru orð sem hafa verið notuð yfir Crossfit. Í þessari ritgerð mun orðið Crossfit vera notað en ekki íslensk þýðing þess. Réttstöðulyfta er notuð í Crossfit á tvo vegu. Annars vegar þarf einstaklingur að ná sem mestri þyngd innan ákveðins tímaramma. Hins vegar er réttstöðulyfta

notuð í svokallaða æfingu dagsins (workout of the day, WOD) og þá alltaf í kappi við tímann í bland við aðrar æfingar.

WOD er æfing sem er sett upp af þjálfara. WOD er ýmist samblanda af æfingum sem einstaklingur þarf að klára á sem bestum tíma, þyngd sem einstaklingur reynir að ná á ákveðnum tíma eða sett sem einstaklingur reynir að ná eins mörgum umferðum af og hann getur á ákveðnum tíma. Það eru til WOD sem eru til viðmiðunar og þá getur einstaklingur séð muninn á sér miðað við það þegar hann tók þetta sama WOD fyrir ári síðan og svo aftur ári seinna. Dæmi um WOD: Fran er svokallað viðmiðunar WOD sem flestir sem æfa eða hafa æft Crossfit kannast við. Þetta er stutt en mjög erfitt WOD sem einstaklingur þarf að klára á sem bestum tíma. Það samanstendur af 21 – 15 – 9 endurtekningum af thruster og upphífungum. Thruster er framkvæmd þannig að lyftingarstöng er haldið við brjóstkassa og þannig er tekin hnébeygja. Stönginni er svo skotið upp fyrir höfuð með því að rétta úr hnjám og svo er hún sett aftur niður á brjóstkassa. AMRAP (As many rounds as possible): Þegar talað er um AMRAP er átt við að einstaklingur á að ná eins mörgum umferðum af ákveðnum æfingum og hann getur innan ákveðins tímaramma. Dæmi um AMRAP WOD er: 6 endurtekningar af snörun, 10 burpees yfir lyftingarstöng, 10 upphíingar. Styrkur: Þar á einstaklingur að ná eins mikilli þyngd í einhverri ákveðinni lyftingaræfingu og hann getur. Dæmi um styrktar WOD er að einstaklingur hefur fimm mínútur til að ná eins mikilli þyngd í hnébeygju og hann getur.

En Crossfit hefur vissulega kosti og galla. Vísbendingar eru uppi um að fólk leiti í auknum mæli til sjúkraþjálfara vegna bakmeiðsla eftir að hafa verið að stunda Crossfit. Ástæðan er oftast en ekki sú að fólk hefur fengið verk í bakið eftir að hafa framkvæmt mikið af réttstöðulyftum á æfingu eða í keppni. Oft er það vegna þess að fólk hafi framkvæmt réttstöðulyftuna vitlaust eða þá að það hafi verið of margar endurtekningar á æfingu eða í keppni. Rúnar Pálmarrson, sjúkraþjálfari (munnleg heimild, 2.mai 2013). Aðrir sjúkraþjálfarar taka undir það að fólk leiti meira til þeirra út af Crossfit. Héðinn Jónsson, formaður félags íslenskra sjúkraþjálfara segir að þróunin valdi sjúkraþjálfurum áhyggjum („Crossfit veldur fagfólki áhyggjum”, 2012).

Í þessari ritgerð mun verður farið í gegnum það hvernig Crossfit notar réttstöðulyftu í sínum æfingum og keppnum. Einnig verður skoðað hvernig líkamsbeiting hjá þeim sem stunda Crossfit er við framkvæmd réttstöðulyftu. Alls konar fólk stundar Crossfit um heim allan. Mikil deila hefur verið í kringum þetta líkamsræktarkerfi þar sem margir telja að Crossfit sé ekki fyrir alla, og þá alls ekki kyrrsetufólk eða þá sem eru að taka sín fyrstu skref í líkamsrækt. Á vefmiðlinum visir.is skrifaði Þórdís Lilja Gísladóttir, íþróttafræðingur, ólympíufari og íslandsmethafi í hástökki kvenna, um áhyggjur sínar af Crossfitþjálfun. Hún nefnir að reglur um þjálffræði séu brotnar í Crossfittímum. Hún talar einnig um að þjálfarar sem þjálfar Crossfit séu oft á tíðum lítið sem ekkert menntaðir í þjálfun eða kennslu, að það sé áhyggjuefni. Lögmál kennslufræðinnar eru brotin þar sem þjálfarar hendi iðkenndum sínum út í flóknar tæknilegar lyftingaæfingar án þess að vera búnir að veita þeim þá kennslu sem þarf svo að þessar lyftingaæfingar skili tilteknum árangri („Crossfit er galin líkamsrækt”, 2012).

Í rannsókninni er EMG vöðvarafritari notaður til að mæla vöðvavirkni hjá Crossfit iðkendum við framkvæmd þeirra á réttstöðulyftu. Eins mun líkamsbeiting vera skoðuð með hjálp myndbandsupptökuvélar. Merkingar voru settar á húð þátttakenda yfir hryggjaliði í mjóðaki. Hreyfing á þessum merkingum var skoðuð á myndbandi. Vöðvavirkni getur að einhverju leiti sagt til um hvort einstaklingur er að framkvæma réttstöðulyftuna rangt. Virkni í baki ætti þá að vera meiri ef einstaklingur er að nota bakið meira en hann ætti að gera í réttstöðulyftu. Þetta eru upplýsingar sem eiga að koma fram þegar mælt er vöðvavirkni hjá ákveðnum vöðvum.

Markmið rannsókna

Með þessari rannsókn er markmiðið að athuga hvort þreyta hafi þau áhrif á iðkendur að erfiðar tæknilegar lyftingaæfingar í Crossfit séu framkvæmdar vitlaust. Athugað var hvaða áhrif þreyta hefði á vöðvavinnu og hreyfiferla í réttstöðulyftu. Tveir mismunandi hópar voru bornir saman. Annar með vöðvum einstaklingum, hinn hópurinn með óvöðvum einstaklingum. Fjórir vöðvar voru athugaðir og fylgst með vöðvavirkni þeirra með vöðvarafritara. Einnig var fylgst með breytingum á liðferlum í gegnum æfinguna með aðstoð myndbandsupptökuvélar. Það var gert til að athuga hvort breytingar yrðu á hreyfingunni hjá

Þátttakendum þegar þeir yrðu þreyttir. Metið var hvort þreyta hefði meiri eða minni áhrif á tæknina hjá vönum heldur en óvönum einstaklingum sem æfa Crossfit. Með vöðvarafritanum er hægt að fylgjast með hvaða vöðvar þreytast fyrst hjá þessum hópum og hvort þreyta á einum vöðva hefði áhrif á vöðvavirkni annars vöðva. Þessi rannsókn getur hjálpað til við þjálfun fyrir crossfitþjálfara til að bæta líkamsbeitingu í réttstöðulyftum og jafnvel fleiri erfiðum lyftingaræfingum sem framkvæmdar eru í Crossfit.

Tilgátan er sú að þegar einstaklingar eru farnir að keppa í tæknilegum lyftingaræfingum í kapp við tímann, fari þeir ósjálfrátt að beita líkamanum vitlaust. Þreyta er einnig hlutur sem getur haft mikil áhrif á líkamsbeitingu.

Fræðilegur hluti

Almennt um réttstöðulyftu

Réttstöðulyfta er ein af þremur keppnisgreinum í kraftlyftingum. Hinar tvær greinarnar eru bekkpressa og hnébeygja. (Kraftlyftingasamband Íslands e.d.). Á kraftlyftingarmótum er leitast eftir því að lyfta eins mikilli þyngd einu sinni og maður mögulega getur. (Barcía-Manso o.fl. 2007). Réttstöðulyfta er framkvæmd þannig að þyngd er tekin frá gólfi og upp að mitti með hendur beinar niður, eða í hlutlausri stöðu. Nafnið réttstöðulyfta segir manni það að líkaminn á að vera í uppréttistöðu í lok hreyfingar Jens Andri Fylkisson (munnleg heimild, 3.mai 2013). Réttstöðulyfta er einnig góð grunnæfing fyrir ólympískar lyftingagreinar sem eru snörun og jafnhending en þær æfingar byrja með togi sem svipar til réttstöðulyftu. Það er því gott fyrir þá sem vilja ná árangri í ólympískum lyftingum að vera sterkir og með góðan grunn í réttstöðulyftu (Starr, 2009).

Styrktaræfingar eru flestar þannig uppbyggðar að þær hafa byrjun, miðhluta og endi. Lykilatriði til að ná góðri lyftu er að byrjunin sé tæknilega góð, sérstaklega ef reyna á við miklar þyngdir. Þegar gera á réttstöðulyftu er mikilvægt að hafa það á hreinu hvernig á að framkvæma hana rétt. Byrjunarstaðan er ekki eins hjá öllum og fer það oft eftir hæð einstaklings og líkamsbyggingu hvernig ákjósanlegasta byrjunarstaða hvers og eins er (Starr, 2009).

Hefðbundin byrjunarstaða er þannig að fætur eru í axlarbreidd og vísa tærnar beint fram. Sköflungar snerta stöngina en stundum er stöngin höfð beint yfir táberginu. Líkamspunginn á að vera á hælunum. Best er að halda um stöngina fyrir utan fætur með læstu yfirgripi eða læstu blönduðu gripi. Með læstu yfirgripi er þumalfingur settur undir vísifingur og báðir lófar látnir snúa niður (pronation staða). Í blönduðu gripi er önnur höndin í pronation stöðu en hin höndin með lófa fram (supination staða). Það grip er oftast notað þegar þyngdin er orðin mikil (Escamilla o.fl., 2000).

Passa þarf að hafa ekki of langt bil á milli fóta og stangar. Ef það gerist þá verður of mikið álag á mjóbakið því vogararmurinn, sem er hryggsúlan, verður of langur. Til að álag á mjóbak verði ekki of mikið er mikilvægt að mjóbakið sé í réttri stöðu. Þá er góð regla að þenja brjóstakassann út til að tryggja

Það að mjóbakið verði flatt en ekki kúpt. Höfuðstaðan hjálpar til við að halda bakinu í réttri stöðu. Þar er best að horfa beint fram á meðan hreyfingin er framkvæmd eða hafa höfuðið í hlutlausri stöðu. Þegar togið hefst færast hné aftur. Stöngin á að fara aðeins aftur á bak í upphafi. Um leið og stöngin fer yfir hnélið skal rétta úr mjöðminni og koma sér í lóðréttu stöðu. Mikilvægt er að stöngin sé upp við líkaman í gegnum alla lyftuna. Hraðinn í réttstöðulyftu á ekki að vera mikill. Stöngin á að fara af stað með sama hraða og mjaðmir. Ef stöngin er rifin upp með miklum hraða og látum, skekkir hún alla vinkla milli efri búks og lærvöðva. Stöngin er því rifin upp með mjóbaki og aftari lærvöðvum. Vægið sem aðrir lærvöðvar og mjaðmaréttuvöðvar eiga að hafa minnkar við þessa skekkju (Starr, 2009). Líkamsbygging manna er misjöfn og því þarf að huga að þegar maður vill láta einstaklinga framkvæma lyftingaræfingar. Réttstöðulyftan er þar engin undantekning. Stíll hvers og eins á að byggja á líkamsvexti og hreyfigetu hans en ekki reynslu annara á æfingunni. Það getur verið erfitt að finna rétta stílinn þrátt fyrir að grunn þættir í framkvæmd réttstöðulyftu séu vitaðir. Þegar einstaklingur ætlar að framkvæma réttstöðulyftu með hámarks þyngd, er sérstaklega mikilvægt að það sé gert að vel hugsuðu máli. Annars er hætt við því að einstaklingur slasist, ef álagið á bak verður meira en hann ræður við (Hales, 2010).

Algengasta réttstöðulyftan sem notuð er í kraftlyftingum á Íslandi er sumo réttstöðulyfta. Hún líkist hnébeygju meira en hefðbundin réttstöðulyfta. Tæknin í sumo réttstöðulyftu er öðruvísi en í hefðbundinni réttstöðulyftu. Meira bil er á milli fóta, tær snúa út og hendur halda við stöngina á milli fótanna. Þessi aðferð er alltaf að verða vinsælli og mæla þjálfarar í auknum mæli með að fólk noti þessa aðferð. Jens Andri Fylkisson (munnleg heimild, 25.apríl 2013).

Í rannsókn sem Rafael o.fl. gerðu kom í ljós að af 110 keppendum í landskeppni notuðu 70% keppenda, hefðbundna réttstöðulyftu en 30% keppenda notuðu sumo réttstöðulyftu. Það kom einnig í ljós að af 54 lyftingarmönnum í efri þyngdarflokki notuðu 55% keppenda hefðbundinn stíl en 45% keppenda notuðu sumo stílinn. Rannsóknin sýndi að sumo stíllinn heldur bakinu betur beinu og stöngin er nær líkamanum. Eins var betri beygja á hnjúm og mjöðm hjá þeim sem notuðu sumo réttstöðulyftu.

Réttstöðulyfta er stór hreyfing sem vinnur í gegnum mjaðma-, hné- og ökkliði. Margir vöðvar vinna í hreyfingunni, sumir vinna mikla vinnu á meðan aðrir aðstoða eða gegna minna hlutverki. Þeir þrír vöðvahópar sem sjá um vinnuna eru vöðvar í mjöðm, hnjám og neðri hluta baks. Vöðvarnir sem vinna á hnéliði eru m.vastus lateralis, m.vastus medialis, m.vastus intermedius og m.rectus femoris. Yfirleitt er talað um þessa fjóra vöðva saman og þeir nefndir quadriceps. Þeir vinna concentrísku vinnu í upphafi hreyfingarinnar. Vöðvar sem vinna á mjaðmaliðinni eru m.gluteus maximus og hamstrings vöðvar sem eru aftan í læri. Hamstrings vöðvarnir eru þrír og heita m.biceps femoris, m.semitendinosus og m.semimembranosus. Þegar hné er að komast í fulla réttu þá byrjar vinna þessara vöðva við að rétta úr líkamanum ásamt bakvöðum. Í bakinu eru það m.erector spinae sem er heiti yfir fjóra vöðva. Það eru m.ilicostalis thoracis, m.ilicostalis lumborum, m.longissimus dorsi og m.spinalis dorsi. Aðrir bakvöðvar sem vinna í réttstöðulyftu eru m.intertransversarii, m.interspinalis og m.multifidus. Þessir vöðvar rétta svo alveg úr líkamanum (Farely, 1995).

Crossfit

Crossfit er ungt líkamsræktarkerfi ef litið er á heildarmyndina. Það var 10. febrúar árið 2001 sem Crossfit var fyrst sett á Internetið. Glassman var á þessum tíma að þjálfa lögreglusveitina í Santa Cruz í Kaliforníu. Hann vantaði meira krefjandi æfingar fyrir lögreglusveitina og hugmyndin um samblöndu erfiðra æfinga var hans lausn. Crossfit er því háákefðar æfingakerfi sem ýtir fólki út fyrir þægindarrammann (Glassman 2005).

Glassman vildi athuga hvort hann fengi einhver viðbrögð frá fólki sem stundar líkamsrækt víðsvegar um heiminn með því að setja þessar æfingar á Internetið. Á þessum tímapunkti hafði hann ekki getað ímyndað sér hversu vinsælt þetta líkamsræktarkerfi hans ætti eftir að verða. Hugmyndin um WOD (workout of the day) kom fljótlega og var ný æfing daglega sett inn á vefinn sem fólk alls staðar í heiminum gat nýtt sér (Glassman 2005).

Crossfit er æfingakerfi sem byggir á fjölbreytni, fjölliða hreyfingum og æfingum með mikilli ákefð. Crossfit er samblanda af fimleikaæfingum, lyftingaræfingum, ólympískum lyftingum og æfingum þar sem eigin líkamsþyngd er notuð. Inn í þetta blandast svo þol æfingar eins og hlaup og

róður. Í Crossfit er hreysti skilgreint þannig að það er getan til þess að framkvæma hreyfingar af hvaða gerð sem er í stuttan, miðlungs eða langan tíma. Crossfit er kennt víðs vegar um allan heim og alltaf að verða vinsælla meðal almennings. Allar æfingar eiga þó að vera eins uppbyggðar. Innlögn um æfinguna frá þjálfaranum, sameiginleg upphitun, útskýringar frá þjálfara, undirbúningur fyrir WOD, WOD og að lokum eru teygjur og virk endurheimt. Það síðastnefnda er mjög mikilvægur þáttur í crossfitþjálfun (Sibley, 2012).

Æfing dagsins (WOD) er eitthvað sem allir sem stunda Crossfit þekkja. Æfingar innihalda alltaf einhverskonar WOD og einnig í keppnum eru keppendur látnir fara í gegnum alls konar WOD. Þessi WOD geta verið æfingar sem eru settar saman og svo þarf einstaklingur að klára þessar æfingar á einhverjum ákveðnum tíma eða hann þarf að gera eins margar umferðir og hann getur af þessum æfingum innan ákveðins tímaramma. Þjálfarinn getur sett saman alls konar æfingar og þar ræður hugmyndaflugið ríkjum. Hann þarf samt að hafa það á bak við eyrað að þessi WOD eiga að vera á milli 5 og 20 mínútur. Hann þarf líka að passa upp á það að vera með fjölbreytileika þar sem æfingar yfir ákveðinn langan tíma reyna á alla hluta líkamans og líkamsþjálfunnar. Æfingar fyrir neðri hluta og efri hluta líkamans, þolæfingar, æfingar með eigin líkamsþyngd og lyftingar (Sibley, 2012).

Til að koma til móts við sem flesta getur einstaklingur, sem er ekki kominn jafn langt í sinni þjálfun og aðrir, minnkað ákefðina hjá sér í æfingunni sem þjálfarinn hefur sett upp. Það gerir hann með því að lyfta léttari þyngdum, lækka kassa í kassahoppum eða nota teygju í upphífingum, svo eitthvað sé nefnt þetta á að gera það að verkum að allir geti fundið sig í Crossfit (Sibley, 2012).

Til að gerast crossfitþjálfari þarftu ekki að vera með neina sérstaka menntun. Crossfit inc. heldur þjálfaranámskeið um allan heim og það getur hver sem er tekið þessi námskeið. Crossfit er því að miklu leyti byggt upp á reynslu. Ef opna á Crossfit stöð þurfa ákveðin leyfi að vera til staðar frá Crossfit.inc. Gildin eru þau sömu hjá öllum þeim stöðvum sem starfa undir merkjum Crossfit. Þau eru að bæta færni fólks á 10 þekktum þjálfunarþáttum. Þessir þættir eru úthald, þol, styrkur, liðleiki, afl, hraði, samhæfing, snerpa, jafnvægi og nákvæmni.

Þeir sem standa fyrir merkjum Crossfit halda því fram að það sé fyrir alla. Í Crossfit training guide er talað um að kyrrsetufólk, fólk í yfirvigt eða gamalmenni nái sama árangri og vel þjálfaðir afreksíþróttamenn. Þar er m.a. sagt að gömul kona þurfi jafn mikið á hnébygju að halda og íþróttafólk. Flestar æfingar í Crossfit einblína á miðju líkamans (core). Réttu og beygja í mjöðm. Réttu, beygja og snúning á hrygg. Æfingar sem reyna á eða fara í gegnum ein liðamót, eins og tvíhöfðabeygja, eru ekki notaðar í Crossfit. Crossfit einblínir á æfingar þar sem einstaklingur notar fleiri en ein liðamót, svokallaðar fjölliða hreyfingar. Það eru hreyfingar sem við notum í daglegum athöfnum og eru því mikilvægar (Crossfit training guide, e.d.).

Lífeðlisfræði vöðva

Bein og vöðvar mynda stoðkerfi líkamans og vinna saman í öllum hreyfingum sem mannlíkaminn framkvæmir. Vöðvar líkamans eru misstórir og mismunandi að lögun. Allar æfingar sem framkvæmdar eru þurfa vinnu frá þessum vöðvum líkamans, hvort sem það er hreyfing eða að halda einhverri ákveðinni stöðu (Wilmore, Costill og Kenney, 2008). Til að vöðvar virki þá þurfa þeir orku. Þessi orka heitir ATP og sér líkaminn um að framleiða það (Baechle og Earle, 2008).

Hreyfingu vöðva er yfirleitt skipt í þrenns konar samdrátt. Concentrískan, isometrískan og eccentrican. Concentrískur vöðvasamdráttur er þegar vöðvi er að vinna í styttingu. Þetta er algeng hreyfing. Dæmi um concentrískan vöðvasamdrátt er tvíhöfðalyfta, eða þegar olnbogi er beygður með mótstöðu. Í þessari hreyfingu er tvíhöfðinn að vinna concentríska vinnu þar sem hann er í styttingu, þ.e. vöðvinn er að herpast saman. Vöðvar geta verið að vinna án þess að hreyfing eigi sér stað. Það á til dæmis við þegar halda á við þyngd eða þegar halda á einhverri sérstakri stöðu, t.d. armbeygjustöðu. Þessi vöðvavinna kallast isómetrískur vöðvasamdráttur en þá er vöðvi hvorki í lengingu né styttingu. Þegar vöðvar eru í lengingu á meðan þeir beita afli er það kallað eccentrican vöðvasamdráttur. Eccentrican vöðvasamdráttur á sér til dæmis stað þegar rétt er aftur úr hnélið eftir fótabeygju. Þar halda vöðvar aftan í læri við þyngdina á leið niður um leið og þeir eru í lengingu (Wilmore o.fl. 2008).

Það er misjafnt hverju fólk vill ná fram með þeirri líkamsrækt sem það stundar. Sumir sækjast eftir að verða sterkari, sumir vilja ná árangri í hlaupum á meðan aðrir vilja komast og hreyfa sig til að auka almenna vellíðan. Með vel hannaðri æfingaráætlun og leiðsögn er hægt að ná þeim árangri sem maður leitar eftir. Þeir sem vilja styrkja sig eða auka vöðvastyrk gera æfingar með mótstöðu en með því verða vöðvar sterkari. Mótstaða getur þá verið þyngd í formi lóða sem einstaklingur lyftir eða ýtir. Þegar æfa á vöðvastyrk eru endurtekningar af æfingum ekki margar (Fleck og Kraemer, 2004).

Þeir sem vilja auka þol þurfa að gera æfingar sem reyna á hjarta og lungu. Með þolæfingum stækkar vinstra hvolf hjartans og rúmtak hjartans eykst. Það skilar því meiri blóðvökva, bæði í hvíld og við álag. Slög hjartans verða því öflugri, þau dæla meira blóði í hverju slagi, þeim fækkar og púlsinn lækkar (Gjerset, Haugen og Holmstad, 1998).

Þolæfingar geta verið hlaup, róður í vél eða ganga. Ef fólk er að leitast eftir því að ná fram auknum styrk samhliða auknu þoli getur það gert loftfirrðar æfingar með hárrí ákefð, bæði með þyngdum og eigin líkamsþyngd. Með loftfirrðum æfingum sem eru með mikilli ákefð, verða tauga- og vöðvakerfið, efnaskiptakerfið og hjarta og æðakerfið öflugra. Það gerir það að verkum að manneskjan getur framleitt meira ATP sem er eins og áður segir aðalorkuefni vöðva, vöðvaþol eykst og hraði hreyfinga í stuttan tíma eykst einnig. Með þessum æfingum eykst vöðvaþol en það er skilgreint sem geta vöðva líkamans til að vinna í langan tíma (Wilmore o.fl. 2008).

Skilgreining á krafti er hámarks kraftur sem vöðvi eða vöðvahópur getur framkvæmt. Kraftur er hlutfall milli styrks og hraða. Ef tveir einstaklingar lyfta báðir 150kg í hnébeygju en annar gerir það hraðar en hinn þá er meiri kraftur í þeirri lyftu (Wilmore o.fl., 2008).

Flest allir íþróttamenn í dag nota styrktar- og kraftþjálfun sem hluta af sinni þjálfun. Þetta hefur breyst með tímanum en í kringum 1970 þá var litið hornauga á það að lyfta lóðum. Það var talið að lyftingar gerðu menn þyngri og það var ekki það sem þjálfarar og íþróttamenn vildu. Það var ekki fyrr en á níunda áratugnum sem þjálfarar áttuðu sig á því að styrktar- og kraftþjálfun væri nauðsynleg fyrir íþróttamenn (Wilmore o.fl., 2008).

Þreyta

Skilgreining á vöðvaþreytu er tap á getu vöðva, eða vöðvahópa, til að mynda hámarks kraft (Kent-Braun, 1999, bls. 57). Þreyta er flókið fyrirbæri sem allir hafa upplyfað hvort sem það er í daglegu lífi eða við æfingar. Hún getur verið mismikil eða allt frá því að vera smá þreytutilfinning og í það að maður sé alveg búinn á því (Ástrand, Rodahl, Dahl, og Strømme, 2003). Margir gleyma einu mikilvægu atriði þjálfunnar en það er hvíld. Besta endurheimtin þegar vöðvar eru þreyttir er hvíld (Westerblad o.fl., 2010).

Þreyta er samspil nokkurra þátta en henni skipt í tvo flokka. Þeir eru miðlæg þreyta og útlæg þreyta en þreyta á sér yfirleitt stað inni í vöðvanum. Þegar talað er um miðlæga þreytu er verið að meina þreytu sem á sér stað innan í miðtaugakerfinu. Þegar talað er aftur á móti um útlæga þreytu, er verið að meina þreytu sem á sér stað einhversstaðar á milli samdráttareininga vöðvans og hreyfitaugamóta, þ.e. inni í vöðvanum (Hargreaves, 2008). Þreyta getur breytt tímasetningu á virkjun vöðva og þar með ruglað samhæfingu þeirra í fjölliðahreyfingum. Þetta getur haft þau áhrif á framkvæmd hreyfingarinnar sem einstaklingur ætlar að framkvæma að hreyfiferillinn verður rangur (Gates og Dingwell, 2008).

Vegna skertrar samhæfingar sem vöðvaþreyta veldur, þá getur hættan á meiðslum í stoðkerfinu aukist sem geta verið varasöm, ekki síst þegar litið er til lengri tíma. Í rannsókn sem Dieën, Burg, Raaijmakers og Toussaint gerðu 1998 sýndu þeir fram á að liðferlar í réttstöðulyftu geta breyst vegna þreytu. Í rannsókn þeirra áttu einstaklingar að lyfta 10% af líkamsþyngd sinni í réttstöðulyftu. Endurtekningar voru margar, eða 630 talsins. Einstaklingarnir fengu svo 40 mínútur til að klára þessar 630 endurtekningar. Einstaklingarnir þurftu aðeins að lyfta lyftingarstönginni frá gólfí og upp í upprétta stöðu. Þeir þurftu því ekki að setja stöngina niður með líkamanum. Burg og félagar sýndu fram á að eftir smá tíma var einstaklingur byrjaður að beita líkamanum rangt við lyftuna og þeir byrjaðir að nota bakið meira en þeir gerðu í upphafi. Fæturnir voru meira beinir í upphafi lyftunnar en það leiðir af sér að einstaklingurinn verður lengra frá stönginni og þarf því að beygja sig meira í bakinu. Mjöðm og bak voru í meiri beygju en í upphafi æfingarinnar. Þetta segir okkur það að einstaklingurinn er farinn að beita sér vitlaust við framkvæmd réttstöðulyftunnar

eftir margar endurtekningar vegna þreytu. Hann er að lyfta stönginni með bakvöðvum því með fætur beina er hann búinn að taka þá út úr hreyfingunni. Afleiðing þessarar röngu líkamsbeitingar er túlkuð sem afleiðing þreytu frekar en afleiðing minnkandi vöðvakrafts í bakvöðvum (Burg o.fl. 1998).

Í rannsókn sem (Le Bozec og Rougier, 1991, bls. 293) gerðu komust þeir að því að þegar samdráttur er í vöðva í eins langan tíma og vöðvinn getur, myndast þreytan mjög hratt eða alveg þar til hann gefst upp þegar þolið er á búið. Þoltíminn fer eftir því hversu mikill krafturinn er, ef það er mikill kraftur verður þoltíminn minni og öfugt. Þetta segir manni það að ákefð hefur áhrif á tímenn sem tekur vöðvaþreytu að koma fram (Le Bozec o.fl., 1991, bls. 293).

Það er mikilvægt að meðhöndla þreytu rétt. Rannsóknir hafa sýnt að liðferlar í hreyfingu geta breyst við mikið álag. Þetta er mikilvægt að hafa í huga við þjálfun.

EMG

Vöðvarafritari, EMG, er tækni sem notuð er til að þróa, meta og taka upp vöðvavirkni beinagrindavöðva við hreyfingu hjá mönnum og dýrum. Það eru til tvö konar vöðvarafritar. Surface EMG (sEMG) og intramuscular EMG (iEMG). Við notkun sEMG eru rafskaut límt á yfirborð húðar sem liggur yfir þeim vöðva sem á að mæla. Upplýsingar um virkni vöðvans fer út í móttakara sem er tölva. Hún safnar gögnum sem unnið er svo úr. Þegar nota á iEMG er nálum stungið í þann vöðva sem á að mæla. Það krefst mikillar vandvirkni því það er hættu á því að nálin fari í taug. (Kine 2013).

Sá galli sem fylgir yfirborðsvöðvarafriti er að boð frá öðrum vöðvum sem eru í kring um þann sem á að mæla geta truflað mælinguna. Hann er samt sem áður oft notaður en iEMG þar sem það er flóknara í framkvæmd og dýrara (De Luca, 2006).

Þegar boðspenna er flutt að tauga/vöðvamótum virkjast samdráttarkerfi vöðvans og samdráttur verður. EMG endurspeglar þannig boðspennur í vöðva. Tækið nemur rafboð sem endurspeglar virkni beinagrindavöðva og hreyfitauga í samdrætti. Með sEMG er hægt að fá alls konar upplýsingar. Það er hægt að sjá hversu lengi vöðvinn er virkur og nákvæma tímasetningu um það hvenær hann byrjar að vinna. Einnig er hægt að athuga þreytu í beinagrindarvöðvum og virkni þeirra (So, Ng, Lam, Lo og Ng. 2009, bls. 789).

EMG er ekki einungis notað í lífeðlisfræði eða hreyfifræðilegum tilgangi. Það er farið að nota EMG tæknina í hagnýtum rannsóknum, æfingum hjá íþróttamönnum, þ.e. styrktarþjálfun eða hreyfigreiningu, endurhæfingu, þ.e. eftir aðgerð eða í sjúkraþjálfun, og skoða vinnuálag mannlíkamann á almennum vinnumarkaði. Einföldun á notkunargildi EMG getur því einfaldlega verið, hvað eru vöðvarnir að gera? (Konrad, 2005).

Til að EMG virki eins vel og það getur er nauðsynlegt að vinna rétt með tækið. Rafskaut þarf að staðsetja á þeim vöðva sem mæla á. Því er nauðsynlegt að vita hvar sá vöðvi er og hvernig hann liggur. Rafskaut sem sett er á vöðva þarf að vera sett í sömu stefnu og vöðvaþr. Það eru hlutir sem geta truflað vöðvarafritann við mælingu. Það þarf að ganga úr skugga um að líkamshár séu fjalægð ef þau eru til staðar. Það þarf einnig að þrifa þann stað sem EMG rafskaut er sett á. Titringur frá þungum lóðum sem eru í kringum tækið geta einnig sést á vöðvaritinu (Konrad, 2005).

Það er ekki mikið vitað um áreiðanleiki sEMG mælinga. Samkvæmt rannsókn sem Ochia og Cavanagh (2007) unnu sýndu þeir fram á að stöðugleiki var á EMG mælingum yfir langan tíma. Í rannsókninni voru tíu þátttakendur fengnir til að vera með sEMG límt á sig í hálfan sólarhring. Þeir vöðvar sem voru athugaðir voru m.biceps brachii sem er upphandleggsvöðvi, m.vastus medialis sem er á framanverðu læri og m.gastrocnemius sem er stóri kálfavöðvinn. Þátttakendur gerðu æfingar með léttum afköstum á tveggja tíma fresti yfir daginn. Samræmi mælinganna var gott og þar með kominn grundvöllur fyrir frekari rannsóknir á áreiðanleika EMG (Cavanagh o.fl., 2007, bls. 365).

Goodwin o.fl. (1998) vildu ákvarða áreiðanleika sEMG með því að mæla fjóra vöðva í fótlegg með tveggja vikna millibili í uppstökki hjá fimmtán konum. Þeir komust að því að hornhröðun hnésins var ekki í samræmi við virkni vöðvanna og því var áreiðanleiki emg mælinganna ekki talinn mikill. Það voru hins vegar hlutir sem gætu hafa haft þessi villandi áhrif á mælinguna eins og staðsetning rafskautanna milli mælinga (Goodwin o.fl. 1998).

Í rannsókn sem (Mathur og félagar, 2005, bls. 102) vildu kanna áreiðanleika vöðvarafrits. Þeir fengu 22 heilbrigða einstaklinga og mældu hjá þeim samdrátt í framanlærisvöðva. Þátttakendur áttu að halda isometrískum

vöðvasamdrætti eins lengi og þeir gátu. Rannsakendur mældu tvisvar sinnum með viku millibili. Meðaltíðni mælinga og heildarútslag í þessum mælingum á vöðva framan á læri. Útkoman var sú að allir vöðvar sýndu meðalgóðan eða góðan áreiðanleika í báðum tegundum tegundum samdráttar (Mathur o.fl., 2005, bls. 102).

Rannsóknir hafa sýnt fram á að tíminn sem líður frá því rafvirkni byrjar í vöðvanum og þangað til að vöðvinn fer að vinna, lengist við þreytu (Au o.fl 1999).

Það hafa ekki verið gerðar rannsóknir á vöðvaþreytu sem tengjast beint við Crossfit. Það hafa hins vegar verið gerðar rannsóknir sem fjalla um áhrif vöðvaþreytu á liðferla í ýmsum hreyfingum. Þessar rannsóknir er hægt að nýta inn í þjálfun almennt og þar af leiðandi fyrir þá sem þjálfra Crossfit. Með þessari rannsókn vildi ég skoða líkamsbeytingu þeirra sem stunda Crossfit og athuga hvort þreyta við æfingar hefði áhrif á líkamsbeytingu þeirra. Þessi rannsókn er því finn grunnur fyrir frekari rannsóknir á Crossfit þar sem það er alltaf að verða vinsælli kostur fyrir fólk sem vill hreyfa sig.

Aðferð

Þátttakendur

Óskað var eftir fólki sem væri tilbúið að mæta og taka þátt í rannsókn á líkamsbeitingu hjá karlmönnum sem stunda Crossfit. Auglýst var á Facebook síðum hjá tveimur af stærstu Crossfit stöðvum á Íslandi. Óskað var eftir karlmönnum sem æfa Crossfit, bæði þeim sem eru að keppa í Crossfit og einnig þá sem hafa verið í Crossfit í minna en eitt ár. Margir svöruðu auglýsingunum en einungis vantaði átta einstaklinga, fjóra keppnismenn og fjóra óvana. Þátttakendur fengu ekki borgað fyrir þátttöku sína í þessari rannsókn. Þátttakendur voru á aldrinum 22 ára til 47 ára. Þátttakendur voru með mis mikla reynslu af íþróttum eða líkamsrækt. Þátttakendur voru í sínum eigin búnaði, stuttbuxum og skóm.

Búnaður

Í rannsókninni var notaður búnaður sem þarf til að framkvæma réttstöðulyftu. Lyftingarstöng (20 kg) og fjórar skífur (tvær 10kg og tvær 5kg). Einnig var pallur notaður til að framkvæma kassahopp. Tæknibúnaður sem notaður var við mælingar samanstóð af einni myndbandsupptökuvél, þrífót fyrir myndbandsupptökuvél, þremur pöllum sem þrífóturinn stóð upp á, Dell fartölvu, Kine-Pro® vöðvarafrita og hugbúnaði. Kine-Pro® vöðvarafritinn og myndbands-upptökuvélin voru tengd við Dell fartölvuna.

Framkvæmd

Mælingar fóru fram 12. og 15. apríl 2013 í Crossfit stöðinni í Elliðaárdal, Reykjavík. Búið var að setja upp ákveðið sett af æfingum sem þátttakendur áttu að framkvæma. Settið samanstóð af 8 réttstöðulyftum með 70kg, 20 kassahoppum og 20 armbeygjum. Þyngdin í réttstöðulyftunni var valin í samvinnu við Crossfit þjálfara en þetta er algeng þyngd í WODum. Þetta sett áttu þátttakendur að endurtaka eins oft og þeir gátu á 5 mínútum, svokallað AMRAP. Þátttakendur voru berir að ofan á meðan mælingar fóru fram. Það var gert svo að myndbandsupptökuvélin næði hreyfingu á hrygg upp á myndband. Aðrar kröfur voru ekki gerðar við búnað þátttakenda.

Fjórir felttappar voru staðsettir á húð þátttakenda niður með hrygg í mjóbaki. Þráðlaus rafskaut fyrir vöðvarafritann voru settar á þá vöðva sem mæla

átti og voru á þeim allan tíman sem þátttakendur voru í mælingunum. Þessi rafskaut nema rafvirkni í vöðvum. Þeir vöðvar sem voru mældir eru:

- **Hægri réttivöðvi hryggjar (m. erector spinae)**
- **Hægri skálægur kviðvöðvi (m. obliquus externus abdominis)**
- **Hægri stærsti þjónvöðvi (m. gluteus maximus)**
- **Hægri tvíhöfði læris (m. biceps femoris)**

Áður en mælingar hófust fengu þátttakendur að hita upp en þeir stjórnðu upphituninni sjálfir. Engar leiðbeiningar voru gefnar um það hvernig framkvæma ætti réttstöðulyftu en menn beittu þeirri tækni sem þeir hafa lært. Myndbandsupptökuvél var staðsett fyrir aftan og ofan þátttakanda á meðan hann framkvæmdi réttstöðulyftur. Það fyrsta sem þátttakandi gerði var að halda þyngdinni rétt fyrir neðan hnéskel. Hann var látinn halda stönginni þar í fimm sekúndur, jafnlengdarsamdráttur. Þetta var gert til að fá viðmið á vöðvavirkni. Tölur sem komu út úr þeim mælingum voru notaðar til að kvarða tölurnar sem fengust úr réttstöðulyftunum.

Vöðvarafritinn var ræstur í byrjun fyrsta setts. Hann safnaði gögnum á meðan á réttstöðulyftunum stóð. Á meðan þátttakandinn kláraði restina af settinu gafst tími til að vista gögn úr réttstöðulyftunum. Svo þegar sett tvö átti að byrja þá var vöðvarafritinn aftur settur af stað til að safna gögnum. Til að meta tækni og liðferil þátttakanda voru þrjár aðferðir notaðar.

- **Vöðvavirkni mælt með vöðvarafrita.**
- **Myndbandsupptaka.**
- **Álit sérfræðings um kraftlyftingar.**

Þegar mælingu var lokið voru rafskaut fjarlægð af þátttakanda og undirbúningur fyrir næsta þátttakanda hófst. Enginn af þátttakendum hefur kvartað yfir framkvæmd mælinga og enginn hefur tilkynnt um að honum hafi orðið mein af mælingunum. Einn þátttakanda hefur tilkynnt að hann hafi fundið fyrir harðsperrum daginn eftir mælingarnar.

Gagnavinnsla

Öll gögn úr vöðvarafrita og myndbandsupptökuvélinni fóru inn í Kine-pro® forrit á Dell fartölvu sem er í eigu Háskólans í Reykjavík. Hvert myndband var svo unnið í einu. Fyrstu tvær lyfturnar í hverju setti voru teknar út með því að klippa myndbandið við upphaf þriðju lyftu. Myndbandið var svo aftur klippt

Þegar þátttakandi var í uppréttri stöðu við lok síðustu lyftunnar. Tölur um vöðvavirkni hvers og eins vöðva voru svo færðar inn í Excel skjal og svo unnið úr þeim þar. Tölur um vöðvavirkni voru kvarðaðar með því að deila tölu úr réttstöðulyftunni upp í tölu sem fékkst með jafnlengdarsamdrætti. En til að fá þær tölur var þátttakandi látinn halda stönginni rétt fyrir neðan hnélið. Í bestu og ákjósanlegu stöðu. Við mat á niðurstöðum var sérfræðingur í kraftlyftingum fenginn til að meta tækni þátttakenda á myndbandsupptöku. Hann fékk að sjá myndband af fyrstu og síðustu umferð allra þátttakenda. Hann fékk ekki að vita hvort væri um óvanan eða vanan einstakling að ræða á upptökunni sem hann horfði á. Þar með gat hann ekki myndað sér skoðun út frá vitneskju um þátttakendur. Honum var ekki sagt hvort hann fengi að sjá myndband af fyrstu umferðinni á undan þeirri síðustu eða öfugt. Sérfræðingurinn gaf myndböndunum einkunnir eftir því hvort hann sæi mun á tækni hvers þátttakanda á milli umferða, og ef hann sá mun þá gaf hann einkunn á hversu mikill munur var á umferðum. Fyrri umferðin, þegar einstaklingurinn er ekki orðinn þreyttur var skilgreind með bókstafinum v. Síðasta umferðin, þegar einstaklingurinn var orðinn þreyttur, var skilgreind með bókstafinum h.

Einkunnir voru þannig gefnar að skalinn var:

$$5v - 4v - 3v - 2v - 1v - 0 - 1h - 2h - 3h - 4h - 5h.$$

5v = mjög mikill munur og fyrra myndbandið var betur framkvæmt.

4v = mikill munur á myndböndunum og fyrra myndbandið væri betra.

3v = munur væri á myndböndunum og fyrra myndbandið væri betra.

2v = lítill munur væri á myndböndunum og fyrra myndbandið væri betra.

1v = mjög lítill munur væri á myndböndunum og fyrra myndbandið væri betra.

0 = að enginn sjáanlegur munur væri á myndböndunum.

1h = mjög lítill munur væri á myndböndunum og síðara myndbandið væri betra.

2h = lítill munur væri á myndböndunum og síðara myndbandið væri betra.

3h = munur væri á myndböndunum og síðara myndbandið væri betra.

4h = mikill munur væri á myndböndunum og síðara myndbandið væri betra.

5h = mjög mikill munur væri á myndböndunum og síðara myndbandið væri betra.

Athugað var með einhliða dreifigreiningu (one way anova) hvort munur væri á tækni framkvæmd frá fyrstu til síðustu umferðar á milli hópa. Það er hvort tækni þátttakenda versnaði eftir því sem þeir urðu þreyttari.

Niðurstöður

Tafla 1: Meðaltöl og staðalfrávik

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1.00	4	-.5000	.57735	.28868	-1.4187	.4187	-1.00	.00
2.00	4	-2.5000	1.00000	.50000	-4.0912	-.9088	-3.00	-1.00
Total	8	-1.5000	1.30931	.46291	-2.5946	-.4054	-3.00	.00

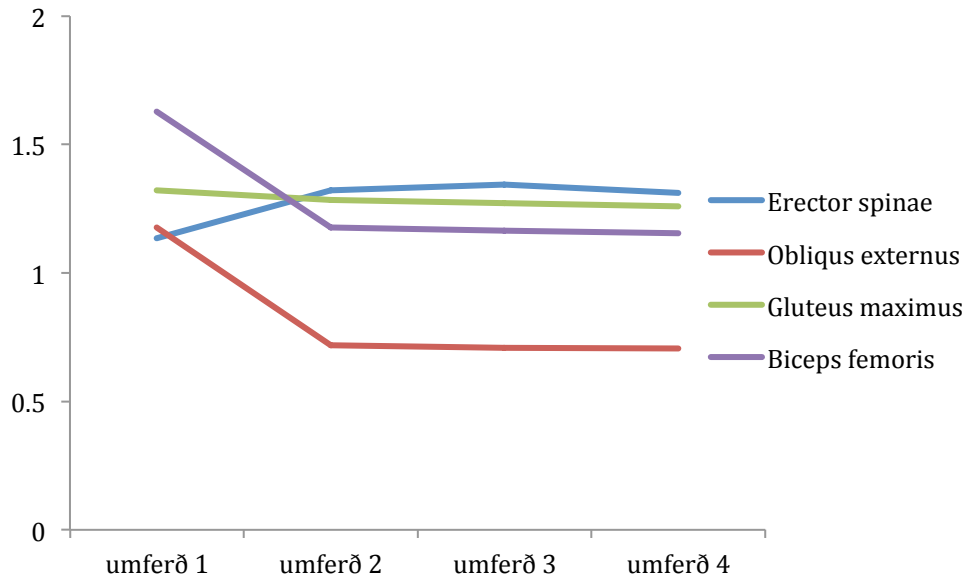
Tafla 1 sýnir meðaltöl og staðalfrávik eftir því hvort um er að ræða vanan eða óvanan þáttakanda, og svo fyrir heildina. Í töflunni eru vanir þátttakendur skilgreindir sem 1.00. Óvanir þátttakendur eru skilgreindir sem 2.00. Einn dálkur sýnir hlutfallsbreytingu á tæknilegri framkvæmd þáttakenda. Þar sést að tæknin við framkvæmd réttstöðulyftu var að meðaltali 50% verri hjá óvönnum og 10% verri hjá vönnum á milli umferða.

Niðurstöður á tækni þáttakenda voru því þær, að sex af átta framkvæmdu réttstöðulyftuna tæknilega vitlaust miðað við mat sérfræðings í réttstöðulyftu. Niðurstöður leiddu í ljós að munur var á hversu mikið tæknin versnaði milli hópa ($F(6)=12.00$, $p=0,013$). Út frá þessu má álykta að tækni beggja hópa versni en versni meira hjá óvönnum. Einnig er hægt að útskýra þessar niðurstöður þannig að óvanir eru yfirleitt í verra formi en vanir. Þeir þreytast því fyrr og þar af leiðandi versnar líkamsbeyting óvanra fyrr.

Tafla 2: Einkunnir sérfræðings við mat á réttstöðulyftu

Vanir	Óvanir
1v	1v
1v	3v
0	3v
0	3v

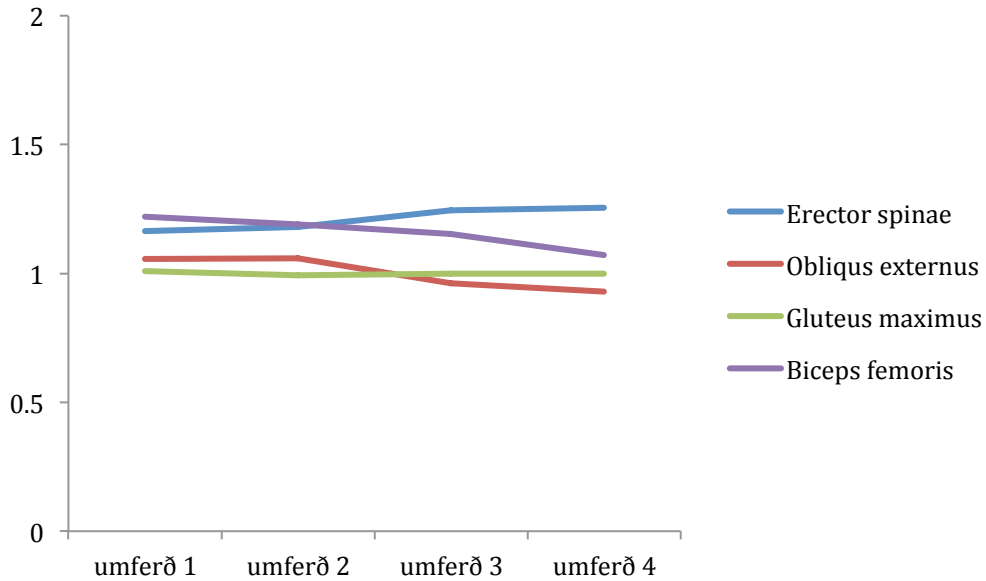
Tafla 2 sýnir að óvanir einstaklingar framkvæma réttstöðulyftu mun verr þegar þeir eru orðnir þreyttir, miðað við mat sérfræðings í kraftlyftingum. Það var minni munur hjá vönnum þegar þeir voru þreyttir. Tveir af vönu einstaklingunum sýndu mjög lítinn mun og enginn munur á milli umferða var hjá hinum tveimur.



Mynd 1: Vöðvavirkni í fjórum vöðvum hjá óvönum einstakling

Á mynd 1 sést að í umferð tvö fer vöðvavirknin í hægri réttivöðva hryggjar upp á meðan virknin í hægri ytri skávöðva kviðs og hægri tvíhöfða læris fer niður. Hann fer því að nota bakið meira til þess að koma þyngdinni upp. Hann missir því virknina í hægri ytri skávöðva kvið niður þar sem hann beygir sig í bakinu. Virknin í hægri stærsta þjónvöðva fer aðeins niður en helst nánast eins í gegnum allar umferðirnar.

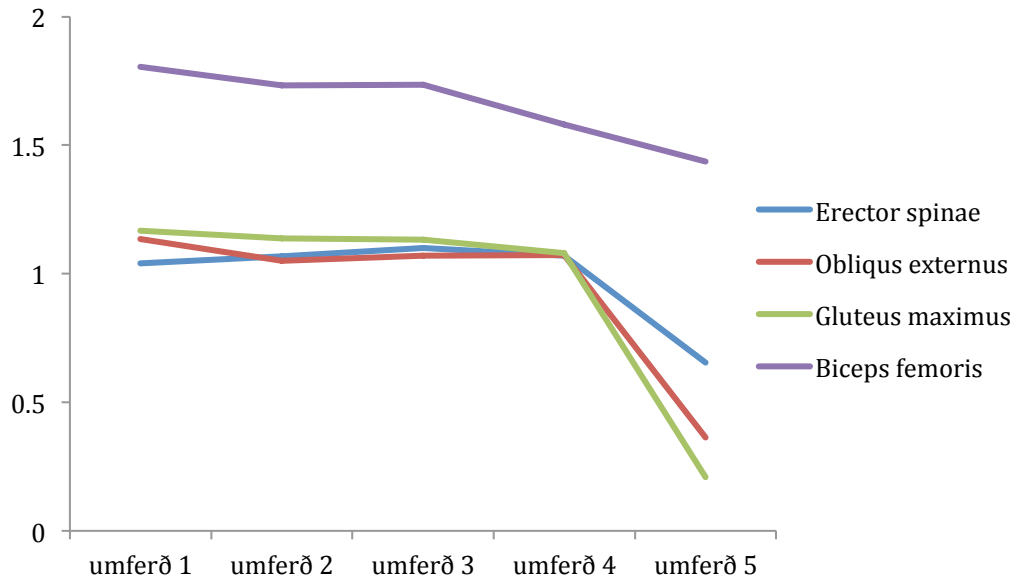
Álit sérfræðings: Hann er greinilega skakkur og líklega er annar fóturinn á honum lengri en hinn. Bakið á honum er ekki í góðri stöðu í hreyfingunni því það verður kúpt. Mjaðmir eru stífar því hann nær ekki að setjast nægilega mikið í upphafsstöðu. Hann beygir sig of mikið í bakinu til að koma stönginni alveg niður í gólf en það er vegna þess að hann sest ekki nógu vel í hreyfingunni. Hann réttir ekki nægilega vel úr sér í efstu stöðu en þrýstir herðablöðum saman, þá lítur út fyrir að hann sé að rétta úr sér.



Mynd 2: Vöðvavirkni í fjórum vöðvum hjá óvönnum einstakling

Á mynd 2 sést að hægri réttivöðvi hryggjar verður meira virkur í þriðju umferð. Hægri stærsti þjóvöðvi helst nánast óbreyttur í gegnum allar umferðirnar. Virknin í hægri ytri skávöðva kviðs og í hægri tvíhöfða læris dettur aðeins niður í þriðju umferðinni og svo aðeins meira í þeirri fjórðu.

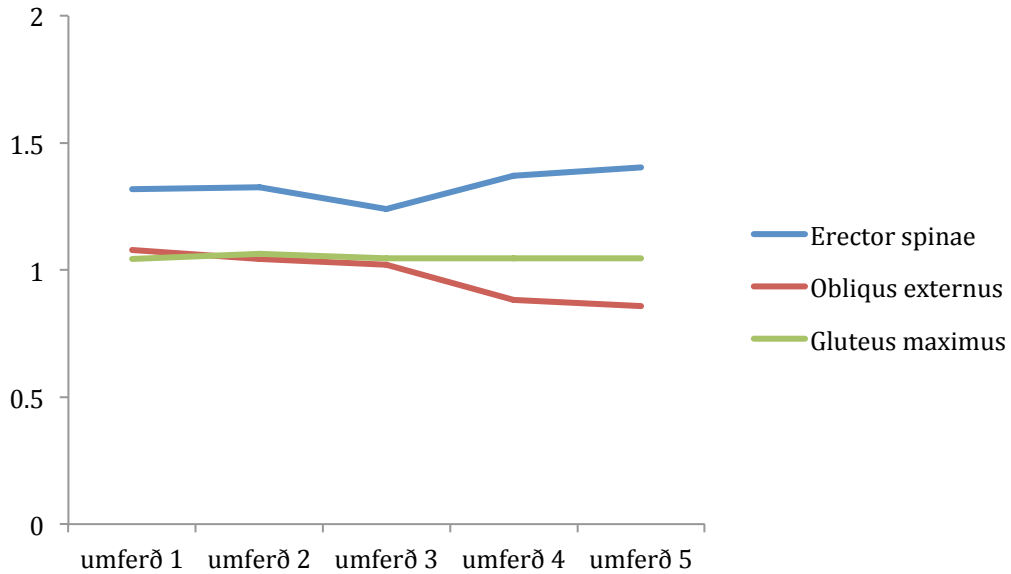
Álit sérfræðings: Hann framkvæmir lyftuna nokkuð vel. Hann mætti setjast meira og vera aðeins slakari í öxlum. Í efstu stöðu er hann stífur í öxlum og lyftir stönginni aðeins upp í lokin með því að nota axlirnar. Það er góður hraði hjá honum og hann er greinilega að vanda sig. Hann missir smá hreyfiferilinn í seinna myndbandinu.



Mynd 3: Vöðvirkni í fjórum vöðvum hjá óvönnum einstakling

Á mynd 3 sést að vöðvirknin helst nánast óbreytt í gegnum fyrstu umferðirnar en í síðustu umferðinni dettur hún mikið niður. Línur hjá hægri réttivöðva hryggjar og hægri skávöðva kviðs, skerast lítillega í annarri umferð. Hægri tvíhöfði læris er mun ofar en hinir þrír vöðvarnir. Ástæðan fyrir því er ekki vituð. Virknin í hægri tvíhöfða læris minnkar þó jafnt og þétt í gegnum öll settin og það verður engin ýkt breyting á virkninni í honum eins og hinum í lokin. Þessi einstaklingur fór í gegnum fimm umferðir.

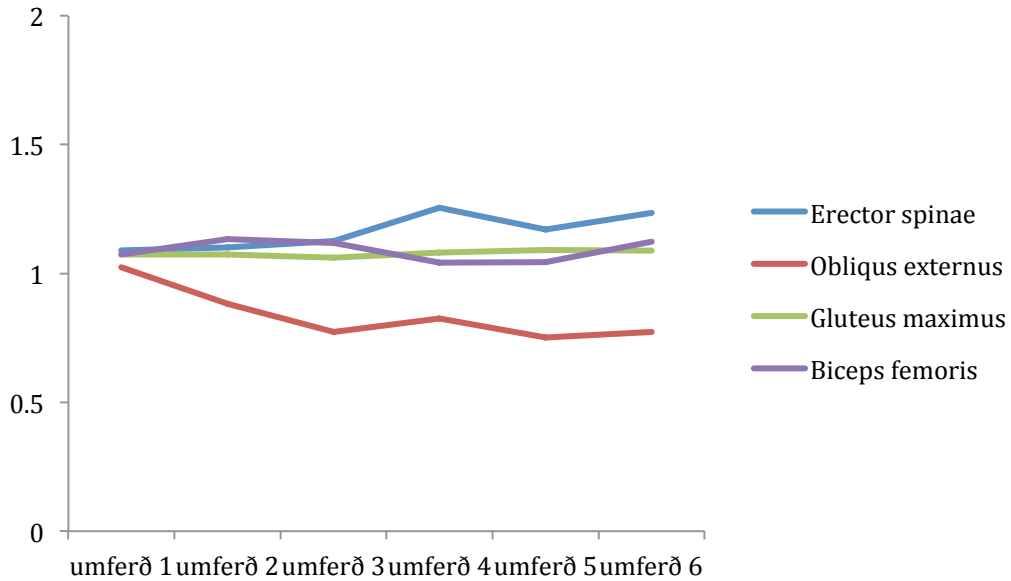
Álit sérfræðings: Hann er greinilega stífur í mjöðm því hann nær ekki að setjast nægilega mikið. Hann gerir þetta á góðum hraða en hann réttir ekki alveg úr sér og því er hreyfingin ekki alveg fullkláruð. Tærnar vísa of mikið út og hnén leita of mikið inn á við á leiðinni upp.



Mynd 4: Vöðvirkni í fjórum vöðvum hjá óvönum einstakling

Á mynd 4 sést að virknin í hægri réttivöðva hryggjar eykst þegar líða tekur á settin. Virknin í hægri ytri skávöðva kviðs minnkar á móti. Virknin í hægri stærsta þjónvöðva er alveg eins í gegnum allar umferðirnar. Upplýsingar frá hægri tvíhöfða læris fengust ekki. Þessi einstaklingur fór í gegnum fimm umferðir.

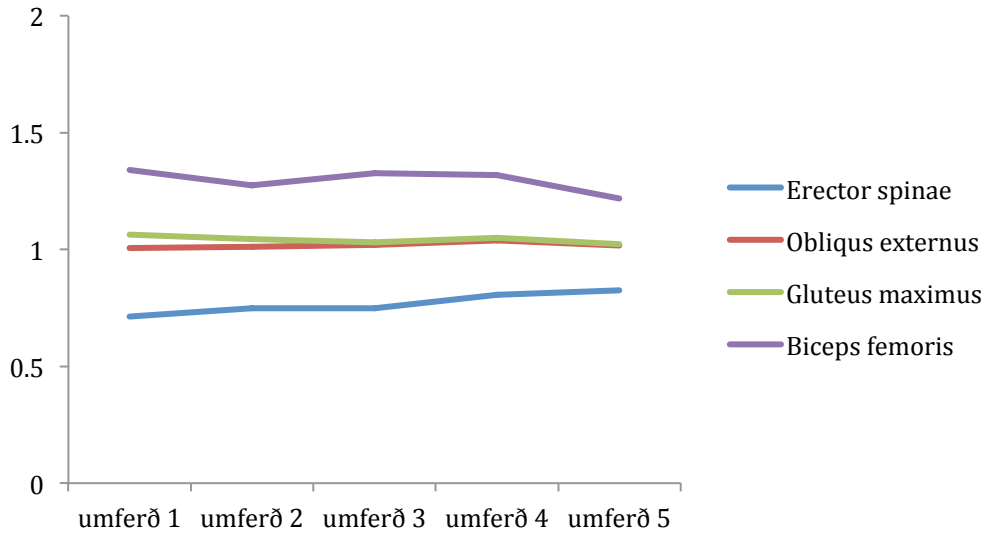
Álit sérfræðings: Hann skiptir um grip. Hann heldur með blönduðu grip og heldur stundum með hægri hendi yfir og stundum með hægri hendi undir. Hann er með nokkuð góða tækni en er að lyfta of mikið með bakinu og sest ekki nægilega vel niður. Tærnar vísa of mikið út. Það vantar aðeins upp á það að hann rétti nægilega vel úr sér.



Mynd 5: Vöðvirkni í fjórum vöðvum hjá vönnum einstakling

Á mynd 5 sést að vöðvirknin helst nokkuð jöfn í gegnum allar umferðirnar. Strax í annarri umferð fer virknin í hægri ytri skávöðva kviðs niður. Í restina fer virknin í hægri réttivöðva hryggjar og hægri tvíhöfða læris örlítið upp. Þegar það gerist er hætta á að hann byrji að nota þessa vöðva meira við að rífa stöngina upp. Hægri stærsti þjóvöðvi helst nánast óbreyttur í gegnum allar umferðirnar. Þessi einstaklingur fór í gegnum sex umferðir.

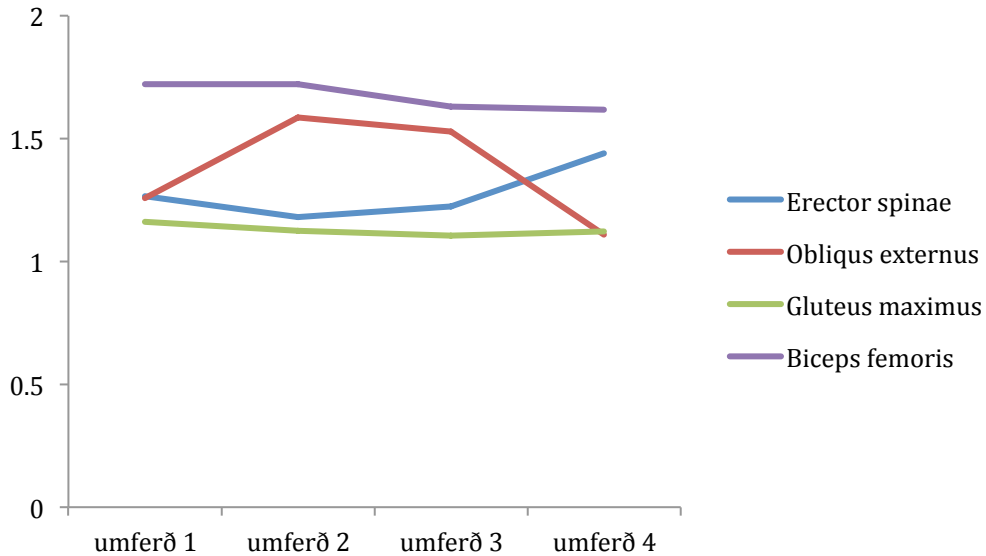
Álit sérfræðings: Hann sest ekki nægilega vel niður í hreyfingunni og er greinilega stífur í mjöðm. Þar af leiðandi er hann að beygja sig aðeins of mikið í bakinu við gerð æfingarinnar. Hann gerir æfinguna mjög hratt en réttir nokkuð vel úr sér. Stöngin fer aðeins frá honum á leiðinni upp en það er líklega vegna þess að hann er að flýta sér. Annars er tæknin nokkuð góð hjá honum.



Mynd 6: Vöðvavirkni í fjórum vöðvum hjá vönnum einstakling

Á mynd 6 sést að vöðvavirknin helst nokkuð vel í byrjun. Í 4. umferð fer hægri réttivöðvi hryggjar að koma meira inn, en vöðvavirknin í hægri tvíhöfða læris dettur smávegis niður. Hægri stærsti þjónvöðvi og hægri ytri skávöðvi kviðs halda sér vel í gegnum allar fimm umferðirnar.

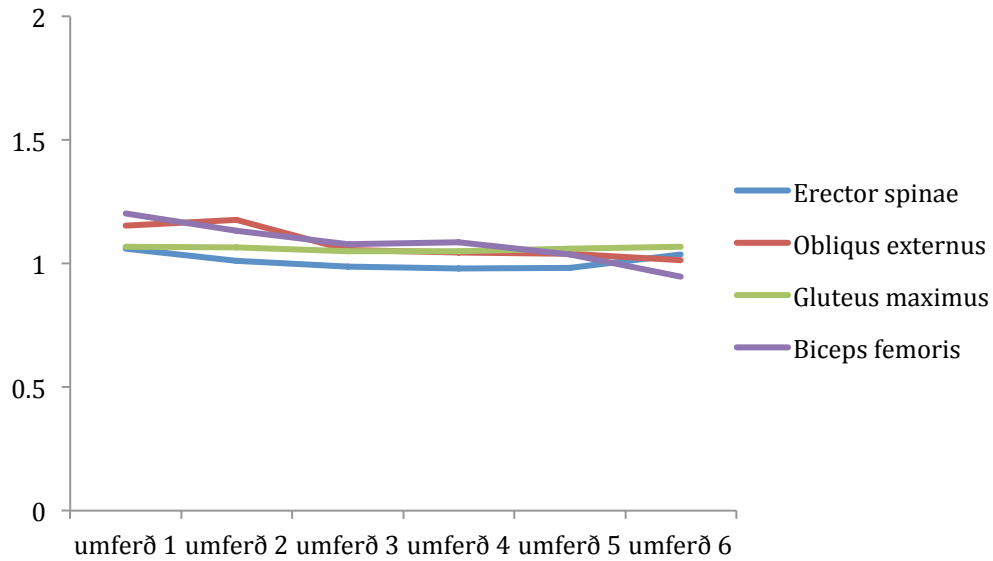
Álit sérfræðings: Hann sest nokkuð vel niður og er því ekki að beygja bakið mikið í byrjun. Í síðasta settinu er hann hins vegar farinn að beygja sig aðeins meira í bakinu. Hann réttir ekki alveg úr sé uppi og því er hreyfingin ekki nægilega góð. Hann gerir það líklega vegna þess að hann er að flýta sér.



Mynd 7: Vöðvirkni í fjórum vöðvum hjá vönum einstakling

Á mynd 7 má sjá samspil milli hægri réttivöðva hryggjar og hægri ytri skávöðva kviðs. Um leið og vöðvirkni hægri réttivöðva hryggjar eykst þá minnkar vöðvirkni í hægri ytri skávöðva kviðs. Vöðvirknin í hægri stærsta þjónvöðva helst nánast óbreytt í gegnum allar umferðirnar. Virknin í hægri tvíhöfða læris minnkar eftir því sem líður á umferðirnar. Þessi einstaklingur fór í gegnum fjórar umferðir.

Álit sérfræðings: Hann gerir æfinguna mjög hratt og réttir ekki nógu vel úr sér. Hann dregur herðablöð aftur í efstu stöðu en þá er eins og hann rétti alveg úr sér. Hann er smá óstöðugur í hnjúnum í lyftunum.



Mynd 8: Vöðvavirkni í fjórum vöðvum hjá vönum einstakling

Á mynd 8 sést að vöðvavirknin helst nánast óbreytt í öllum vöðvum. Vöðvavirknin í hægri réttivöðva hryggjar eykst aðeins í síðasta settinu. Vöðvavirkni í hægri ytri skávöðva kviðs og hægri tvíhöfða læris breytast mest þar sem virknin minnkar jafnt og þétt í gegnum umferðirnar. Þessi einstaklingur fór í gegnum sex umferðir.

Álit sérfræðings: Hann heldur bakinu nokkuð beinu og tæknin er mjög fín hjá honum. Hann réttir ekki úr sér vegna þess að hann er að drífa sig svo mikið og er greinilega vanur að komast upp með það. Hann er stífur í mjöðm því hann sest ekki nægilega vel niður og því er hann að nota bakið óþarflega mikið í lyftunum en kemst upp með það þar sem hann er greinilega sterkur og í mjög góðu formi.

Umræður

Helstu niðurstöður rannsóknarinnar eru þær að það er marktækur munur á framkvæmd réttstöðulyftu hjá óvönnum og vönnum. Líkamsbeiting hjá báðum hópum var þó ábótavant. Þeir sem voru flokkaðir sem vanir gerðu réttstöðulyftuna betur en þeir sem voru flokkaðir óvanir. Óvanir urðu fyrir þreyttir miðað við tölur úr vöðvarafritanum og það sást líka á myndbandsupptökum að líkamsbeiting þeirra varð verri eftir því sem leið á mælinguna. Einnig var athyglisvert að sjá vöðvavirkni í hægri réttivöðva hryggjar á móti vöðvavirkni í hægri skávöðva kviðs. Þegar vöðvavirknin í hægri skávöðva kviðs minnkaði þá jókst hún í hægri réttivöðva hryggjar. Það getur bent til þess að þegar einstaklingur missir spennuna í kvið og baki þá missir hann bakið of mikið fram. Við það virðist slakna á kviðvöðvum. Þetta gætu verið afleiðingar þreytu.

Munurinn á milli þess þátttakanda sem sýndi mestan mun á hreyfingunni og þess sem sýndi minnstan mun var mikill. Ástæðan getur verið sú að mikill munur var á líkamlegu formi þessara tveggja einstaklinga þar sem annar var í mjög góðu líkamlegu formi og hefur æft lengi. Hinn var hins vegar ekki í mjög góðu formi og hefur ekki verið að æfa mikið síðustu ár, með lítinn sem engan grunn í íþróttum. Það er því eðlilegt að sá sem er í slakara formi verði fyrir þreyttur en sá sem er í mjög góðu líkamlegu formi. Þeir einstaklingar sem voru flokkaðir sem vanir eru allir að keppa í Crossfit og hafa æft lengi. Tveir af þeim sem voru flokkaðir sem óvanir voru ekki alls ókunnir líkamsrækt eða íþróttum og hafa verið að æfa einhvers konar líkamsrækt í mörg ár. Þeir voru því ekki óvanir líkamsrækt heldur voru þeir óvanir Crossfit. Munurinn á þessum tveimur þátttakendum og þeim þátttakendum sem flokkaðir voru vanir var ekki mikill. Vanir þátttakendur þekktu réttstöðulyftuna vel. Reynsla þeirra í Crossfit hefur kennt þeim, þegar þeir eru settir í svona keppnislíka æfingu, að drífa sig með æfinguna þar sem hver endurtekning getur verið mjög mikilvæg. Þess vegna er hreyfingin ekki nægilega fullnægjandi hjá þeim. Munurinn á þeirra réttstöðulyftum var ekki mikill. Æfingin gæti hugsanlega hafa verið of létt fyrir þá og þeir hafi ekki náð að verða það þreyttir að hreyfiferillinn hjá þeim breyttist. Ástæða þess að vanir framkvæma réttstöðulyftu betur en óvanir getur verið að þeir sem voru vanir eru allir að keppa í Crossfit. Þar með þurfa þeir að hugsa

lengra en þessa einu æfingu. Þeir eru að æfa allt upp í nokkra klukkutíma á dag og þurfa því að geta mætt á æfingu daginn eftir. Þar með hugsa þeir betur um líkamsbeitingu en þeir sem hafa minni reynslu og hugsa bara um að klára æfinguna.

Það gæti verið áhugavert að skoða lengra WOD þessum sömu einstaklingum. Óvanir voru stundum nýfarnir að þreytast í þessari rannsókn og væri athuglisvert að sjá hvernig vöðvavirknin og líkamsbeytingin væri hjá þeim þegar þeir eru mjög þreyttir. Það er líka áhugavert að skoða líkamsbeytinguna hjá fólki sem er að stíga sín fyrstu skref í líkamsrækt og velur Crossfit. Munurinn á því fólki og vönum einstaklingum er líklega ennþá meiri en hún var í þessari rannsókn. Næsta skref sem hægt væri að taka í tengslum við Crossfit gæti verið að bera saman kynin.

Áreiðanleiki rannsókna

Þegar gera á rannsókn er mikilvægt að hún sé eins stöðluð og mögulegt er. Það er til þess að niðurstöður verði eins nákvæmar og hægt er. Það geta alltaf komið upp aðstæður þar sem breytingar á stöðlum verða. Þátttakendur og búnaður geta haft áhrif á niðurstöður rannsókna. Upphaflega stóð til að þátttakendur yrðu tíu. Við úrvinnslu gagna kom í ljós að upplýsingar tveggja þátttakenda komust ekki til skila. Það varð til þess að unnið var úr gögnum frá átta einstaklingum. Til þess að allir væru jafnir hvað búnað varðar þá var enginn aukabúnaður leyfður fyrir þátttakendur. Þeir voru allir berir að ofan í stuttbuxum, sokkum og skóm. Það getur haft áhrif að skór þátttakenda voru misjafnir en það hefði verið betra ef allir hefðu verið berfættir. Gallinn við það er sá að þátttakendur voru ekki einungis að framkvæma réttstöðulyftu heldur þurftu þeir líka að gera kassahopp. Það er ekki mælt með því að gera kassahopp í engum skóm. Það einfaldaði mælingarnar að hafa venjulegan staðalbúnað við framkvæmd réttstöðulyftu, þ.e. stöng og lóð. Mælingar fóru ekki fram sama dag en það gæti haft áhrif á nákvæma staðsetningu á rafskautum. Sami einstaklingur staðsetti rafskautin á alla þátttakendur en það ætti að auka áreiðanleika rannsóknarinnar. Til að ná sömu lengd á vöðvavirkni hjá öllum þátttakendum var notað Kine-Pro® forrit. Nákvæm staðsetning mælinga var fundin með því að taka ramma fyrir ramma og stilla myndband þegar þriðja lyfta í hverju setti var að byrja. Það var alveg

eins gert með enda hvers myndbands en sá rammi var klipptur þegar þátttakandi var í uppréttri stöðu, hvorki á leiðinni niður né upp.

Felttappar voru notaðir til að athuga hvort óþarfa hreyfing kæmi á hrygg við framkvæmd réttstöðulyftu. Staðsetning þeirra var ekki eins hjá öllum þátttakendum en það ætti ekki að gera rannsóknina minna áreiðanlega.

Heimildaskrá

- Åstrand, P. O., Rodahl, K., Dahl, H. A. og Strømme, S. B. (2003). *Textbook of Work Physiology: Physiological Bases of Exercise* (4.útg.). Windsor: Human Kinetics.
- Au, L. A., Chow, C. C. og Yeung, S. S. (1999). Effects of fatigue on the temporal neuromuscular control of vastus medialis muscle in humans. *European Journal of Applied Physiology*. (80), 379-385.
- Baechle, T. R. og Earle, R. W. (2008). *Essentials of strength training and conditioning* (3. Útg.). Human kinetics.
- Barcía-Manso, J. M., Martín-González, J. M., Da Silva-Grigoletto, M. J., Vaamonde, D., Benito, P. og Calderón, J. (2007). Male powerlifting performance described from the viewpoint of complex systems. *Journal of theoretical biology*, 251, 498-508.
- Crossfit þjálfun veldur fagfólki áhyggjum. (2012, 11.september). *Vísir*. Sótt 4. apríl 2013 af <http://www.visir.is/crossfit-thjalfun-veldur-fagfolki-ahyggjum/article/2012709119919>
- Crossfit er galin líkamsrækt. (2012, 7.september). *Vísir*. Sótt 4. apríl 2013 af <http://www.visir.is/-crossfit-er-galin-likamsraekt-/article/2012120909146>
- Dieën, J. H., Burg, P., Raaijmakers, T. A. J. og Toussaint, H. M. (1998). Effects of Repetitive Lifting on Kinematics: Inadequate Anticipatory Control or Adaptive Changes. *Journal of Motor Behavior*, 30(1), 20-32.
- Crossfit training guide. *Crossfit*. Sótt 1. maí 2013 af http://www.crossfit.com/cf-seminars/CertRefs/CF_Manual_v4.pdf
- De Luca, C. (2006). Electromyography. *Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation*. John Wiley & Sons, Inc. Sótt 14. maí 2013 af <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/0471732877.emd097/abstract>

- Escamilla, R. F., Francisco, A. C., Fleisig, G. S., Barrentine, S. W., Welch, C. M., Kayes, A. V. og Andrews, J. R. (2000). A three-dimensional biomechanical analysis of sumo and conventional style deadlifts. *Medicine and science in sports and exercise*, 32(7), 1265–1275. Sótt 8. maí 2013 af http://www.setantacollege.com/wp-content/uploads/Journal_db/A%20three-dimensional%20biomechanical%20analysis%20of%20sumo%20and%20conventional%20style%20deadlifts..pdf
- Farley, K. (1995). Analysis of the conventional deadlift. *Strength and conditioning journal*, 17(6), 55-57.
- Fleck, S. J. og Kraemer, W. J. (2004). *Designing resistance training programs* (3.útg). United states: Human kinetics.
- Gates, D. H., og Dingwell, J. B. (2008). The effects of neuromuscular fatigue on task performance during repetitive goal-directed movements. *Experimental brain research*, 187, 573–585. doi:10.1007/s00221-008-1326-8
- Gjerset, A., Haugen, K. og Holmstad, P. (1998). *Þjálfraði*. Reykjavík: Iðnú/ÍSí.
- Glassman, G. (2005). *Crossfit journal*. Sótt 15.apríl 2013 af http://www.crossfit.com/journal/library/40_05_crossfit_dot_com.pdf
- Goodwin, P. C., Koorts, K., Mack, R., Mai, S., Morrissey, M. C. og Hooper, D. M. (1998). Reliability of leg muscle electromyography in vertical jumping. *European journal of applied physiology*. 79, 374-378.
- Hales, M. (2010). Improving the deadlift: Understanding biomechanical constraints and physiological adaptations to resistance exercise. *Strength and conditioning journal*, 32(4), 44-51.
- Hargreaves, M. (2008). Fatigue mechanisms determining exercise performance: integrative physiology is systems biology. *Journal of applied physiology* 104(5), 1541–1542. doi:10.1152/jappphysiol.00088.2008
- Kent-Braun, J. A. (1999). Central and peripheral contributions to muscle fatigue in humans during sustained maximal effort. *European Journal of*

- Applied Physiology and Occupational Physiology*, 80 (1): 57 – 63, bls. 57.
- Kine. (e.d.). *Um yfirborðs vöðvarafrit*. Sótt 21. apríl 2013 af http://kine.is/About_SEMG/
- Konrad, P. (2005). The ABC of EMG. *Apractical introduction to Kinesiological electromyography*. Sótt 21. apríl af <http://demotu.org/aulas/control/ABCofEMG.pdf>
- Kraftlyftingasamband Íslands. (2013). *Kraftlyftingar*. Sótt þann 28. apríl 2013 af <http://kraft.is/kraftlyftingar/>
- Le Bozec, S. og Rougier, P. (1991, bls. 293). Development of muscle fatigue during intermittent submaximal static contraction in an agonist heterogeneous muscle group. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 63 (3-4): 293 – 299.
- Mathur, S., Eng, J. J. og MacIntyre, D. (2005). Reliability of surface EMG during sustained contractions of the quadriceps. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 15(1), 102-110.
- Menntamálaráðuneytið (2006). *Íþróttavæðum Ísland: Aukin þátttaka - breyttur lífstíll*. Sótt 10. apríl 2013 af http://www.menntamalaraduneyti.is/media/MRN-pdf_Vefrit/082006.pdf
- Ochia R.S. og Cavanagh P.R (2007). Reliability of surface EMG measurements over 12 hours. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 17, 365-371.
- Sibley, Benjamin A. (2012). Using sport education to implement a Crossfit unit. *Journal of physical education, recreation and dance*. 83.(8), 42-48. Doi:10.1080/07303084.2012.10598829
- So R.C.H., NG J. K.-F., Lam R., W. K., Lo C. K. K. og NG G.Y.F. (2009). EMG Wavelet analysis of Quadriceps muscle during repeated knee extension movement. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 41, 788-796. Doi: 10.1249/MSS.0b013e31818cb4d0
- Sporthúsið. (2013). [www.sporthusid.is](http://sporthusid.is). *Námskeið*. Sótt 10. maí 2013 af <http://sporthusid.is/namskeid>
- Starr, B. (2009). Pulling exercises: Hip it before you whip it. *Crossfit Journal*. Sótt þann 24. apríl 2013 af

http://www.crossfitnmb.com/uploads/northmiamibeach/file/CFJ_Starr_PullingExercises.pdf

Stone, M., Plisk, S. og Collins, D. (2002). *Strength and conditioning. Sports Biomechanics*, 1(1), 79–103. doi:10.1080/14763140208522788

Westerblad H., Bruton J. D. og Katz A. (2010). Skeletal muscle: Energy metabolism, fiber types, fatigue and adaptability. *Experimental Cell Research*, 316, 3093-3099. doi:10.1016/j.yexcr.2010.05.019

Wilmore, J. H., Costill, D. L. og Kenney, W. L. (2008). *Physiology of Sport and Exercise* (4. útg.). Champaign, IL: Human Kinetics.

World health organization. (e.d.). Obesity and overweight. *WHO*. Sótt 25. apríl 2013 af <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>