



Áhrif trefjafæðubótarefnisins kítósan á frammistöðu íþróttamanna

Þóra Kristín Jónsdóttir
Lokaverkefni Íþróttافرæði B.Sc.
Vorönn 2019

Höfundur: Þóra Kristín Jónsdóttir
Kennitala: 041194-2199
Leiðbeinendur: Ingi Þór Einarsson og Ólafur G. Sæmundsson

Íþróttافرæðideild
Háskólinn í Reykjavík

Útdráttur

Íþróttamenn leitast ávallt eftir því að bæta frammistöðu sína í íþróttum til að ná forskoti á andstæðinga sín. Þeir sem stunda markvissa þjálfun leitast oft í að beturumbæta mataræði sitt og er þá algengt að þeir noti fæðubótarefni. Eitt fæðubótarefni sem hefur verið markaðsett til lækkunar á kólesteróli og meðhöndlun offitu er trefjaefnið kítósan sem talið er að hafi góð áhrif á upptöku fituefna í meltingarveginum. Markmið rannsóknarinnar er að skoða áhrif kítósan á þol, stökkhæð, snerpu og hraðapol íþróttamanna ásamt því að skoða hvort mismikið magn af kítósan hafi mismikil áhrif á þol. Þátttakendur rannsóknarinnar voru nemendur í íþróttáfræði og framkvæmdu þeir eitt þolpróf og þrjú önnur próf sem mældu stökkhæð, snerpu og hraðapol. Niðurstöður rannsóknarinnar sýndu að eftir sex vikna inngrip var marktækur munur á stökkhæð ($t(4)=-9,476$, $p=0,01$) en ekki fannst marktækur munur á hámarkssúrefnisupptöku ($t(8)=1,658$, $p=0,136$), snerpu ($t(4)=0,555$, $p=0,608$) og hraðapoli ($t(4)=-1,000$, $p=0,374$). Einnig sýndu niðurstöður að ekki var marktækur munur á hámarkssúrefnisupptöku ($f(2)=0,167$, $p=0,850$) eftir fjölda hylkja tekna á dag. Engin neikvæð áhrif fundust á neyslu kítósan ásamt því að stökkhæðin jókst um 16,71cm. Þörf er á frekari rannsóknum þar sem úrtak er stærra og þar sem fylgst er með æfingamagni og æfingaákefð.

Formáli

Ritgerðin er lögð fram sem lokaverkefni til B.Sc. í íþróttافرæði á Íþróttافرæðibraut við Háskólann í Reykjavík, vorönn 2019. Ritgerðin gildir til 12 ECTS eininga og er rannsóknarverkefni sem leitaðist eftir því að athuga áhrif fæðubótarefnisins kítósan á þol, stökkhæð, snerpu og hraðapól íþróttamanna, ásamt því að athuga hvort mismikið magn þess hafi mismikil áhrif á þol.

Ég vil koma á framfæri þakklæti til leiðbeinenda minna, Inga og Óla, fyrir góða leiðsögn við skrif ritgerðarinnar. Ásamt þeim vil ég þakka Eyþóri Erni fyrir aðstoð við mælingar á hámarkssúrefnisupptöku, Bjarka Frey fyrir aðstoð við mælingar á stökkkrafti, snerpu og hraðapóli og nemendunum á fyrsta og öðru ári fyrir þátttöku í rannsókninni. Að lokum vil ég þakka Köllu Björgu, móður minni, og Jóni, föður mínum fyrir óendanlegan og ómetanlegan stuðning sem þau hafa sýnt mér í gegnum námið.

Efnisyfirlit

Útdráttur	2
Formáli	3
Myndaskrá.....	6
Töfluskrá.....	6
1 Inngangur	7
2 Fræðilegur bakgrunnur	9
2.1 Næring	9
2.1.1 Orkuefni.....	10
2.1.1.1 Kolvetni	10
2.1.1.2 Trefjar.....	11
2.1.1.3 Fita	13
2.1.1.4 Prótein	14
2.1.2 Vítamín	14
2.1.3 Steinefni.....	15
2.1.4 Vatn	15
2.2 Fæðubótarefni.....	16
2.2.1 Koffín	17
2.2.2 Rauðrófusafi	18
2.3 Kítósan	19
2.3.1 Uppruni og eðli	19
2.3.2 Eiginleikar og notkun	20
2.3.3 Kítósan sem fæðubótarefni	20
3 Markmið og rannsóknarspurning	23
4 Aðferðir og gögn	24
4.1 Þátttakendur	24
4.2 Mælitæki	24
4.3 Framkvæmd mælinga	25
4.3.1 VO _{2max}	26

4.3.2	Countermovement jump	27
4.3.3	Illinois agility test	27
4.3.4	5x30m RST	28
4.4	Inngrip.....	28
4.5	Úrvinnsla og greining gagna.....	28
5	Niðurstöður	30
6	Umræður	32
7	Lokaorð.....	35

Myndaskrá

Mynd 1: Uppsetning og framkvæmd Illinois snerpu prófsins (Reina, Sarabia, Caballero og Yanci, 2017, mynd 1)	27
Mynd 2: Áhrif kítósan á hámarkssúrefnisupptöku þátttakenda eftir fjölda hylka tekna á dag.....	31

Töfluskrá

Tafla 1: Töluleg samantekt á aldri, hæð, þyngd og líkamsþyngdarstuðli þátttakenda.....	30
Tafla 2: Töluleg samantekt á niðurstöðum mælinga á hámarkssúrefnisupptöku, stökkhæð, snerpu og hraðapoli.....	30
Tafla 3: Töluleg samantekt á niðurstöðum mælinga á hámarkssúrefnisupptöku þátttakenda, fyrir og eftir inngrip, greint eftir fjölda hylkja tekna á dag.....	31

1 Inngangur

Ólympíuleikarnir lýsa því yfir að markmið leikanna snúist ekki um sigur heldur að taka þátt. Það sem skipti máli sé ekki að sigra heldur að leggja sig fram (Hoffmann, Ging og Ramasamy, 2002). Hugmyndafræðin á bak við yfirlýsinguna er úrelt þar sem hún gerir ekki nógu góð skil til þess raunveruleika sem íþróttir nútímans eru hluti að. Íþróttir eru margra milljarðakróna iðnaður þar sem atvinnumannasamningar, opinberar framkomur, styrktarsamningar og sala á varningi veita íþróttamönnum, styrktaraðilum og starfsmönnum hans gífurlegan fjárhagslegan ávinning (Baron, Martin og Abol Magd, 2007). Íþróttamönnum er verðlaunað á öllum sviðum og stigum í keppni þar sem verðlaunin leiða oft til mikillar farsældar og gæfu (Hoffmann o.fl., 2002). Því er auðséð afhverju íþróttamenn eru tilbúnir að hætta á og fórna miklu til að viðhalda forskoti á andstæðinga sína.

Árið 1995 lagði Bob Goldman könnun fyrir 198 bandaríska íþróttamenn sem voru annaðhvort Ólympíufarar eða íþróttamenn sem sóttust eftir því að komast á Ólympíuleikana. Íþróttamennirnir voru spurðir hvort þeir myndu taka inn ólögleg efni ef: 1) þeir yrðu ekki teknir og þeir myndu vinna, og 2) þeir myndu vinna allar keppnir í fimm ár en síðan deyja. 98% íþróttamannanna svaraði fyrri spurningunni játandi og um helmingur svaraði seinni spurningunni einnig játandi (Ehrnborg og Rosén, 2009). Niðurstaðan gefur til kynna þá sterku löngun til að vinna sem afreksíþróttamenn upplifa. Aðrar rannsóknir hafa skoðað neyslu fæðubótarefna hjá íþróttamönnum þar sem leitast er eftir því að auka frammistöðu í keppni (Bailey o.fl., 2011; Lazic o.fl., 2011; Malinauskas, Overton, Carraway og Cash, 2007). Niðurstöður þeirra sýna að algengasta fæðubótarefnið er fjölvítamín (e. multivitamin) og að meira en helmingur íþróttamannanna segjast neyta þeirra. The Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada og the American College of Sports Medicine senda reglulega frá sér yfirlýsingar (e. position statement) þar sem ekki er mælt með neyslu fjölvítamína í formi fæðubótarefna þar sem rannsóknir hafa ekki náð að sýna fram á aukin jákvæð áhrif þeirra á frammistöðu í íþróttum (D.T. Thomas, Erdman og Burke, 2016). Með þá vitneskju í hendi vaknar spurningin, afhverju að neyta

fæðubótarefna sem rannsóknir hafa ekki náð að sýna fram á aukin áhrif? Svárið er frekar einfalt. Í keppnisíþróttum getur forskot svo lítið sem 0,5 til 1,5% ráðið úrslitum og því eru íþróttamenn tilbúnir að taka sénsinn á því sem getur skilað árangri hversu lítil sem hann er (Domínguez o.fl., 2017). Margar leiðir eru til að bæta árangur og getur hann ráðið til dæmis um hver fær skólstyrk, hver fær atvinnumannasamning, hver kemst á Ólympíuleikana og hver kemst á verðlaunapall (Judge, Bellar og Craig, 2010). Íþróttamenn sem leggja mikla og markvissa vinnu í þjálfun leitast líklega oft eftir því að breyta og beturumbæta mataræði sitt til að auka frammistöðu (Koplan o.fl., 2009; Loef og Walach, 2012; Lukaski, 2001). Til að stuðla að góðu og hollu mataræði er algengt að íþróttamenn leiti í fæðubótarefni þar sem þau eru oft einföld og fljótleg viðbót í mataræði og geta mögulega gefið þeim þetta auka forskot (Antonio og Stout, 2002; Lasic o.fl., 2011; Silver, 2001).

Hér verður trefjaefni sem nefnist kítósan tekið fyrir og framkvæmd rannsókn á áhrifum þess á þol, stökkhæð, snerpu og hraðapol íþróttamanna. Áður en farið verður í almenna umræðu á trefjaefnum og ítarlega umfjöllun á kítósani verður komið inn á mikilvægi næringar þar sem fjallað verður um orku, orkuefnin, vítamín, steinefni, vatn sem og viss fæðubótarefni sem hafa notið vinsælda meðal íþróttamanna.

2 Fræðilegur bakgrunnur

2.1 Næring

Íþróttamenn leggja síendurtekið kröfur á líkamann með æfingum og keppni og til að halda í við kröfurnar þurfa þeir að fylla reglulega á orkubirgðir líkamans. Lykilatriði í mataræði íþróttamanna er að neyta orku í samræmi við þá orku sem þeir eyða við daglegt amstur, á æfingum og í keppni (Negro, Rucci, Buonocore, Focarelli og Marzatico, 2013). Orkuþörf íþróttamanna er breytileg og því er mikilvægt að gera sér grein fyrir þörfum hvers og eins, með tilliti til íþróttagreinar þeirra, til að ná ákjósanlegri niðurstöðu (Thomas, Burke og Erdman, 2016). Ónóg orkuneysla getur haft neikvæð áhrif á frammistöðu meðal annars með vöðvatapi, þrekleysi og skertri starfsgetu (Thomas, Burke, o.fl., 2016).

Fæða útvegar líkamanum næringu sem er samansett úr sex flokkum næringarefna, nauðsynlegum til að líkaminn geti starfað. Kolvetni, fita og prótein eru kölluð orkuefni vegna þess að þau gefa líkamanum orku. Vítamín, steinefni og vatn, eru ekki orkugjafar en þrátt fyrir það þjóna þau mikilvægu og lífsnauðsynlegu hlutverki varðandi líkamsstarfsemina (Fink og Mikesky, 2015).

Eins og kennslubókin eftir Ólaf G. Sæmundsson (2015) segir er melting orkuefnanna ferli sem á sér stað eftir neyslu á fæðu þar sem orkuefni eru brotin niður með ensímvirkni svo líkaminn geti notað þau sér til orkugjafar. Meltingin byrjar í munninum þar sem tennurnar brjóta fæðuna niður í smærri einingar. Þaðan færast fæðan að koki og niður vélinda þar sem vöðvar í vélindanu færa fæðuna niður í maga. Í maganum tekur magasafinn við en hann er súr safi sem starfar sem vörn gegn bakteríum og öðrum aðskotahlutum. Úr maganum liggur leiðin í skeifugörnina, hluti smáþarmanna, þar sem fæðan blandast við brissafa og gall. Brissafinn er fullur af ensínum, hvatar á efnahvörf, sem vinna að niðurbroti fæðunnar og draga einnig úr sýrustigi fæðunnar sem hefur súrnað í maganum. Gallið vinnur sérstaklega að niðurbroti fitu. Niðurbrotið á sér stað í nokkra klukkutíma eða á meðan fæðan fer í gegnum smáþarmana. Smáþarmarnir eru fullir af þarmatotum sem soga burtu næringarefnin úr fæðunni þegar hún hefur verið brotin niður og nýta þau sem orku. Afgangur fæðunnar fer úr smáþörmunum í ristilinn þar sem síðustu næringarefnin, viss steinefni og vatn

eru tekin úr fæðunni áður en hún skilar sér úr endaparmi sem úrgangur (Ólafur G. Sæmundsson, 2015).

2.1.1 Orkuefni

2.1.1.1 Kolvetni

Kolvetni eru efnasambönd samsett af kolefnis-, vetnis- og súrefnis frumeindum (Berning og Steen, 2005). Fyrirkomulag og fjöldi kolefna ræður gerð kolvetna og eru þau yfirleitt flokkuð í einföld og flókin kolvetni. Glúkósi, frúktósi og galaktósi eru einföld kolvetni sem kallast einsykrur. Með því að tengja tvær einsykrur saman er hægt að fá aðra tegund einfaldra kolvetna, það er laktósa, maltósa og súkrósa sem kallast tvísykrur. Flókin kolvetni skiptast síðan í fásykrur, sem eru samsett af 3-10 einsykrum, og fjölsykrur, sem eru samsett af 10 eða fleiri einsykrum (L. M. Burke, Hawley, Wong og Jeukendrup, 2011). Mikilvægasta gerð einfaldra kolvetna og helsti orkugjafi líkamans er glúkósi. Kolvetnum er umbreytt í glúkósa til að stuðla að nægri orku fyrir líkamann (Manore, Meyer og Thompson, 2018). Helstu gerðir flókinna kolvetna eru sterkja, glýkógen og trefjar. Sterkja er mikilvægasta forðanæring flestra plantna og helsti orkugjafi manna. Glýkógen er kolvetnaforði manna og dýra sem geymist í vöðvum og lifur og veitir orku þegar að glúkósabirgðir líkamans hafa verið nýttar, á æfingu og/eða í keppni. Trefjar útvega líkamanum hins vegar litla sem enga orku en þau eru ill meltanleg þar sem meltingarhvatar ná ekki að vinna á þeim. Trefjar fara því ómeltar í gegnum meltingarveginn og þjóna helst tilgangi í að stilla frásog næringarefna af í líkamanum (Anderson o.fl., 2009).

Kolvetnaþörf íþróttamanna fer mikið eftir íþrótt, æfingarálagi (tíðni, tímalengd og ákefð) og kröfum keppinnar. Íþrótt þar sem keppni stendur yfir í langan tíma (>90 mínútur) krefst vanalega meiri kolvetni heldur en aðrar þar sem keppni stendur yfir í styttri tíma. Til dæmis þurfa maraþon hlauparar meiri kolvetni heldur en 100 metra spretthlauparar (Wildman, Kerksick og Campbell, 2010). Almennar ráðleggingar segja til um að æskileg neysla íþróttamanna á kolvetnum sé á bilinu 6 til 10grömm fyrir hvert kíló líkamspyngdar, eða um 60% daglegra hitaeininga, en kolvetni veita 4 hitaeiningar fyrir hvert gramm (Negro o.fl., 2013). Dæmi um þetta er ef íþróttamaður vegur 70kg þá á hann samkvæmt

ráðleggingum að neyta 420 til 700grömm af kolvetnum sem gefa honum 1680 til 2800 hitaeiningar. Mikilvægt er fyrir íþróttamenn að neyta kolvetna í samræmi við kolvetnin sem eyðast á æfingu eða keppni og því sem brennist við daglegt amstur til að viðhalda orku í líkamanum svo hann geti starfað (Thomas, Burke, o.fl., 2016).

Áhrif kolvetna á þol og endurheimt íþróttamanna hafa verið rannsökuð í þaula og hafa rannsóknir sýnt fram á að rífleg neysla kolvetna hefur marktæk ($p < 0,05$) jákvæð áhrif á afkastagetu þeirra á æfingum og í keppni sem og endurheimt eftir æfingu og keppni (L. M. Burke o.fl., 2011; Currell og Jeukendrup, 2008; Jeukendrup, 2011; Pöchmüller, Schwingshackl, Colombani og Hoffmann, 2016; Wildman o.fl., 2010). Flestar rannsóknir mæla áhrif kolvetna á þol þar sem íþróttamenn neyta kolvetna rúmum klukkutíma fyrir mælingar og á æfingum og hafa þær sýnt fram á marktækan mun eins og segir í safngreiningar rannsókn (e.meta-analysis) Pöchmüller og félaga (2016). Áhrifin eru talin vera vegna þess að líkaminn er fljótur að nýta kolvetnin sem hann hefur nú þegar í geymslu í formi glýkógens og því séu öll umfram kolvetni mikilvæg til að aðstoða að fylla á birgðirnar (L. M. Burke o.fl., 2011). Neysla á kolvetnum eftir æfingu er nauðsynleg til að glýkógen birgðir vöðvanna geti endurnýjað sig (Wildman o.fl., 2010). Sýnt hefur verið fram á að upptaka glúkósa úr fæðu sem neytt er innan 30 mínútna frá æfingu/keppni er marktækt meiri heldur en ef neysla er frestað lengur en 30 mínútur (Currell og Jeukendrup, 2008; Wildman o.fl., 2010).

2.1.1.2 Trefjar

Ráðlögð neysla trefja er um 25 til 30grömm á dag (Melin o.fl., 2016; Perry og Ying, 2016) og getur rífleg trefjaneysla haft margvísleg jákvæð áhrif. Hins vegar getur ofneysla, yfir 50grömm á dag, leitt til óþæginda í meltingarvegi og dregið úr afkastagetu íþróttamanna (Fink og Mikesky, 2015). Ofneysla trefja er ekki algengt vandamál heldur liggur vandamálið oftast en ekki í of lítilli neyslu (Dahl og Stewart, 2015) og því til staðfestingar má geta þess að samkvæmt síðustu neyslukönnun sem gerð var hér á landi nam meðalneysla Íslendinga á trefjum aðeins um 17grömmum (Hólmfríður Þorgeirsdóttir o.fl., 2011). Trefjar eru flókin kolvetni sem líkaminn getur ekki melt (Anderson o.fl., 2009) og þar af leiðandi

gefa trefjar ekki mikla orku eins og meltanleg kolvetni (Kreider o.fl., 2010). Árið 2001 lagði stofnun lækninga, National Academy of Medicine, í Bandaríkjunum til skilgreiningu á trefjum þar sem trefjar voru flokkaðar annars vegar í fæðutrefjar og hins vegar virkar trefjar (Slavin, 2005; Turner og Lupton, 2011). Fæðutrefjum er oft skipt í tvo flokka, leysanleg og óleysanleg trefjaefni. Leysanleg trefjaefni eru þekkt fyrir að hafa góð áhrif gegn hjarta- og æðasjúkdómum og sykursýki af tegund 2 með því að lækka kólesteról og hægja á upptöku sykurs í blóði (Ólafur G. Sæmundsson, 2015). Til leysanlegra trefja teljast til að mynda efni eins og pektín, og glúkómannan. Óleysanleg trefjaefni hafa jákvæð áhrif á meltinguna með því að auka á umfang hægða og örva hreyfingu í meltingarvegarveginum og koma þannig í veg fyrir harðlífi og hægðatregðu (Ólafur G. Sæmundsson, 2015). Til óleysanlegra trefja teljast til að mynda efni eins og sellulósi og lignín. Fæðutrefjar eru ómeltanleg kolvetni sem eru hluti af plöntum og koma úr mat (Turner og Lupton, 2011). Virkar trefjar (e. functional fibers) eru hins vegar einangruð ómeltanleg kolvetni sem hafa verið megin uppistaða vissra afurða sem eru markaðssettar sem fæðubótarefni (Dahl og Stewart, 2015). Eitt þeirra er glúkómannan og er það leysanlegar trefjar sem fást úr konjakglúkómannan og hefur verið markaðsett sem fæðubótarefni til meðhöndlunar á offitu og lækkunar á kólesteróli (Zalewski, Chmielewska og Szajewska, 2015a). Glúkómannan á að hægja á losun fæðu úr meltingarveginum með því að mynda seigfljótandi gel sem eykur seddu ásamt því að bindast neikvætt hlöðnum fituefnum og galli og þar með draga úr frásogi þeirra og geymslu í meltingarveginum (Kraemer o.fl., 2007). Yfirlitsgrein um glúkómannan hefur sýnt fram á að 1,24 til 4grömm af glúkómannan í 4 til 12 vikur skili marktækum mun á líkamsþyngd þó svo að rannsóknir séu til sem stangast á við það (Sood, Baker og Coleman, 2008; Zalewski o.fl., 2015a). Annað trefjaefni sem hefur verið markaðsett sem fæðubótarefni, einnig til meðhöndlunar á offitu og lækkunar á kólesteróli, er kítósan og er það viðfangsefni rannsóknarinnar en kítósan inniheldur trefjaefnið kítín sem hægt er að vinna úr skeljum krabbadýra (Ravi Kumar, 2000).

2.1.1.3 Fita

Fita er flokkur næringarefna sem kallast fituefni (lípíð) og eru flokkuð í fitusýrur, þríglýseríð, fosfólípíð, steróla og önnur fituefni (Negro o.fl., 2013). Helstu fituefnin eru fitusýrur og þríglýseríð og eru þau líkt og kolvetni samsett úr kolefnis-, vetnis- og súrefnis frumeindum. Aðal munurinn á kolvetnum og fituefnum er að fituefni hafa fleiri kolefnis- og vetnisfrumeindir fyrir hverja súrefnisfrumeind og þar af leiðandi veitir fita fleiri hitaeiningar en kolvetni og þar með meiri orku (Fink og Mikesky, 2015). Þó er fita ekki ákjósanlegur orkugjafi í íþróttum þar sem fita krefst þess að nóg súrefni sé til staðar þegar frálífun á sér stað en á æfingu og/eða í keppni hefur íþróttamaður ekki alltaf tæk á því að uppfylla súrefnisþörfina (Eberle, 2014). Fita er hins vegar helsti orkugjafinn í hvíld og í létttri til miðlungs erfiðri æfingu, eins og langhlaupi, ásamt því hefur líkaminn nánast ótakmarkaðar birgðir af fitu sem gerir það að verkum að fita er mikilvægt orkuefni (Eberle, 2014; Fink og Mikesky, 2015).

Ráðlagt hlutfall fitu í mataræði íþróttamanna getur verið mismunandi og fer það helst eftir kröfum íþróttarinnar og markmiðum íþróttamannanna hversu mikið þeir neyta. Langhlauparar neyta gjarnan minna af fitu og meira af kolvetnum heldur en spretthlauparar og íþróttamenn sem vilja léttast, til dæmis vegna þyngdarflokka í íþróttinni, neyta gjarnan minni fitu heldur en þeir sem vilja þyngjast (Fink og Mikesky, 2015). Ráðleggingar varðandi hlutfall fitu í fæðu íþróttamanna er á bilinu 20 til 35% (Thomas, Erdman og Burke, 2016).

Lág kolvetna mataræði þar sem lögð er áhersla á mikla neyslu fitu og litla kolvetnaneyslu hefur verið vinsæl í gegnum tíðina (Bravata o.fl., 2003). Tilgátan er að með því að draga úr neyslu kolvetna og auka neyslu fitu á líkaminn að geta brotið fitu niður í meira magni en kolvetni og þar af leiðandi geta gefið líkamanum meiri orku (þar sem fita gefur 9 hitaeiningar en kolvetni bara 4). Rannsóknir hafa hins vegar sýnt fram á að einstaklingar á lág kolvetna mataræði finna fyrir meiri þreytu almennt og á æfingum (Jeukendrup, 2017). Ásamt því hefur rannsóknnum ekki tekist að sýna fram á jákvæð áhrif í lengri tíma og að lágkolvetna mataræði auki afkastagetu á æfingum (Bravata o.fl., 2003).

2.1.1.4 Prótein

Prótein eru mynduð úr röð eininga sem kallast amínósýrur. Hver amínósýra er samsett úr kolefnis-, vetnis-, súrefnis- og nitur frumeindum. Nitur (köfnunarefni) er frumefni sem aðgreinir prótein frá hinum orkuefnunum (Fink og Mikesky, 2015). Tuttugu mismunandi tegundir eru til af amínósýrum sem líkaminn getur notað og er þeim skipt í tvo flokka, lífsnauðsynlegar og aðrar amínósýrur. Lífsnauðsynlegar amínósýrur eru ekki framleiddar í líkamanum og er því nauðsynlegt að fá þær úr fæðunni. Aðrar amínósýrur eru framleiddar í líkamanum og því ekki nauðsynlegt að fá þær úr fæðunni (Hoffman og Falvo, 2004). Allar amínósýrurnar verða að vera til staðar svo hægt sé að mynda fullkomna próteinsameind (Fink og Mikesky, 2015).

Prótein hefur mörgum hlutverkum að gegna í líkamanum. Sem dæmi má nefna að prótein er aðal uppbyggingarefni líkamans og þjónar þeim tilgangi að gera við vöðvaþræði sem verða fyrir skemmdum vegna þjálfunar. Hins vegar er prótein ekki mikilvægur orkugjafi og leitast líkaminn oft fyrst og fremst eftir orku úr próteinum ef kolvetni eru af skornum skammti (Hoffman og Falvo, 2004). Yfirleitt er neysla íþróttamanna á próteinum nægileg en ofneysla próteina getur ýtt undir offitu þar sem umfram próteinum er breytt í fitu (Fink og Mikesky, 2015). Almennar ráðleggingar gera ráð fyrir að prótein neysla íþróttamanna sé 1,2 til 2grömm á hvert kíló líkamsþyngdar (Thomas, Erdman, o.fl., 2016).

2.1.2 Vítamín

Vítamín eru lífræn efni sem eru lífsnauðsynleg fyrir starfsemi líkamans (Fink og Mikesky, 2015). Vítamín eru ekki búin til í líkamanum (að frátöldu D-vítamíni sem líkaminn getur búið til með aðstoð sólarljóss), innihalda engar hitaeiningar og finnast í mjög litlu magni í líkamanum (Negro o.fl., 2013). Vítamínunum er skipt í tvo flokka, vatnsleysanleg vítamín og fituleysanleg vítamín. Vatnsleysanleg vítamín leysast upp í vatni og ferðast auðveldlega í blóðinu. Vítamínin eru notuð fljótlega eftir að þau koma í líkamann og finnast þar af leiðandi í litlu magni. Því er regluleg inntaka vatnsleysanlegu vítamínanna nauðsynleg. Fituleysanleg vítamín leysast ekki upp í vatni heldur stóla á fitu úr fæðunni til að aðstoða við upptöku þeirra og flutning í blóðrásina (Fink og Mikesky, 2015).

Ráðleggingar um magn vítamína til neyslu segja að neyta eigi vítamína í mjög litlu magni til dæmis í samanburði við kolvetni, fitu og prótein en þó er ekki talin þörf á að neyta vítamína í meira magni, til dæmis í formi fæðubótarefna, þar sem einstaklingar eiga að fá nóg með því að borða holla og fjölbreytta fæðu (Thomas, Burke, o.fl., 2016). Vítamín þjóna þó mikilvægu hlutverki í starfsemi líkamans og gæti hann ekki starfað án þeirra (Flynn o.fl., 2003; Hathcock, 1997). B-vítamín eru til dæmis hluti að ferlinu sem býr til orku úr kolvetnum og fitu ásamt því að aðstoða við myndun hemóglóbín, nauðsynlegt í blóðkornum til að flytja súrefni til vöðva. Einnig má nefna til sögunnar vítamín C og E en þau teljast til andoxunarefna sem eru mikilvæg til að koma í veg fyrir skemmdir á uppbyggingu og starfsemi fruma (Williams, 2004).

2.1.3 Steinefni

Eins og með vítamín þá eru steinefni lífsnauðsynleg fyrir starfsemi líkamans (Fink og Mikesky, 2015). Steinefni eru ólífræn efni, innihalda engar hitaeiningar og líkaminn þarfnast þeirra í mjög litlu magni (Negro o.fl., 2013). Ólíkt öðrum efnum helst uppbygging steinefna óbreytt frá því að þau koma inn í líkamann þar til þau skiljast út. Líkaminn þarf mjög lítið magn af steinefnum þar sem þau eru geymd í líkamanum og hægt er að nota þau aftur og aftur án þess að þau leysist upp (Williams, 2005). Steinefni eru flokkuð eftir því hve mikið af efninu finnst í líkamanum og skiptast þau í aðalsteinefni og snefilsteinefni (Ólafur G. Sæmundsson, 2015).

Almennt er talið að að hollt og fjölbreytt mataræði sjái líkamanum fyrir steinefnunum sem hann þarf á að halda til að geta starfað og því þurfi ekki að neyta þeirra í auknu magni, eins og í formi fæðubótarefna. Hins vegar geta hópar af einstaklingum verið líklegri til að verða fyrir skorti á ákveðnum steinefnum en aðrir og má þar nefna járnskort hjá konum (Williams, 2005).

2.1.4 Vatn

Vatn er án efa mikilvægasta næringarefnið fyrir íþróttamenn þrátt fyrir að það gefi líkamanum ekki beint orku (Fink og Mikesky, 2015). Hins vegar er vatn ómissandi þáttur í efnahvörfum sem eru lífsnauðsynleg til að eðlileg orkuframleiðsla geti átt sér stað (Fink og Mikesky, 2015). Vatn er nauðsynlegt til

að viðhalda blóðmagni (e. blood volume), hafa stjórn á líkamshita og leyfa vöðvum að dragast saman (Nuccio, Barnes, Carter og Baker, 2017). Á meðan á æfingu stendur viðheldur líkaminn réttu hitastigi með því að svitna. Þegar íþróttamenn svitna missir líkami þeirra vökva sem mikilvægt er að endurnýja því það dregur úr hitaáraun (e. heat stress) og viðheldur eðlilegri vöðvastarfsemi svo frammistaða skerðist ekki (Rehrer, 2001). Í flestum tilfellum missa íþróttamenn meiri vökva úr líkamanum með svita heldur en hann getur neytt og því er ráðlagt að drekka meira vökva til að frammistaða sé ekki skert. Hægt er að neyta of mikils vatns, þó það sé sjaldgæft, og getur það leitt til vatnseitrunar. Því er mikilvægt að gera sér grein fyrir því hversu mikill vökvi glatast í svita svo drukkið sé í samanburði við það (Cotugna, Vickery og McBee, 2005; Fink og Mikesky, 2015; Jeukendrup, 2011). Almenn ráðlegging segir að neysla vatns eigi að vera 2-3 lítrar á dag en íþróttamenn þurfa ef til vill að aðlaga vatns neyslu sína eftir íþrótt, ákefð, umhverfi og hitastigi (Fink og Mikesky, 2015; Thomas, Burke, o.fl., 2016).

2.2 Fæðubótarefni

Á hverju ári er samkeppnin í íþróttum mikil og það sem skilur íþróttamennina að getur oft á tíðum verið svo lítið sem sekúndubrot eða eitt taugaboð (Ormsbee, Lox og Arciero, 2013). Þess vegna eru íþróttamenn sífellt í leit að einhverju sem veitir þeim örlítið forskot og leita sumir þeirra eftir því í formi fæðubótarefna. Fæðubótarefni eru almennt skilgreind á tvo vegu. Annars vegar er talað um fæðubótarefni fyrirhuguð sem viðbót við mataræði einstaklinga ef þeir eru ekki að fá nóg úr mat og drykk og hins vegar sem efni sem auka getu einstaklinga til að framkvæma vinnu (Antonio og Stout, 2002). Fullyrt hefur verið að fæðubótarefni geti haft áhrif á ýmsa lífeðlisfræðilega þætti eins og styrk, snerpu, hraða og þol og að þau geti gert íþróttamönnum kleift að þola meira álag og þola álagið í lengri tíma, seinkað þreytu og aðstoða við endurheimt (Antonio og Stout, 2002; Beck, Thomson, Swift og von Hurst, 2015). Hins vegar hafa mörg þeirra ekki staðist virði sitt og því er mikilvægt að íþróttamenn séu vel upplýstir áður en farið er að neyta þeirra (Juhn, 2003; Thomas, Erdman, o.fl., 2016).

Hér að neðan verða tekin fyrir tvö fæðubótarefni sem rannsóknir hafa sýnt fram á að geti haft jákvæð áhrif á frammistöðu íþróttamanna.

2.2.1 Koffín

Koffín er líklega algengasta örvandi lyf heims og finnst í algengum drykkjarvörum (kaffi, te og gosi), matvælum sem innihalda kakó eða súkkulaði og nokkrum tegundum lyfja (Nawrot o.fl., 2003). Koffín er unnin að mestu leiti úr plöntunni *Coffea arabica* sem á rætur sínar að rekja til Eþíópíu (Juliana og Rafaella-Maria, 2017). Rannsóknir hafa verið framkvæmdar á virkni koffíns og þrátt fyrir að margar þeirra hafa sýnt fram á að koffín hafi áhrif á afkastagetu íþróttamanna er það ekki enn á bannlista yfir ólögleg efni í íþróttum heldur eru einungis sett takmörk um leyfilegt magn þess (L. Burke, 2009; Cox o.fl., 2002; Ganio, Klau, Casa, Armstrong og Maresh, 2009; Graham, Hibbert og Sathasivam, 1998; Ivy, Costill, Fink og Lower, 1979; Juliana og Rafaella-Maria, 2017; Nawrot o.fl., 2003; The World Anti-Doping Agency, 2019).

Áhrif koffíns á þol hefur verið rannsakað í mörg ár og hafa niðurstöður sýnt fram á að það hafi marktækt ($p < 0,05$) jákvæð áhrif (Field, 2013). Helstu ástæður þess að koffín hefur verið rannsakað sem frammistöðu aukandi efni í mörg ár eru að koffín er mjög aðgengilegt, auðvelt að neyta og fljótvirkt (Doherty og Smith, 2004). Sýnt hefur verið að koffín hafi örvandi áhrif á miðtaugakerfið, fituvefi og beinagrindarvöðva á æfingum sem standa yfir í eina mínútu til allt að fjögurra klukkustunda, þó mestu áhrifin séu sýnileg á æfingum sem standa yfir í 30-120 mínútur (Juliana og Rafaella-Maria, 2017). Koffín getur einnig haft áhrif á aukna samdráttargetu beinagrindarvöðva á æfingum undir hámarki og aukið sársauka- og þreytuþröskuld íþróttamanna sem getur leitt til aukins tíma í áreynslu (Ganio o.fl., 2009). Koffín flokkast til andoxunarefna (e. antioxidant) og hefur verið sýnt fram á að það geti aðstoðað við viðgerð vöðva sem „skemmast“ á æfingu (Ganio o.fl., 2009).

Koffín getur haft áhrif á þol íþróttamanna með því að auka seyntni adrenalíns (e. epinephrine) í blóðið sem þá örvar leysni óbundinna fitusýra úr fituvef og vöðvavef. Líkaminn getur þá nýtt sér orku úr fitunni í stað kolvetna sem gefur íþróttamanninum meiri orku sem veitir honum aukið úthald (L. Burke,

2009; Ganio o.fl., 2009; Graham o.fl., 1998; Juliana og Rafaella-Maria, 2017). Doherty og Smith (2004) tóku saman rannsóknir og bjuggu til yfirlit á áhrifum koffíns þar sem tekið er fram að áhrifin séu aðallega mæld út frá þrenns konar æfingar álagi: skammtíma æfing af hárrí ákefð, stigvaxandi æfing til örmögnunar og þol skipuð æfing. Niðurstöður voru á þá leið að koffín hefði nánast undantekningalaust áhrif á þol skipaðar æfingar en ekki á stigvaxandi æfingar til örmögnunar. Aðrar niðurstöður voru að æfingar í skammtíma og af hárrí ákefð hefðu breytileg áhrif (Doherty og Smith, 2004). Koffín virðist vera áhrifaríkast í formi taflna eða dufti þar sem ákjósanlegur skammtur er á bilinu 3-6milligrömm á hvert kíló líkamspygndar (Goldstein o.fl., 2010; Negro o.fl., 2013). Áhrifin eru sögð ná hæðum sínum einni til tveimur klukkustundum eftir inntöku (M. J. Ormsbee, Bach og Baur, 2014).

2.2.2 Rauðrófusafi

Rótargrænmetið rauðrófa (*Beta Vulgaris Ruba*) hefur komið fram sem rík uppspretta efnasambanda sem eru talin geta haft jákvæð lífeðlisfræðileg áhrif (Clifford o.fl., 2016). Efnasambandið sem hefur líklegast verið rannsóknað hvað mest er nítrat (NO_3^-) og er rauðrófusafi vanalega notað sem fæðubótarefni vegna þess að það inniheldur mikið magn af því (Clifford o.fl., 2016). Þegar rauðrófusafa er neytt er nítratinu breytt í nítrít (NO_2^-), af ensím bakteríum í munnholinu, og síðan í köfnunarefniseinoxíð (NO), af sýrum í maganum (Wylie o.fl., 2013). NO getur framkallað ýmis lífeðlisfræðileg viðbrögð sem hafa áhrif á nýtingu súrefnis hjá einstakling á æfingu og/eða í keppni. Meðal þeirra eru æðavíkkun, stjórnun blóðflæðis og súrefnis, lífmyndun hvatbera, öndun hvatbera, upptaka glúkósa og samdráttur og slökun vöðva. Allt eru þetta þættir sem auka starfsgetu vöðvanna sem þar af leiðandi eykur frammistöðu (Domínguez o.fl., 2017). Auk þess er verið að skoða möguleg áhrif nítrat sem meðferðaúrræði fyrir lungnasjúkdóma, háþrýsting, hjartabilun og insúlínviðnám (Whitfield o.fl., 2016).

Áhrif rauðrófusafa hafa verið skoðuð meðal annars í hjólreiðum, göngu, hlaupum, kayak, róðri og sundi (Balsalobre-Fernández o.fl., 2018; Bond, Morton og Braakhuis, 2012; Muggeridge o.fl., 2013; Pinna o.fl., 2014; Whitfield o.fl., 2016; Wylie o.fl., 2016). Rannsóknirnar hafa sýnt fram á að rauðrófusafi geti

stuðlað að auknu magni NO í beinagrindarvöðvum og þar af leiðandi aukið blóð- og súrefnisflæði í vöðvunum. Ásamt því hafi aukin framleiðsla NO lækkandi áhrif á framleiðslukostnað súrefnis, það er einstaklingur eyðir ekki jafn miklu súrefni meðan á æfingu stendur sem gerir það að verkum að hann þreytist ekki jafn hratt og getur þar með enst lengur (Pinna o.fl., 2014).

Innihald nítrat í rauðrófusafa sem rannsóknir nota er allt frá 0,32grömm til 1,12grömm sem er 4 til 12 sinnum hærra en ráðlögð neysla þess (M. Ormsbee, Lox og Arciero, 2013). Einnig er tekið fram að til að ná fram ákjósanlegum áhrifum skal neyta rauðrófusafa allt að 90 mínútnum fyrir æfingu og/eða keppni vegna þess að áhrifin séu hvað mest í kringum 150 mínútnum eftir neyslu (M. J. Ormsbee o.fl., 2014).

2.3 Kítósan

2.3.1 Uppruni og eðli

Kítósan er efni búið til úr kítín (Koide, 1998). Kítósan var fyrst uppgötvað árið 1811 af franska efna- og lyfjafræðingnum Henry Braconnot þegar hann tók eftir því að kítín, sem finnst í sveppum, leystist ekki upp í brennisteinssýru. Seinna á 19. öld fannst kítín í skel krabbadýra eins og krabba og rækju og síðan þá hefur fjöldi rannsókna verið framkvæmdar á eiginleikum og notkun þess þar sem rannsakendur reyna að byggja á niðurstöðum Henry í von um að ný tegund leiði til aukinnar nýtingar kítíns og kítósan (Khoushab og Yamabhai, 2010).

Kítín er næst algengasta fjölsýkran í náttúrunni, á eftir sellulósa, sem er unnin úr slípuðum skeljum krabbadýra til að mynda kítósan (Younes og Rinaudo, 2015). Þar sem kítín leysist illa upp í vatni er það oft fyrst afasetýlerað til að auka leysni þess. Eftir það eru skeljarnar unnar með vítissóða (3-5% w/v, 80-90°C) til að losa prótein frá og síðan leystar upp í saltsýru (3-5% w/v). Eftir það er kítín þurrkað og afasetýlerað með vítissóða lausn (40-50% w/v, 90-120°C) sem þá færir okkur kítósan (Hejazi og Amiji, 2003; Ingibjörg Kristjánsdóttir, 2017). Kítósan er sem sagt N-afasetýleruð afleiða kítíns, þar sem asetýlhópar hafa verið fjarlægðir og hlutfall asetýleringar ákvarðað (Ingibjörg Kristjánsdóttir, 2017). Hlutfall asetýleringar (e. degree of acetylation) er hlutfall asetýlhópa í fjölliðu þar

sem fjölsýkran er skilgreind sem kítósan þegar hlutfallið er minna en 0,5 (Dai, Tanaka, Huang og Hamblin, 2011; Ingibjörg Kristjánsdóttir, 2017). Kítósan er næmt fyrir efnafræðilegum breytingum þrátt fyrir að eðlisefnafræðilegir og lífefnafræðilegir eiginleikar þess breytist ekki (Hejazi og Amiji, 2003) og er frábrugðið öðrum trefjaefnum á þann hátt að það inniheldur amínóhóp sem er jákvætt hlaðin (Pittler, Abbot, Harkness og Ernst, 1999). Kítósan sem var notuð í rannsókninni er búin til úr kítíni rækjuskeljarinnar *Pandalus borealis* sem er veidd í Norður Atlandshafinu og unnin á Siglufirði (Einar Matthíasson, 2011).

2.3.2 Eiginleikar og notkun

Kítósan er sú lífræna fjölliða sem er hvað auðveldast og ódýrast að nálgast í dag (Vakili o.fl., 2014). Hún er notuð á mörgum mismunandi sviðum og þá í fyrsta lagi af því hún hefur ýmsa góða líffræðilega eiginleika. Kítósan er náttúrulegt, lífbrotgjant, óeitrað, lífsamhæft og hefur örverudrepandi verkun. Í öðru lagi er kítósan fánlegt í mörgum mismunandi formum eins og sem trefjar, duft, filma, svampur, upplausn, gel og hylki, sem hægt er að búa til með því að nota viðeigandi tækniferli, og því nothæf á marga vegu (El-hefian, Nasef og Yahaya, 2011; Younes og Rinaudo, 2015). Kítósan hefur verið notað í meðhöndlun frárennslisvatns, sem lyf, í landbúnaði, í snyrtivörur, í sáragræðandi gel og krem og sem fæðubótarefni (Ravi Kumar, 2000; Rinaudo, 2006; Şahan og Demir, 2014).

2.3.3 Kítósan sem fæðubótarefni

Kítósan hefur verið markaðsett sem fæðubótarefni til að lækka kólesteról og til meðhöndlunar á offitu (Guðjón Guðmundsson, 2018; Hill, 2009). Kítósan er talið hafa áhrif á offitu þar sem það hefur jákvætt hlaðna amínóhópa á sama sýrustigi (e. pH) og meltingavegurinn sem eiga að geta bundist neikvætt hlöðnum fituefnum og galli og þar með dregið úr frásogi þeirra og geymslu í meltingarveginum (Ravi Kumar, 2000). Kítósan á einnig að hafa áhrif á lækun kólesteróls þar sem kítósan sölt verka á fitusýrur og bindast fituefnum (Pepping, 2003).

Margar rannsóknir hafa verið framkvæmdar á áhrifum kítósans á lækun kólesteróls og til meðhöndlunar á offitu og hafa þær komist að breytilegum niðurstöðum (Gades og Stern, 2003, 2005; Gallaher, 2003; Ho, Tai, Eng, Tan og

Fok, 2001; Jeong o.fl., 2012; Kaats, Michalek og Preuss, 2006; Ni Mhurchu o.fl., 2004; Ni Mhurchu, Dunshea-Mooij, Bennett og Rodgers, 2005; Pittler o.fl., 1999; Schiller, Barrager, Schauss og Nichols, 2001; Trivedi o.fl., 2016). Sumar þeirra gefa til kynna að kítósan hafi meiri skammtímaáhrif heldur en til dæmis lyfleysa á meðan að aðrar hafa ekki náð að sýna fram á sömu áhrif. C. Ni Mhurchu o.fl. (2005) og Wanders o.fl. (2011) gerðu safngreiningar þar sem teknar voru saman helstu ástæður þess að niðurstöður hafa verið breytilegar og er breytileiki í hönnun og gæðum rannsókna þær helstu. Mismunandi skammtur kítósans og mismunandi hitaeiningafjöldi neyttur á meðan á rannsóknum stendur eru breytturnar sem hafa haft hvað mestu áhrif á niðurstöður rannsókna. Ásamt því hafa rannsóknir staðið yfir í mislangan tíma og verið með mismunandi fjölda þátttakenda (Trivedi o.fl., 2016). Niðurstöður rannsókna sem hafa verið taldar hágæða rannsóknir hafa ekki náð að sýna fram á marktækan mun milli þeirra sem taka kítósan og þeirra sem taka lyfleysu (Kyzas og Bikiaris, 2015; Ni Mhurchu o.fl., 2005; Wanders o.fl., 2011). Flestar rannsóknir hafa stuðst við skammt á bilinu 1 til 6grömm og standa yfir í 4 til 16 vikur. Sumum rannsóknum fylgir hitaeiningasnautt mataræði, öðrum mataræðisráðleggingar og enn öðrum ráðleggingar um heilbrigðan lífstíl. Einnig eru rannsóknir þar sem þátttakendum er leiðbeint að viðhalda hefðbundnum lífstíl, það er ekki breyta venjulegri hegðun (Ni Mhurchu o.fl., 2005; Wanders o.fl., 2011).

Cho og félagar framkvæmdu fyrstu rannsóknina, eða fyrstu tilraunina, á áhrifum kítósans á þol og endurheimt árið 2010. Þar var framkvæmd rannsókn á chitooligosaccharide (COS), ensím-meltuð (e. enzyme-digested) afurð kítósans, og leitaðist hún eftir því að þróa fæðubótarefni sem verkun gegn þreytu í músum (Cho o.fl., 2010). Meðal niðurstaða rannsóknarinnar var að COS gæti mögulega haft áhrif á frálífun (e. catabolism) hvatbera, og þar með aukið orku, og því var ákveðið að rannsaka áhrifin enn frekar. Önnur rannsókn, eftir Jeong og féлага (2012), leitaðist eftir því að skoða áhrif COS á þol og endurheimt og var hún framkvæmd á rottum. Þeir útskýrðu að til að mynda orku þyrfti að fara fram frálífun á glúkósa og fituefnum og til að viðhalda henni þyrftu hvatberar í vöðvum að geta síendurtekið ferlið. Þar sem geta hvatbera líkamans til að viðhalda frálífuninni er takmörkuð leiðir það að lokum til þess að líkaminn þreytist sem

dregur úr afköstum hans. Þeir héldu áfram og sögðu að þeir gangi út frá þeirri tilgátu að ef geta hvatbera væri meiri væri mögulega hægt að viðhalda orku í líkamanum yfir lengri tíma. Niðurstöður rannsóknarinnar sýndu fram á að COS hafur marktæk áhrif á lífmyndun hvatbera í líkama nagdýra og geti þar af leiðandi aukið þol (Jeong o.fl., 2012).

Rannsóknirnar sem hefur verið vitnað í hér að framan hafa rannsakað áhrif kítósan á þol og voru þær framkvæmdar á nagdýrum. Til bestrar þekkingar höfundar hefur hins vegar engin rannsókn verið framkvæmd á áhrifum kítósan á þol íþróttamanna. Í ljósi þess að tækifæri bauðst til að framkvæma rannsókn, þar sem áhrif kítósan á þol íþróttamanna var skoðað, var ákveðið að taka því. Verkefnið er áhugavert ekki síst vegna þess að hér er um trefjaefni að ræða en eins og komið hefur fram eru trefjar taldar til hollustuefna. Þar af leiðandi gæti verið spennandi kostur fyrir íþróttamenn að neyta efnisins ef niðurstöður rannsókna myndu leiða í ljós að neysla þess hefði jákvæð áhrif á frammistöðu þeirra.

3 Markmið og rannsóknarspurning

Markmið rannsóknarinnar var að skoða áhrif fæðubótarefnisins kítósan á þol, stökkhæð, snerpu og hraðapol íþróttamanna. Þar af leiðandi var lagt upp með tvær rannsóknarspurningar sem leitast var eftir að svara:

- 1) Hefur fæðubótarefnið kítósan áhrif á þol, stökkhæð, snerpu og/eða hraðapol íþróttamanna?
- 2) Hafa mismunandi skammtastærðir mismikil áhrif þol?

Eins og fram hefur komið er höfundur ekki kunnugt um að gerðar hafi verið rannsóknir sem hafa skoðað áhrif kítósan á þol íþróttamanna og því er þessi rannsókn fyrsta sinnar tegundar. Leitast er eftir því að niðurstöður rannsóknarinnar leiði í ljós hvort neysla á fæðubótarefninu kítósan hafi frammistöðuaukandi áhrif á íþróttamenn.

4 Aðferðir og gögn

4.1 Þátttakendur

Þátttakendur rannsóknarinnar voru nemendur á fyrsta og öðru ári í íþróttافرæði við Háskólann í Reykjavík. Fjöldi þátttakenda voru níu, átta karlar og ein kona, og var meðalaldur þeirra $21,3 \pm 1,73$ ár. Þátttakendurnir æfa allir markvisst í einni af eftirfarandi íþróttagreinum: knattspyrnu, handknattleik, kröfuknattleik, karate, sundi, kraftlyftingum og crossfit.

Þátttakendum var skipt tilviljunarkennt upp í þrjá hópa þar sem hver hópur fékk ákveðið magn af kítósan fæðubótarefninu LipoSanUltra® sem átti að taka daglega í 6 vikur. Þátttakendum var gerð grein fyrir því að rannsóknin væri forkönnun og því væri ekki hægt að fullvissa marktæk áhrif fæðubótarefnisins. Allir þátttakendurnir tóku þátt í mælingu á hámarkssúrefnisupptöku, fyrir og eftir inngríp, en einungis fimm tóku þátt í báðum mælingum á stökkhæð, snerpu og hraðapoli.

4.2 Mælitæki

Framkvæmdar voru mælingar á hámarkssúrefnisupptöku (VO_{2max}), lóðréttum stökkkrafti (Countermovement Jump (CMJ)), snerpu (Illinois agility test) og hraðapoli (5x30 meter Repeated Sprint Test).

Við framkvæmd VO_{2max} var byrjað á því að mæla hæð og þyngd og í það voru notaðir hæðamælir sem sýndu hæð þátttakenda í sentímetrum (cm) og vog sem sýndi þyngd þátttakenda í kílógrömmum (kg). Þar á eftir var hjartsláttarnema komið fyrir sem mældi hjartsláttartíðni þátttakenda á meðan á mælingunni stóð. Hjartsláttarnemanum var komið fyrir undir brjóstkassanum, sem næst hjartanu, og mældi hann hjartsláttartíðni og á sama tíma sendi upplýsingarnar í Polar RS100 púlsmæliúr. Síðan var notast við Ergospirometry tæki úr Schiller hugbúnaði til að mæla súrefni og koltvísýring. Tækið samanstendur af loft- og gasmælitæki (Power Cube gas analyser) og er tengt við tölvu sem inniheldur stýrikerfið LF8, sem les og veitir niðurstöður. Þátttakendur voru með grímu, sett yfir nef og munn, sem tók við öllu lofti hvers andardráttar. Gríman er tengd við loft- og gasmælitækið með tveim slöngum og tækið síðan

tengt við súrefniskút sem var notaður til að staðla loft- og gasmælitækið. Að lokum hlupu þátttakendur á hlaupabretti sem var á stillanlegum hraða (km/h) og halla (%). Hraða og halla þurfti að stilla handvirkt.

Svo hægt sé að segja að einstaklingur hafi náð hámarkssúrefnisupptöku þarf hann að uppfylla tvö skilyrði af þremur. Hjartsláttartíðni þarf að vera innan við 90% af aldursreiknuðum hámarkspúls (220 – Aldur), hlutfall koltvísýrings á móti súrefni (e. respiratory exchange ratio) þarf að hafa náð >1.20 og einstaklingurinn þarf að skora að lágmarki 18 af 20 mögulegum á mælikvarða upplifaðrar ákefðar (e. rating of perceived exertion) (Kim, Wheatley, Behnia og Johnson, 2016).

Við framkvæmd lóðréttis stökkkrafts var notast við stökkmottu (Jumpmat) sem metur lóðréttan stökkkraft með því að mæla tímann frá því að fætur fara af stökkmottunni og lenda aftur á henni. Tíminn er síðan settur inn í formúlu ($stökkhæð = ft^2 * g / 8$, $ft = \text{fartími}$ og $g = \text{aðdráttarafli jarðar}$) sem áætla stökkhæð (McMahon, Jones og Comfort, 2016).

Við mælingar á snerpu og hraðapoli var notast við málmband, til að mæla lengd í metrum (m), teip og keilur, til að afmarka svæðið, og tímatökuhlíð (BROWER SYSTEMS tc timing gate), til að mæla tíma í sekúndum (sek).

Niðurstöður mælinganna voru skráðar með penna á blað.

4.3 Framkvæmd mælinga

Framkvæmdar voru tvær mælingar á hámarkssúrefnisupptöku (VO_{2MAX}), lóðréttum stökkkrafti (Countermovement jump), snerpu (Illinois agility test) og hraðapoli (5x30m RST). Fyrri mælingarnar fóru fram í Háskólanum í Reykjavík og í Valsheimilinu dagana 10., 11. og 15. mars og seinni mælingarnar fóru einnig fram í Háskólanum í Reykjavík og Valsheimilinu, dagana 23., 25. og 26. apríl.

Framkvæmd VO_{2MAX} mælinganna fór fram í stöðluðu umhverfi á rannsóknarstofu Háskólans í Reykjavík. Hver mæling tók um 45 mínútur þar sem einn þátttakandi var mældur í einu. Þátttakendur fengu að skrá sig niður á tíma svo röðin var tilviljunarkennd. Upphitun var með frjálsum hætti og fengu þátttakendurnir 15 mínútur til þess.

Framkvæmd Countermovement jump, Illinois agility test og 5x30m RST fóru fram, í þessari röð, í aðal sal Valsheimilsins. Þátttakendum var stillt upp í tilviljunarkennda röð og framkvæmdu allir hvert próf áður en haldið var áfram í það næsta. Byrjað var á sameiginlegri upphitun sem fór fram í tveimur röðum þar sem mismunandi æfingar voru framkvæmdar aðra leiðina og hlaupið til baka. Þegar skipulagðri upphitun var lokið fengu þátttakendur 10 mínútur aukalega ef þeir töldu sig þurfa á frekari upphitun að halda.

4.3.1 VO_{2max}

Áður en fyrsti þátttakandi var mældur, hvorn daginn, þurfti að kveikja á mælitækjum og leyfa þeim að hita sig upp í að minnsta kosti hálf tíma áður en farið var að mæla. Þegar tækin voru tilbúin var byrjað á því að setja inn upplýsingar um hitastig, raka og hæð yfir sjávarmáli. Síðan þurfti að staðla gas- og loftmælitækið með fyrirfram þekktu lofti úr súrefniskútnum. Að því loknu þurfti að staðla hversu mikið loft fór inn og út úr tækinu og var það gert með dælu sem þurfti að pumpa sex til átta sinnum. Farið var eftir leiðbeiningum B.Sc verkefnis Eyþórs Ernir Oddssonar (Eyþór Ernir Oddsson, 2017). Þegar búið var að staðla mælitækin var byrjað að mæla þátttakendur.

Þegar að þátttakandi mætti var byrjað á því að útskýra fyrir honum hvað myndi eiga sér stað fyrir, á meðan og eftir mælinguna. Fyrst var mæld hæð og þyngd þátttakenda, án skóbúnaðar og í íþróttaklæðnaði. Eftir það voru grímur mátaðar og var valin gríma sem bæði náði yfir nef og munn og sem hleypti engu lofti út til hliðanna. Síðan var framkvæmd mæling á öndunarflæði (e. spirometry) þar sem mælitækin mældu hversu mikið hver þátttakandi nær að anda að sér og frá sér, fyrst eðlilega og síðan eins mikið út og eins mikið inn og þeir gátu. Að því loknu fór fram upphitun en þátttakendur fengu 15 mínútur til þess og stjórnðu henni sjálfir. Á meðan á upphituninni stóð fór rannsakandi betur í gegnum uppsetningu prófins og hvert hlutverk hans og þátttakandans væri á meðan á mælingunni stæði. Síðan hófst mælingin. Aðferðaráætlunin (e. protocol) var stöðluð þar sem verklagið gekk út á að þátttakendur byrjuðu á hraða 8 km/klst og í 1% halla. Á 2 mínútna fresti var hraðinn aukinn um 2 km/klst þar til hraðanum 16 km/klst var náð en þá var einungis hallinn hækkaður um 2%

(Carling, Reilly og Williams, 2009). Rétt fyrir aukningu í hraða eða halla voru tölur sem forritið gaf skráðar. Prófinu lauk þegar þátttakandi gat ekki hlaupið meira og voru niðurstöður þá skráðar. Hæsta súrefnisupptaka (l/min) sem fékkst var talinn hámarkssúrefnisupptaka (VO_{2max}) þátttakenda.

Fyrir framkvæmd prófsins voru þátttakendur minntir á að prófið væri hámarkspróf og að þeim bæri að gera sitt allra besta.

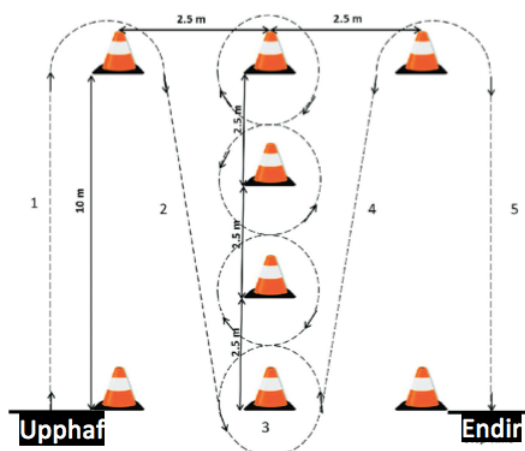
4.3.2 Countermovement jump

Að upphitun lokinni lýsti rannsakandi uppsetningu prófsins og því næst var framkvæmd prófsins bæði útskýrð og sýnd af rannsakanda. Þátttakendur komu einn í einu og stigu á stökkmottuna. Þá voru hendur settar á mjaðmir og hné beygð í um 90° gráður áður en þátttakandinn mátti stökkva upp (Markovic, Dizdar, Jukic og Cardinale, 2004). Hver þátttakandi framkvæmdi þrjú stökk og var besta, hæsta, stökkið skráð niður í sentímetrum (cm).

Þátttakendur voru minntir á að prófið væri hámarkspróf og að þeim bæri að gera sitt allra besta í framkvæmdinni.

4.3.3 Illinois agility test

Eftir mælingar á lóðréttum stökkkrafti var farið í Illinois snerpu prófið. Svæðið var kassalagað (10 metrar langsum og 5 metrar þversum) og var keilum stillt upp eins og sést á mynd 1. Framkvæmd hlaupsins er einnig sýnd á myndinni. Tíminn byrjar þegar að einstaklingur hleypur í gegnum fyrra tímatökuhliðið og endar þegar hann hleypur í gegnum það seinna (Sheppard og Young, 2006).



Mynd 1: Uppsetning og framkvæmd Illinois snerpu prófsins (Reina, Sarabia, Caballero og Yanci, 2017, mynd 1).

Þátttakendur voru minntir á að prófið væri hámarkspróf og að þeim bæri að gera sitt allra besta í framkvæmdinni.

4.3.4 5x30m RST

Þegar þátttakendur höfðu klárað að framkvæma Illinois snerpu prófið var farið í 5x30 metra hraðapols prófið. Þátttakendur höfðu 30 sekúndur til að hlaupa 30 metra og til að koma sér til baka. Hlaupnir voru 30 metrar eins hratt og hægt var og síðan fengu þeir að fara á sínum hraða til baka, svo lengi sem fram og til baka var innan 30 sekúndna. Þetta þurftu þeir að framkvæma fimm sinnum (Krustrup o.fl., 2006). Þrír þátttakendur hlupu í röð þar sem fyrsti var ræstur í byrjun, næsti eftir 10 sekúndur og þar næsti eftir 20 sekúndur. Þeir sem voru að hlaupa fengu einn meter áður en þeir hlupu í gegnum fyrra tímahliðið og fimm metra eftir að þeir hlupu í gegnum seinna tímahliðið og var það gert til að tryggja hámarkshraða alla vegalengdina. Tími var mældur í sekúndum (sek) og meðaltal allra hlaupanna reiknaður.

Þátttakendur voru minntir á að prófið væri hámarkspróf og að þeim bæri að gera sitt allra besta í framkvæmdinni.

4.4 Inngrip

Eftir fyrri mælingar tók við sex vikna tímabil þar sem þátttakendur neyttu mismikils magns af kítósan fæðubótarefninu LipoSanUltra. Þrír þátttakendur neyttu 1 töflu á dag (75mg), næstu þrír neyttu 3 töflur (225mg) og síðustu þrír 5 töflur (375mg). Að sex viknum loknum voru sömu mælingar framkvæmdar aftur og niðurstöður bornar saman.

Þátttakendur voru reglulega minntir á að taka töflurnar ásamt því að fá fyrirmæli um að viðhalda venjulegum lífstíl hvað varðar mataræði og hreyfingu á meðan á rannsókninni stóð.

4.5 Úrvinnsla og greining gagna

Í rannsókninni var notast við meginlega rannsóknaraðferð þar sem tölfræðilegum gögnum var safnað eftir líkamsmælingar. Gögn voru skráð á blað og færð inn í töfræðiforritið IBM Statistical package for the Social Science (SPSS) þar sem tölfræðileg úrvinnsla fór fram. Myndir voru unnar í Microsoft Office

Excel 2007 og töflur voru unnar í Microsoft Office Word 2007. Öll gagnaúrvinnsla var framkvæmd af rannsakanda.

Lægsta og hæsta gildi, meðaltöl og staðalfrávik voru reiknuð úr öllum prófunum. T-próf háðra mælinga (e. paired-samples t test) var framkvæmt til að athuga hvort tölfræðilega væri marktækur munur á niðurstöðum mælinganna fyrir og eftir sex vikna inn grip. Fjögur mismunandi t-próf voru framkvæmd, eitt fyrir hverja mælingu. Einnig var framkvæmd dreifigreining (e. one-way ANOVA) til að athuga hvort tölfræðilega væri marktækur munur á niðurstöðum hámarkssúrefnisupptöku eftir fjölda hylkja sem voru tekin á dag. Ef þátttakendur tóku einungis þátt í mælingu fyrir eða eftir inn grip, það er tók ekki þátt í báðum mælingum, voru niðurstöður hans ekki teknar með í úrvinnslu gagnanna.

Öryggismörkin sem miðað var við voru 95% og marktæktarmörkin lágu við $p < 0,05$.

5 Niðurstöður

Töluleg samantekt á aldri, hæð, þyngd og líkamsþyngdarstuðli (BMI) þátttakenda fyrir og eftir inngrip er sett fram í töflu 1. Meðaltal og staðalfrávik voru reiknuð fyrir hópinn í heild sinni, ekki var gerður greinamunur eftir kyni.

Tafla 1: Töluleg samantekt á aldri, hæð, þyngd og líkamsþyngdarstuðli þátttakenda.

	Fyrir inngrip		Eftir inngrip	
	Fjöldi (n)	Meðaltal± staðalfrávik	Fjöldi (n)	Meðaltal± staðalfrávik
Aldur (ár)	9	21,33 ± 1,73	9	21,59 ± 1,75
Hæð (cm)	9	180,24 ± 6,70	9	180,50 ± 7,03
Þyngd (kg)	9	80,64 ± 8,08	9	81,06 ± 8,03
BMI (kg/m ²)	9	24,82 ± 2,30	9	24,92 ± 2,33

Tafla 1 sýnir tölulega samantekt á aldri, hæð, þyngd og líkamsþyngdarstuðli þátttakenda fyrir og eftir inngrip. Fjöldi þátttakenda var 9 þar sem yngsti sem tók þátt í rannsókninni var 19 ára og elsti 25 ára. Þar sem inngripið stóð yfir í sex vikur hækkaði aldur í samræmi við það. Hæð, þyngd og líkamsþyngdarstuðli þátttakenda breyttist á milli mælinga en munurinn var ekki marktækur.

Tafla 2: Töluleg samantekt á niðurstöðum mælinga á hámarkssúrefnisupptöku, stökkhæð, snerpu og hraðapoli.

Mæling:	Fyrir inngrip		Eftir inngrip	
	Fjöldi (n)	Meðaltal± staðalfrávik	Fjöldi (n)	Meðaltal± staðalfrávik
VO ₂ (l/min)	9	3,69 ± 0,44	9	3,58 ± 0,50
CMJ (cm)	5	38,81 ± 7,87	5	55,52 ± 4,01*
Illinois agility test (s)	5	16,04 ± 1,04	5	16,07 ± 0,94
5x30m RST (s)	5	4,50 ± 0,24	5	4,55 ± 0,36

* p<0,05

Tafla 2 sýnir tölulega samantekt á niðurstöðum mælinganna fyrir og eftir inngrip. Hún sýnir að fjöldi þátttakenda var ekki sá sami í hámarkssúrefnisupptöku og á stökkhæð, snerpu og hraðapoli. Allir

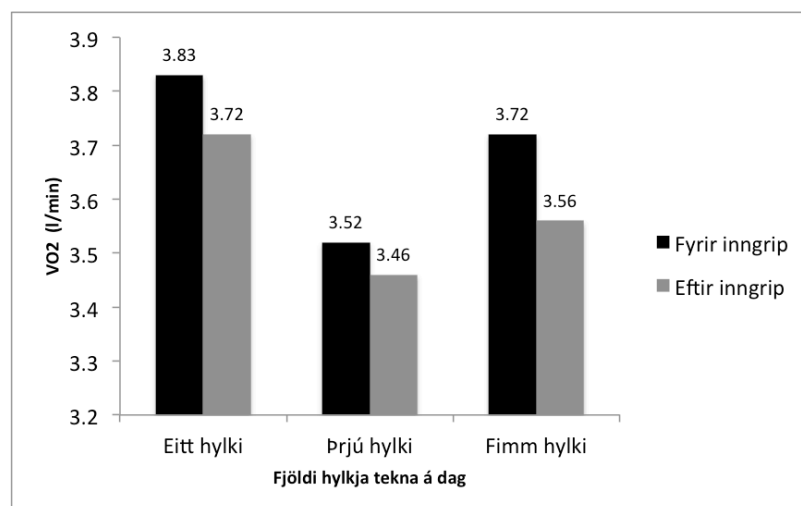
þátttakendurnir tóku þátt í mælingum á hámarkssúrefnisupptöku, fyrir og eftir inngríp, en einungis fimm af níu tóku þátt í báðum mælingum á stökkhæð, snerpu og hraðapoli.

Eins og sést í töflu 2 var marktækur munur á stökkhæð ($t(4)=-9,476$, $p=0,01$) eftir inngríp og hækkaði hún um 16,71cm. Hins vegar fannst ekki marktækur munur á hámarkssúrefnisupptöku ($t(8)=1,658$, $p=0,136$), snerpu ($t(4)=0,555$, $p=0,608$) og hraðapoli ($t(4)=-1,000$, $p=0,374$) eftir inngríp.

Tafla 3: Töluleg samantekt á niðurstöðum mælinga á hámarkssúrefnisupptöku þátttakenda, fyrir og eftir inngríp, greint eftir fjölda hylkja tekna á dag.

Fjöldi hylkja:	Fyrir inngríp		Eftir inngríp	
	Fjöldi (n)	Meðaltal ± staðalfrávik	Fjöldi (n)	Meðaltal ± staðalfrávik
Eitt hylki	3	3,83 ± 0,57	3	3,72 ± 0,75
Þrjú hylki	3	3,52 ± 0,30	3	3,46 ± 0,41
Fimm hylki	3	3,72 ± 0,55	3	3,56 ± 0,47

Tafla 3 og mynd 2 sýna tölulega samantekt á niðurstöðum mælinga á hámarkssúrefnisupptöku þátttakenda, fyrir og eftir inngríp, eftir fjölda hylkja tekna á dag. Eins og sést í töflunni var breyting á meðaltölum hámarkssúrefnisupptöku eftir fjölda hylkja tekna á dag (0,11/0,06/0,16) en marktektarpróf sýndi að munurinn var ekki marktækur ($f(2)=0,167$, $p=0,850$).



Mynd 2: Áhrif kítósan á hámarkssúrefnisupptöku þátttakenda eftir fjölda hylkja tekna á dag.

6 Umræður

Markmið rannsóknarinnar var að skoða hvort fæðubótarefnið kítósan hafi áhrif á þol, stökkhæð, snerpu og hraðapol íþróttamanna og hvort að mismunandi skammtastærðir hafi mismikil áhrif á þol þeirra.

Niðurstöður rannsóknarinnar leiddu í ljós að eftir sex vikna inngrip var ekki marktækur munur á frammistöðu þátttakenda að meðaltali í hámarkssúrefnisupptöku, snerpu og hraðapoli. Marktektarpróf sýndi einnig fram á að ekki var marktækur munur á hámarkssúrefnisupptöku eftir fjölda hylkja tekna á dag. Hins vegar fannst marktækur munur á milli mælinga á stökkhæð eftir sex vikna inngrip.

Þar sem engar aðrar rannsóknir hafa verið gerðar á áhrifum kítósan á frammistöðu íþróttamanna er áhugavert að bera áhrif kítósan saman við önnur fæðubótarefni sem hafa einnig verið rannsökuð í þeim tilgangi að skoða áhrif þeirra á frammistöðu íþróttamanna. Í yfirlitsgreiningu (e. systematic review) Doherty og Smith (2004) voru teknar fyrir 22 rannsóknir sem skoðuðu áhrif koffín á þol íþróttamanna þar sem stuðst var við mismunandi skammtastærð (3-13 mg/kg) og mismunandi tíma á inntöku þess fyrir mælingu (30-360 mínútur). Niðurstöður yfirlitsins voru að marktækur munur væri á milli þeirra sem fengu koffín og þeirra sem fengu lyfleysu og að áhrifamesta skammtastærðin hafi verið 6 mg/kg, einum til tveim klukkutímum fyrir mælingu. Lansley og félagar (2011) skoðuðu áhrif rauðrófusafa á þol íþróttamanna þar sem 9 þátttakendur fengu annað hvort hálfan líter af rauðrófusafa eða lyfleysusafa í sex daga og voru síðan mældir. Niðurstöður þeirra sýndu að inngripið hafði marktæk áhrif á þol íþróttamanna. Önnur rannsókn, framkvæmd af Bailey og fleirum (2009), skoðaði áhrif rauðrófusafa á þol þar sem 8 þátttakendur fengu annað hvort hálfan líter af rauðrófusafa eða lyfleysusafa í sex daga. Niðurstöður þeirra var í samræmi við rannsókn Lansley og félaga þar sem marktækur munur var á milli þeirra sem fengu rauðrófusafa og þeirra sem fengu lyfleysusafa. Athyglisvert er að rannsóknirnar á koffín og rauðrófusafa náðu að sýna fram á marktækan mun eftir inntöku þess, óháð hversu mikið magn var neytt og hversu löngum tíma fyrir mælingarnar, en að rannsóknin á kítósan náði ekki að sýna fram á marktækan

mun. Að vísu eru rannsóknirnar á koffíni, rauðrófusafa og kítósan ólíkar að mörgu leiti. Flestar rannsóknir á koffíni byggjast á því að þátttakendur neyti um 6 mg/kg í kringum klukkutíma fyrir mælingu (Doherty og Smith, 2004; Ganio o.fl., 2009) og rannsóknir á rauðrófusafa benda til þess að hálfur líter um einum og hálfum tíma fyrir mælingu sé ákjósanlegast fyrir mestu áhrifin en á sama tíma hafi regluleg neysla þess einnig áhrif (Domínguez o.fl., 2017; Siervo, Lara, Ogbonmwan og Mathers, 2013). Koffín og rauðrófusafi eru hins vegar fljótvirkari efni heldur en kítósan. Koffín fer auðveldlega í gegnum þekjuvefi líkamans og inn í blóðrásina svo frá inntöku tekur aðeins um 45 mínútur fyrir það að hafa áhrif (Doherty og Smith, 2004). Rauðrófusafi á einnig að hafa áhrif um 90 mínútnum eftir inntöku þess þar sem efnahvörf eiga sér stað þegar nítrat breytist í nítrít í munninum, sem síðan breytist í köfnunarefniseinoxíð í maganum (sem líkaminn getur nýtt til að auka frammistöðu) (Domínguez o.fl., 2017). Kítósan virðist hins vegar hafa meiri áhrif þegar þess er neytt reglulega til lengri tíma (>4 vikur) þar sem gengið er út frá því að virknin hafi áhrif á frálífun hvatbera og þar með aukið orku (Cho o.fl., 2010). Helmingunartími koffín og rauðrófusafa er því mun meiri en rannsóknirnar eru hins vegar sambærilegar þar sem þær eiga það sameiginlegt að þær skoða allar áhrif fæðubótarefnis á frammistöðu íþróttamanna.

Líkt og kítósan er glúkómannan trefjaefni sem virðist hafa meiri áhrif þegar þess er neytt reglulega til lengri tíma (Zalewski, Chmielewska og Szajewska, 2015b). Glúkómannan og kítósan eiga það sameiginlegt að efnin eiga að hægja á losun fæðu úr meltingarveginum ásamt því að bindast neikvætt hlöðnum fituefnum og galli og þar með draga úr frásogi þeirra og geymslu í meltingarveginum (Kraemer o.fl., 2007; Ravi Kumar, 2000). Hins vegar virðist virkni glúkómannan vera marktækt meiri heldur en virkni kítósan. Yfirlitsgreining Brownlee o.fl (2017) sýndi að minna magn af glúkómannan (1,24 til 4grömm á móti 0,24 til 15grömm kítósan) hafði marktækt meiri áhrif á þyngdarlækkun einstaklinga, heldur en kítósan, og að marktækt meiri virkni væri á glúkómannan yfir styttri tíma heldur en kítósan (4-12 vikur á móti 4-24 vikur). Eftir bestu vitund höfundar hefur glúkómannan ekki verið rannsakað sem frammistöðu aukandi fæðubótarefni fyrir íþróttamenn en þar sem það virðist vera áhrifaríkara en

kítósan til þyngdarlækkunar væri áhugavert að skoða það þar sem efnin eru bæði trefjaefni.

Helstu takmarkanir rannsóknarinnar voru stærð úrtaksins, eftirfylgni æfingarmagns og æfingarálags þátttakenda, líkamsástand þeirra og tímasetning rannsóknarinnar. Þegar litið er á rannsóknir á koffín og rauðrófusafa er úrtak þeirra oft annað hvort stærra eða með meiri eftirfylgni (Doherty og Smith, 2004; Domínguez o.fl., 2017; Ganio o.fl., 2009; Siervo o.fl., 2013). Með minna úrtaki er erfiðara að alhæfa yfir þýði ásamt því að erfiðara er að fá marktækan mun (Sigríður Halldórsdóttir, 2013). Einnig væri betri eftirfylgni ákjósanlegt til að geta sagt með vissu að þátttakendurnir hafi verið undir svipuðu líkamlegu álagi sem hefði geti stuðlað að líkari árangri. Þátttakendur rannsóknarinnar eru íþróttamenn sem æfa á hæsta stigi í sinni íþrótt og því í góðu líkamlegu ástandi svo erfitt getur verið að bæta VO₂ þegar einstaklingur er nú þegar í svo góðu líkamlegu ástandi (Kenney, Wilmore og Costill, 2012). Að lokum hafði tímasetning innripsins möguleg áhrif á niðurstöður mælinganna þar sem það stóð yfir lokapróf og páskar sem á til að vera tímabil sem einstaklingar leggja mikla áherslu á lærdóm og hvíld ásamt því að borða ef til vill meira.

Helstu kostir rannsóknarinnar voru að rannsóknin er fyrsta rannsókn sinnar tegundar og að mælingar voru framkvæmdar með mælitækjum sem sýna traustar og nákvæmar niðurstöður. Ásamt því tóku þátttakendurnir hylkin sín daglega og af mikilli samviskusemi svo ekki þurfti að útiloka neinn úr rannsókninni. Að lokum gekk rannsóknin vel fyrir sig þar sem þátttakendurnir upplifðu engar aukaverkanir af því að neyta fæðubótarefnisins og höfðu gaman af því að taka þátt.

7 Lokaorð

Út frá niðurstöðum rannsóknarinnar er hægt að álykta að fæðubótarefnið kítósan hafi ekki áhrif á þol, snerpu og hraðapol íþróttamanna ásamt því að fjöldi hylkja tekna á dag hafi ekki mismikil áhrif á þol þeirra. Hins vegar hafi kítósan áhrif á stökkhæð.

Þar sem rannsóknin er fyrsta sinnar tegundar er mikil þörf á frekari rannsóknum sem skoða áhrif kítósan á frammistöðu íþróttamanna. Í framhaldi af þessari rannsókn væri áhugavert að skoða áhrif kítósan á stærra og einsleitara úrtak þar sem fylgst er með æfingamagni og æfingaákefð þátttakenda. Með stærra og einsleitara úrtak er hægt að fá áreiðanlegri niðurstöður og auðveldara að alhæfa yfir þýði og með því að að vita æfingamagn og æfingaákefð þátttakenda er auðveldara að fullvissa að þátttakendur séu að æfa svipað mikið og því eigi áhrifin að vera svipuð. Einnig væri áhugavert að framkvæma rannsókn þar sem þátttakendur neyttu allir jafn mikils magns af kítósan og þar sem fylgst væri með mataræði þeirra.

Heimildaskrá

Anderson, J. W., Baird, P., Davis, R. H., Ferreri, S., Knudtson, M., Koraym, A., ...

Williams, C. L. (2009). Health benefits of dietary fiber. *Nutritional Reviews*, 67(4), 188–205. doi:10.1111/j.1753-4887.2009.00189.x

Antonio, J. og Stout, J. R. (2002). *Supplements for endurance athletes* (1. útg.).

Champaign, IL: Human Kinetics.

Bailey, S. J., Winyard, P., Vanhatalo, A., Blackwell, J. R., DiMenna, F. J.,

Wilkerson, D. P., ... Jones, A. M. (2009). Dietary nitrate supplementation reduces the O₂ cost of low-intensity exercise and enhances tolerance to high-intensity exercise in humans. *J Appl Physiol*, 107(4), 1144–1155. doi:10.1152/jappphysiol.00722.2009

Balsalobre-Fernández, C., Romero-Moraleda, B., Cupeiro, R., Peinado, A. B.,

Butragueño, J. og Benito, P. J. (2018). The effects of beetroot juice supplementation on exercise economy, rating of perceived exertion and running mechanics in elite distance runners: A double-blinded, randomized study. *PLoS ONE*, 13(7), 1–10. doi:10.1371/journal.pone.0200517

Baron, D. A., Martin, D. M. og Abol Magd, S. (2007). Doping in sports and its

spread to at-risk populations: An international review. *World Psychiatry*, 6(2), 118–123.

Beck, K. L., Thomson, J. S., Swift, R. J. og Hurst, P. R. von. (2015). Role of

nutrition in performance enhancement and postexercise recovery. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 2015(6), 259–267.

doi:10.2147/OAJSM.S33605

- Berning, J. R. og Steen, S. N. (2005). *Nutrition for sport and exercise* (2. útg.). Sudbury, MA: Jones & Bartlett Learning.
- Bond, H., Morton, L. og Braakhuis, A. J. (2012). Dietary nitrate supplementation improves rowing performance in well-trained rowers. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 22(4), 251–256. doi:10.1123/ijsnem.22.4.251
- Bravata, D., Sanders, L., Huang, J., Krumholz, H., Olkin, I., D Gardner, C. og Bravata, D. (2003). Efficacy and safety of low-carbohydrate diets: A systematic review. *The Journal of the American Medical Association*, 289(14), 1837–1850. doi:10.1001/jama.289.14.1837
- Burke, L. (2009). Caffeine and sport performance. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, 33(6), 1319–1334. doi:10.1139/H08-130
- Burke, L. M., Hawley, J. A., Wong, S. H. S. og Jeukendrup, A. E. (2011). Carbohydrates for training and competition. *Journal of Sports Sciences*, 29(1), 17–27. doi:10.1080/02640414.2011.585473
- Carling, C., Reilly, T. og Williams, A. M. (2009). *Performance assessment for field sports* (2. útg.). London: Routledge.
- Cho, S. Y., Lee, J. H., Song, M. J., Park, P. J., Shin, E. S., Sohn, J. H., ... Lee, S. (2010). Effects of chitooligosaccharide lactate salt on sleep deprivation-induced fatigue in mice. *Biological & Pharmaceutical Bulletin*, 33(7), 1128–1132. doi:10.1248/bpb.33.1128
- Clifford, T., Bell, O., West, D. J., Howatson, G. og Stevenson, E. J. (2016). The effects of beetroot juice supplementation on indices of muscle damage following eccentric exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 116(2), 353–362. doi:10.1007/s00421-015-3290-x

- Cotugna, N., Vickery, C. E. og McBee, S. (2005). Sports nutrition for young athletes. *The Journal of School Nursing, 21*(6), 1–6.
doi:10.1177/10598405050210060401
- Cox, G. R., Desbrow, B., Montgomery, P. G., Anderson, M. E., Bruce, C. R., Macrides, T. A., ... Burke, L. M. (2002). Effect of different protocols of caffeine intake on metabolism and endurance performance. *Journal of Applied Physiology, 93*(1), 990–999.
doi:10.1152/jappphysiol.00249.2002
- Currell, K. og Jeukendrup, A. E. (2008). Superior endurance performance with ingestion of multiple transportable carbohydrates. *Medicine and science in sports and exercise, 40*(2), 275–281.
doi:10.1249/mss.0b013e31815adf19
- Dahl, W. J. og Stewart, M. L. (2015). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Health implications of dietary fiber. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics, 115*(11), 1861–1870.
doi:10.1016/j.jand.2015.09.003
- Dai, T., Tanaka, M., Huang, Y. og Hamblin, M. R. (2011). Chitosan preparations for wounds and burns: Antimicrobial and wound-healing effects. *Expert review of anti-infective therapy, 9*(7), 857–879.
doi:10.1586/eri.11.59
- Dietary fibre and weight loss: Where are we now? (2017). *Food Hydrocolloids, 68*(1), 186–191. doi:10.1016/j.foodhyd.2016.08.029
- Doherty, M. S. og Smith, P. D. M. (2004). Effects of caffeine ingestion on exercise testing: A meta-analysis. *International journal of sport*

nutrition and exercise metabolism, 14(6), 626–646.

doi:10.1123/ijsnem.14.6.626

Domínguez, R., Cuenca, E., Maté-Muñoz, J. L., García-Fernández, P., Serra-Paya, N., Estevan, M. C. L., ... Garnacho-Castaño, M. V. (2017). Effects of beetroot juice supplementation on cardiorespiratory endurance in athletes. A systematic review. *Nutrients*, 9(43), 1–18.

doi:10.3390/nu9010043

Eberle, S. G. (2014). *Endurance sports nutrition* (3. útg.). Champaign, IL: Human Kinetics.

Einar Matthíasson. (2011). Primex. Sótt 10. apríl 2019 af

<http://www.matis.is/media/liftaekniradstefna->

2011/9_Einar.Matthiasson_Primex.pdf

El-hefian, E. A., Nasef, M. M. og Yahaya, A. H. (2011). Chitosan physical forms: A short review. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(5), 670–677.

Eyþór Ernir Oddsson. (2017, júní). *Tengsl súrefnisupptöku á hlaupabretti og í djúpvatnshlaupi: Hvernig er mæling á súrefnisupptöku í vatni gerð?*

(BSc-ritgerð). Háskólinn í Reykjavík, Íþróttافرæðideild. Sótt 15. apríl

2019 af <https://skemman.is/handle/1946/28858>

Fink, H. H. og Mikesky, A. E. (2015). *Practical applications in sports nutrition*

(4. útg.). Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning. Sótt 15. mars 2019

af

<http://www.pthomegroup.com/sites/default/files/my%20library/P>

ractical%20applications%20in%20sports%20nutrition%20%204th

%20%20%A92015.pdf

- Flynn, A., Moreiras, O., Stehle, P., Fletcher, R. J., Müller, D. J. G. og Rolland, V. (2003). Vitamins and minerals: A model for safe addition to foods. *European Journal of Nutrition*, 42(2), 118–130. doi:10.1007/s00394-003-0391-9
- Gades, M. D. og Stern, J. S. (2003). Chitosan supplementation and fecal fat excretion in men. *Obesity Research*, 11(5), 683–688. doi:10.1038/oby.2003.97
- Gades, M. D. og Stern, J. S. (2005). Chitosan supplementation and fat absorption in men and women. *Journal of the American Dietetic Association*, 105(1), 72–77. doi:10.1016/j.jada.2004.10.004
- Gallaher, D. (2003). Chitosan, cholesterol lowering, and caloric loss. *Agro Food Industry Hi Tech*, 14(5), 32.
- Ganio, M. S., Klau, J. F., Casa, D. J., Armstrong, L. E. og Maresh, C. M. (2009). Effect of caffeine on sport-specific endurance performance: A systematic review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 315–324. doi:10.1519/JSC.0b013e31818b979a
- Goldstein, E. R., Ziegenfuss, T., Kalman, D., Kreider, R., Campbell, B., Wilborn, C., ... Antonio, J. (2010). International society of sports nutrition position stand: Caffeine and performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 7(1), 1–15. doi:10.1186/1550-2783-7-5
- Graham, T. E., Hibbert, E. og Sathasivam, P. (1998). Metabolic and exercise endurance effects of coffee and caffeine ingestion. *Journal of Applied Physiology*, 85(3), 883–889. doi:10.1152/jappl.1998.85.3.883

- Guðjón Guðmundsson. (2018). Primex með undraefni framtíðar. Sótt 10. apríl 2019 af <http://www.fiskifrettir.is/frettir/primex-med-undraefni-framtidar/145974/>
- Hathcock, J. N. (1997). Vitamins and minerals: Efficacy and safety. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 66(2), 427–437.
doi:10.1093/ajcn/66.2.427
- Hejazi, R. og Amiji, M. (2003). Chitosan-based gastrointestinal delivery systems. *Journal of Controlled Release*, 89(2), 151–165.
doi:10.1016/S0168-3659(03)00126-3
- Hill, S. (2009). Biotech round the world: Iceland. *Biotechnology Journal*, 4(12), 1651–1652. doi:10.1002/biot.200990102
- Ho, S. C., Tai, E. S., Eng, P. H. K., Tan, C. E. og Fok, A. C. K. (2001). In the absence of dietary surveillance, chitosan does not reduce plasma lipids or obesity in hypercholesterolaemic obese asian subjects. *Singapore Medical Journal*, 42(1), 6–10.
- Hoffman, J. R. og Falvo, M. J. (2004). Protein – Which is best? *Journal of Sports Science & Medicine*, 3(3), 118–130.
- Hoffmann, R., Ging, L. C. og Ramasamy, B. (2002). Public policy and olympic success. *Applied Economics Letters*, 9(8), 545–548.
doi:10.1080/13504850110102784
- Hólmfríður Þorgeirsdóttir, Hrund Valgeirsdóttir, Ingibjörg Gunnarsdóttir, Elva Gísladóttir, Bryndís Elfa Gunnarsdóttir, Inga Þórsdóttir, ... Laufey Steingrímsdóttir. (2011). Könnun á mataræði Íslendinga 2010-2011: helstu niðurstöður. Embættis landlæknis, Matvælastofnun og Rannsóknastofa í næringafræði. Sótt 20. apríl 2019 af

https://www.landlaeknir.is/servlet/file/store93/item14901/Hva%C3%B0%20bor%C3%B0a%20%C3%8Dslen%20dingar_april%202012.pdf

Ingibjörg Kristjánsdóttir. (2017, júní). *Kítósanafléiður með bakteríudrepandi verkun: Efnasmíði, efnagreining og samanburður á virkni* (MSc-ritgerð). Háskóli Íslands, Lyfjafræðideild. Sótt 10. apríl 2019 af <https://skemman.is/handle/1946/27046>

Ivy, J. L., Costill, D. L., Fink, W. J. og Lower, R. W. (1979). Influence of caffeine and carbohydrate feeding on endurance performance. *Medicine & Science in Sports*, 11(1), 6–11.

Jeong, H. W., Cho, S. Y., Kim, S., Shin, E. S., Kim, J. M., Song, M. J., ... Lee, S. J. (2012). Chitooligosaccharide induces mitochondrial biogenesis and increases exercise endurance through the activation of Sirt1 and AMPK in rats. (R. Moreno-Sanchez, Ritstj.) *PLoS ONE*, 7(7), 1–9. doi:10.1371/journal.pone.0040073

Jeukendrup, A. E. (2011). Nutrition for endurance sports: Marathon, triathlon and road cycling. *Journal of Sport Sciences*, 29(1), 91–99. doi:10.1080/02640414.2011.610348

Jeukendrup, A. E. (2017). Periodized nutrition for athletes. *Sports Medicine*, 47(1), 51–63. doi:10.1007/s40279-017-0694-2

Judge, L. W., Bellar, D. og Craig, B. (2010). The attitudes of track and field throwers toward performance enhancing drug use and drug testing. *Journal of Research*, 5(2), 54–61.

- Juhn, M. S. (2003). Popular sports supplements and ergogenic aids. *Sports Medicine*, 33(12), 921–939. doi:10.2165/00007256-200333120-00004
- Juliana, M. og Rafaella-Maria, S. (2017). Does caffeine enhance athletic performance? *Arab Journal of Nutrition and Exercise*, 1(1), 52–62. doi:10.18502/ajne.v1i1.1223
- Kaats, G. R., Michalek, J. E. og Preuss, H. G. (2006). Evaluating efficacy of a chitosan product using a double-blinded, placebo-controlled protocol. *Journal of the American College of Nutrition*, 25(5), 389–394. doi:10.1080/07315724.2006.10719550
- Kenney, W. L., Wilmore, J. H. og Costill, D. L. (2012). *Physiology of sport and exercise* (5th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Khoushab, F. og Yamabhai, M. (2010). Chitin research revisited. *Marine Drugs*, 8(7), 1988–2012. doi:10.3390/md8071988
- Kim, C. H., Wheatley, C. M., Behnia, M. og Johnson, B. D. (2016). The effect of aging on relationships between lean body mass and VO2max in rowers. *PLoS ONE*, 11(8), 1–11. doi:10.1371/journal.pone.0160275
- Koide, S. S. (1998). Chitin-chitosan: Properties, benefits and risks. *Nutrition Research*, 18(6), 1091–1101. doi:10.1016/S0271-5317(98)00091-8
- Koplan, J. P., Bond, T. C., Merson, M. H., Reddy, K. S., Rodriguez, M. H., Sewankambo, N. K. og Wasserheit, J. N. (2009). Towards a common definition of global health. *The Lancet*, 373(9679), 1993–1995. doi:10.1016/S0140-6736(09)60332-9
- Kraemer, W. J., Vingren, J. L., Silvestre, R., Spiering, B. A., Hatfield, D. L., Ho, J. Y., ... Volek, J. S. (2007). Effect of adding exercise to a diet containing

glucomannan. *Metabolism*, 56(8), 1149–1158.

doi:10.1016/j.metabol.2007.04.010

Kreider, R. B., Wilborn, C. D., Taylor, L., Campbell, B., Almada, A. L., Collins, R., ... Antonio, J. (2010). ISSN exercise and sport nutrition review: Research and recommendations. *Journal of the International Society of Sport Nutrition*, 7(7), 1–43.

Krustrup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J., Kjaer, M. og Bangsbo, J. (2006). Muscle and blood metabolites during a soccer game: Implications for sprint performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(6), 1165–1174.

doi:10.1249/01.mss.0000222845.89262.cd

Kyzas, G. Z. og Bikiaris, D. N. (2015). Recent modifications of chitosan for adsorption applications: A critical and systematic review. *Marine Drugs*, 13(1), 312–337. doi:10.3390/md13010312

Lansley, K. E., Winyard, P. G., Fulford, J., Vanhatalo, A., Bailey, S. J., Blackwell, J. R., ... Jones, A. M. (2011). Dietary nitrate supplementation reduces the O₂ cost of walking and running: A placebo-controlled study. *Journal of Applied Physiology*, 110(3), 591–600.

doi:10.1152/jappphysiol.01070.2010

Lazic, J. S., Dikic, N., Radivojevic, N., Mazic, S., Radovanovic, D., Mitrovic, N., ... Suzic, S. (2011). Dietary supplements and medications in elite sport – polypharmacy or real need? *Scandinavian Journal of Medicine &*

Science in Sports, 21(2), 260–267. doi:10.1111/j.1600-

0838.2009.01026.x

- Loef, M. og Walach, H. (2012). The combined effects of healthy lifestyle behaviors on all cause mortality: A systematic review and meta-analysis. *Preventive Medicine, 55*(3), 163–170.
doi:10.1016/j.ypmed.2012.06.017
- Lukaski, H. C. (2001). Magnesium, zinc, and chromium nutrition and athletic performance. *Canadian Journal of applied physiology, 26*(1), 13–22.
doi:10.1139/h2001-038
- Manore, M. M., Meyer, N. L. og Thompson, J. L. (2018). *Sport nutrition for health and performance* (2. útg.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I. og Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *Journal of Strength and Conditioning Research, 18*(3), 551–555.
doi:10.1519/1533-4287(2004)18<551:RAFVOS>2.0.CO;2
- McMahon, J. J., Jones, P. A. og Comfort, P. (2016). A correction equation for jump height measured using the just jump system. *International Journal of Sports Physiology and Performance, 11*(4), 555–557.
doi:10.1123/ijsp.2015-0194
- Melin, A., Tornberg, Å. B., Skouby, S., Møller, S. S., Faber, J., Sundgot-Borgen, J. og Sjödin, A. (2016). Low-energy density and high fiber intake are dietary concerns in female endurance athletes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 26*(9), 1060–1071.
doi:10.1111/sms.12516
- Muggeridge, D. J., Howe, C. C. F., Spendiff, O., Pedlar, C., James, P. E. og Easton, C. (2013). The effects of a single dose of concentrated beetroot juice on performance in trained flatwater kayakers. *International Journal of*

Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 23(5), 498–506.

doi:10.1123/ijsnem.23.5.498

Nawrot, P., Jordan, S., Eastwood, J., Rotstein, J., Hugenholtz, A. og Feeley, M.

(2003). Effects of caffeine on human health. *Food Additives and*

Contaminants, 20(1), 1–30. doi:10.1080/0265203021000007840

Negro, M., Rucci, S., Buonocore, D., Focarelli, A. og Marzatico, F. (2013). Sport

nutrition science: An essential overview. *Progress in Nutrition*, 15(1),

3–30.

Ni Mhurchu, C., Dunshea-Mooij, C., Bennett, D. og Rodgers, A. (2005). Effect of

chitosan on weight loss in overweight and obese individuals: A

systematic review of randomized controlled trials. *Obesity Reviews*,

6(1), 35–42. doi:10.1111/j.1467-789X.2005.00158.x

Ni Mhurchu, C., McGill, A. T., Leahy, F. E., Bennett, D. A., Lin, R. B., Ormrod, D.,

... Rodgers, A. (2004). The effect of the dietary supplement, chitosan,

on body weight: A randomised controlled trial in 250 overweight and

obese adults. *International Journal of Obesity*, 28(9), 1149–1156.

doi:10.1038/sj.ijo.0802693

Nuccio, R. P., Barnes, K. A., Carter, J. M. og Baker, L. B. (2017). Fluid balance in

team sport athletes and the effect of hypohydration on cognitive,

technical, and physical performance. *Sports Medicine*, 47(10), 1951–

1982. doi:10.1007/s40279-017-0738-7

Ormsbee, M. J., Bach, C. W. og Baur, D. A. (2014). Pre-exercise nutrition: The

role of macronutrients, modified starches and supplements on

metabolism and endurance performance. *Nutrients*, 6(5), 1782–1808.

doi:10.3390/nu6051782

- Ormsbee, M., Lox, J. og Arciero, P. (2013). Beetroot juice and exercise performance. *Nutrition and Dietary Supplements*, 5(27), 27–35. doi:10.2147/NDS.S52664
- Ólafur G. Sæmundsson. (2015). *Lífsþróttur* (1. útg.). Seltjarnarnes: ÓS.
- Pepping, J. (2003). Chitosan for weight loss and cholesterol management. *Alternative therapies*, 60(1), 1310–1316.
- Perry, J. R. og Ying, W. (2016). A review of physiological effects of soluble and insoluble dietary fibers. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 6(2), 1–6. doi:10.4172/2155-9600.1000476
- Pinna, M., Roberto, S., Milia, R., Marongiu, E., Olla, S., Loi, A., ... Crisafulli, A. (2014). Effect of beetroot juice supplementation on aerobic response during swimming. *Nutrients*, 6(2), 605–615. doi:10.3390/nu6020605
- Pittler, M. H., Abbot, N. C., Harkness, E. F. og Ernst, E. (1999). Randomized, double-blind trial of chitosan for body weight reduction. *European Journal of Clinical Nutrition*, 53(5), 379–381. doi:10.1038/sj.ejcn.1600733
- Pöschmüller, M., Schwingshackl, L., Colombani, P. C. og Hoffmann, G. (2016). A systematic review and meta-analysis of carbohydrate benefits associated with randomized controlled competition-based performance trials. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 13(27), 1–12. doi:10.1186/s12970-016-0139-6
- Ravi Kumar, M. N. V. (2000). A review of chitin and chitosan applications. *Reactive and Functional Polymers*, 46(1), 1–27. doi:10.1016/S1381-5148(00)00038-9

- Rehrer, N. J. (2001). Fluid and electrolyte in ultra-endurance sport. *Sports Medicine*, 31(10), 701–715. doi:10.2165/00007256-200131100-00001
- Reina, R., Sarabia, J. M., Caballero, C. og Yanci, J. (2017). How does the ball influence the performance of change of direction and sprint tests in para-footballers with brain impairments? Implications for evidence-based classification in CP-Football. (A. Zagatto, Ritstj.) *PLOS ONE*, 12(11), 1–16. doi:10.1371/journal.pone.0187237
- Rinaudo, M. (2006). Chitin and chitosan: Properties and applications. *Progress in Polymer Science*, 31(1), 603–632. doi:10.1016/j.progpolymsci.2006.06.001
- Şahan, G. og Demir, A. (2014). Forms of chitosan biopolymer and their textile applications. *XIIIth International Izmir Textile and Apparel Symposium*, 2(5), 233–236.
- Schiller, R. N., Barrager, E., Schauss, A. G. og Nichols, E. J. (2001). A randomized, double-blind, placebo-controlled study examining the effects of a rapidly soluble chitosan dietary supplement on weight loss and body composition in overweight and mildly obese individuals. *The Journal of the American Nutraceutical Association*, 4(1), 1–8.
- Sheppard, J. M. og Young, W. B. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sport Sciences*, 24(9), 919–932. doi:10.1080/02640410500457109
- Siervo, M., Lara, J., Ogbonmwan, I. og Mathers, J. C. (2013). Inorganic nitrate and beetroot juice supplementation reduces blood pressure in adults:

- A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Nutrition*, 143(6), 818–826. doi:10.3945/jn.112.170233
- Sigríður Halldórsdóttir (ritstj.). (2013). *Handbók í aðferðafræði rannsókna* (1. útg.). Akureyri: Háskólinn á Akureyri.
- Silver, M. (2001). Use of ergogenic aids by athletes. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 9(1), 61–70. doi:10.1.1.872.2041
- Slavin, J. L. (2005). Dietary fiber and body weight. *Nutrition*, 21(3), 411–418. doi:10.1016/j.nut.2004.08.018
- Sood, N., Baker, W. L. og Coleman, C. I. (2008). Effect of glucomannan on plasma lipid and glucose concentrations, body weight, and blood pressure: Systematic review and meta-analysis. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 88(4), 1167–1175. doi:10.1093/ajcn/88.4.1167
- The World Anti-Doping Agency. (2019). Prohibited list. Sótt 12. apríl 2019 af https://www.wada-ama.org/sites/default/files/wada_2019_english_prohibited_list.pdf
- Thomas, D. T., Burke, L. M. og Erdman, K. A. (2016). Nutrition and athletic performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(3), 543–568. doi:10.1249/MSS.0000000000000852
- Thomas, D. T., Erdman, K. A. og Burke, L. M. (2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116(3), 501–528. doi:10.1016/j.jand.2015.12.006
- Trivedi, V., Satia, M., Deschamps, A., Maquet, V., Shah, R., Zinzuwadia, P. og Trivedi, J. (2016). Single-blind, placebo controlled randomised clinical

- study of chitosan for body weight reduction. *Nutrition Journal*, 15(1), 1–12. doi:10.1186/s12937-016-0122-8
- Turner, N. D. og Lupton, J. R. (2011). Dietary fiber. *Advances in Nutrition*, 2(2), 151–152. doi:10.3945/an.110.000281
- Vakili, M., Rafatullah, M., Salamatinia, B., Abdullah, A. Z., Ibrahim, M. H., Tan, K. B., ... Amouzgar, P. (2014). Application of chitosan and its derivatives as adsorbents for dye removal from water and wastewater: A review. *Elsevier*, 113(1), 115–130. doi:10.1016/j.carbpol.2014.07.007 0144-8617/
- Wanders, A. J., Borne, J. J. G. C. van den, Graaf, C. de, Hulshof, T., Jonathan, M. C., Kristensen, M., ... Feskens, E. J. M. (2011). Effects of dietary fibre on subjective appetite, energy intake and body weight: A systematic review of randomized controlled trials. *Obesity Reviews*, 12(9), 724–739. doi:10.1111/j.1467-789X.2011.00895.x
- Whitfield, J., Ludzki, A., Heigenhauser, G. J. F., Senden, J. M. G., Verdijk, L. B., Loon, L. J. C. van, ... Holloway, G. P. (2016). Beetroot juice supplementation reduces whole body oxygen consumption but does not improve indices of mitochondrial efficiency in human skeletal muscle: Beetroot juice supplementation and mitochondrial bioenergetics. *The Journal of Physiology*, 594(2), 421–435. doi:10.1113/JP270844
- Wildman, R., Kerksick, C. og Campbell, B. (2010). Carbohydrates, physical training and sport performance. *Strength and Conditioning Journal*, 32(1), 21–29. doi:10.1519/SSC.0b013e3181bdb161

- Williams, M. H. (2004). Dietary supplements and sports performance: Introduction and vitamins. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 1(2), 1–6. doi:10.1186/1550-2783-1-2-1
- Williams, M. H. (2005). Dietary supplements and sports performance: Minerals. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 2(1), 43–49. doi:10.1186/1550-2783-2-1-43
- Wylie, L. J., Bailey, S. J., Kelly, J., Blackwell, J. R., Vanhatalo, A. og Jones, A. M. (2016). Influence of beetroot juice supplementation on intermittent exercise performance. *European Journal of Applied Physiology*, 116(2), 415–425. doi:10.1007/s00421-015-3296-4
- Wylie, L. J., Kelly, J., Bailey, S. J., Blackwell, J. R., Skiba, P. F., Winyard, P. G., ... Jones, A. M. (2013). Beetroot juice and exercise: Pharmacodynamic and dose-response relationships. *Journal of Applied Physiology*, 115(3), 325–336. doi:10.1152/jappphysiol.00372.2013
- Younes, I. og Rinaudo, M. (2015). Chitin and chitosan preparation from marine sources. Structure, properties and applications. *Marine Drugs*, 13(3), 1133–1174. doi:10.3390/md13031133
- Zalewski, B. M., Chmielewska, A. og Szajewska, H. (2015a). The effect of glucomannan on body weight in overweight or obese children and adults: A systematic review of randomized controlled trials. *Nutrition*, 31(1), 437–442. doi:10.1016/j.nut.2014.09.004
- Zalewski, B. M., Chmielewska, A. og Szajewska, H. (2015b). Effect of glucomannan supplementation on body weight in overweight and obese children: Protocol of a randomised controlled trial. *BMJ Open*, 5(4), 1–5. doi:10.1136/bmjopen-2014-007244

