



Áhrif endurhæfingar á einstaklinga með langvinna lungnateppu metin með úthaldsprófi

Sigurður Jón Sveinsson

Ritgerð til meistaragraðu í sjúkraþjálfun
Júní 2019



HÁSKÓLI ÍSLANDS
HEILBRIGÐISVÍSINDASVIÐ

Áhrif endurhæfingar á einstaklinga með langvinna lungnateppu metin með úthaldsprófi

Sigurður Jón Sveinsson

Ritgerð til meistaraþráðu í sjúkraþjálfun

30 einingar

Umsjónarkennari:

Marta Guðjónsdóttir Ph.D.

Leiðbeinandi:

Garðar Guðnason Bsc.

Námsbraut í sjúkraþjálfun

Læknadeild

Heilbrigðisvísindasvið Háskóla Íslands

Júní 2019

Effects of rehabilitation on patients with chronic obstructive pulmonary disease evaluated with an endurance exercise test

Sigurður Jón Sveinsson

Thesis for the degree of Master of Science in Physical Therapy

30 credits

Supervisor:

Marta Guðjónsdóttir Ph.D.

Advisor:

Garðar Guðnason Bsc.

Department of Physical Therapy

Faculty of Medicine

School of Health Sciences

June 2019



UNIVERSITY OF ICELAND
SCHOOL OF HEALTH SCIENCES

Ritgerð þessi er til meistaragráðu í sjúkraþjálfun og er óheimilt að afrita ritgerðina á nokkurn hátt nema með leyfi réttihafa.

© Sigurður Jón Sveinsson 2019

Prentun: Háskólaprent

Reykjavík, Ísland 2019

Ágrip

Líkamleg þjálfun er hornsteinninn í endurhæfingu einstaklinga með langvinna lungnateppu (LLT) og bætt þol því mikilvægur ávinningur hennar.

Markmið rannsóknarinnar var að kanna árangur endurhæfingar á lungnasviði Reykjalundar á einstaklinga með LLT með úthaldsprófi og hvort breytur eins og kyn, aldur, andleg líðan og teppustig hefðu áhrif á árangurinn. Einnig að meta algengi gólf- og rjáfúrhrifa úthaldsprófsins og hvort stöðvunarástæðan „hámarkspúlsi náð“ hafi þar áhrif. Eins að kanna hvort hópurinn sem tók úthaldspróf sem árangursmælingu væri frábrugðinn hópnum sem tók annað próf sem árangursmat.

Leitað var afturvirk í sjúkraskrá Reykjalundar árin 2013-2018. Alls uppfylltu 227 einstaklingar valmiðmið rannsóknarinnar og af þeim höfðu 114 (44 kk; 70 kvk) einstaklingar farið í úthaldspróf og 113 (49 kk; 64 kvk) í annars konar próf sem árangursmælingu. Meðalaldur úthaldsprófs hópsins var $61,8 \pm 7,1$ ár en hinna $65,8 \pm 7,1$ ár.

Niðurstöður rannsóknarinnar voru þær að bæting var á tímalengd í úthaldsprófinu og andlegri líðan eftir endurhæfingu í a.m.k. fjórar vikur ($p = < 0,001$). Einnig léttist hópurinn ($p = 0,01$). Engin þeirra breyta sem kannaðar voru höfðu fylgni við árangur endurhæfingarinnar. Um 38% innskriftarprófanna voru ekki innan tímarammans. Algengi rjáfúrhrifa var um 8% og gólfáhrifa um 30% við innskrift. Einstaklingar sem tóku úthaldspróf voru marktækt yngri, með minni teppu, meiri kvíða, meira þunglyndi og stóðu sig marktækt betur á hámarksþolprófi við innskrift en þeir sem tóku annað próf.

Ályktun þessarar rannsóknar er að markviss endurhæfing í a.m.k. fjórar vikur skili bættu þoli, þyngd og andlegri líðan hjá einstaklingum með LLT. Eins að þættir eins og kyn, aldur og teppustig virðast ekki hafa áhrif á árangur líkamlegrar þjálfunar. Algengi gólf- og rjáfúrhrifa í úthaldsprófinu var talsvert og við því þarf að bregðast með breyttri aðferðarfræði í töku prófanna.

Abstract

Exercise training is the cornerstone of rehabilitation for patients with chronic obstructive lung disease (COPD) and improved endurance thus the gain of exercise training.

The object of this research was to evaluate the effects of rehabilitation on patients with COPD. To look if some factors like gender, age or FEV₁ % of predicted (FEV₁%P) has adherence with the results of rehabilitation (RoR). Also to look at the prevalence of floor and ceiling effects and effects of the test termination parameter „maximal heart rate“. Also if there is any difference between patients who were chosen to use endurance exercise test (EET) or patients who were chosen for other measurement of RoR.

We searched retrospectively in medical archives in Reykjalundur from 2013-2018. Patients that met the study criteria were 227 and 114 (44 males; 70 females) underwent an EET as a measurement of RoR where they cycled at 75% of maximal capacity (mc) and 113 (49 male; 64 females) underwent other measurement of RoR. The mean age of the EET group were 61,8±7,1 and 65,8±7,1 years of the other group.

Results of the study were that there was clinically significant changes (csc) in the time of the EET and emotional health following four weeks of rehabilitation or more ($p = < 0,001$). None of the factors that were looked at had adherence with the RoR. The group had csc in weight loss ($p = 0,01$). No single parameter influenced the RoR. About 38% of the first EET were not within the tests timeframe. The prevalence of ceiling effect was therefore 8% and floor effect about 30%. The patients who were chosen for EET as RoR were significantly younger, had lower FEV₁%P, worse emotional health and did significantly better on the maximal endurance exercise test.

The Conclusion of this study is that rehabilitation for minimum of four weeks is csc in endurance time, weight loss and emotional health. Also that no one or more factors had adherence with RoR. Prevalence of floor and ceiling effects were considerable and needs to be dealt with changes in the tests protocol at Reykjalundur.

Þakkir

Mörgum ber að þakka að þetta verkefni hafi orðið að veruleika. Margt hefur gerst frá því verkefnið hófst á Reykjalundi, endurhæfingarmiðstöð SÍBS, haustið 2018 en ég á góða að og hef fengið ómetanlega aðstoð þegar reynt hefur á.

Þeim sem helst ber að þakka:

Fjölskyldunni: Konunni minni, Áslaugu Dóru fyrir ómetanlegan stuðning og fórnfýsi. Arnari Bergi, syni mínum, fyrir brosin og hláturinn. Foreldrum mínum, systur, tengdafjölskyldu og ömmu og afa fyrir þögn á Arnari Bergi þegar ég þurfti á að halda og Áróru Einarsdóttur mágkonu minni fyrir yfirlestur á ritgerðinni.

Umsjónakennara mínum henni Mörtu Guðjónsdóttur fyrir skjót svör, góðar leiðbeiningar, þolinmæðina, skilninginn og hvatninguna. Einnig þakka ég leiðbeinanda mínum honum Garðar Guðnasyni fyrir góðar samræður og innsýn inn í starf sjúkráþjálfara á lungnasviði Reykjalundar.

Starfsfólki Reykjalundar fyrir samvinnuna, leiðbeiningarnar og aðstoðina. Þá helst þeim Ásdísi Kristjánsdóttur, Örnú E Karlsdóttur og Margréti Garðarsdóttur.

Efnisyfirlit

Ágrip	3
Abstract.....	5
Þakkir	7
Efnisyfirlit	8
Myndaskrá	10
Töfluskrá	10
Listi yfir skammstafanir	11
1 Inngangur	12
1.1 Langvinn lungnateppa, einkenni og flokkun	12
1.2 Endurhæfing og langvinn lungnateppa.....	14
1.2.1 Endurhæfing lungnasjúklinga á Reykjalundi.....	14
1.3 Þolpróf sem meta breytingu á þoli í kjölfar endurhæfingar	16
1.4 Hámarkspólpróf	17
1.5 Sex mínútna göngupróf	18
1.6 Úthaldsprófið	19
1.6.1 Próffræðilegir eiginleikar úthaldsprófs	20
1.6.2 Aðferðarlýsing úthaldsprófs	21
2 Markmið.....	23
3 Efni og aðferðir:	24
3.1 Þátttakendur og skilyrði rannsóknar	24
3.2 Mælingar.....	24
3.2.1 Öndunarmæling.....	24
3.2.2 Hæð og þyngd	24
3.2.3 Þunglyndi og kvíði	24
3.3 Hámarkspólpróf	25
3.4 Úthaldspróf	26
3.5 Tölfræði	27
3.6 Vísindasiðanefnd	28
4 Niðurstöður	29
4.1 Þátttaka í rannsókn.....	29
4.2 Úthaldspróf	32
4.2.1 Árangur endurhæfingar	32

4.2.2	Línuleg aðhvarfsgreining	32
4.2.3	Stöðvunarástæða á úthaldsprófi.....	33
4.2.4	Gólf og rjáfuráhrif.....	35
5	Umræða.....	36
5.1	Árangur endurhæfingar	36
5.2	Úthaldspróf	38
5.2.1	Hámarkspúls sem stöðvunarástæða á úthaldsprófi	39
5.3	Andleg líðan.....	41
6	Ályktanir.....	42
	Heimildaskrá	43

Myndaskrá

Mynd 1. Fjöldi þátttakenda í rannsókn og hvort einstaklingarnir fóru í Úthaldspróf eða ekki úthaldspróf sem árangursmælingu.	30
---	----

Töfluskrá

Tafla 1. Flokkun holdafars eftir líkamsþyngdarstuðlinum BMI.	13
Tafla 2. Flokkun LLT eftir niðurstöðum öndunarmælinga (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, 2019).....	14
Tafla 3. Prófin sem algengast er að nota sem árangursmælingu endurhæfingar á þoli hjá einstaklingum með lungnasjúkdóma (Puente-Maestu o.fl., 2016).	17
Tafla 4. Samanburður á einstaklingum sem fóru í úthaldspróf á móti þeim sem fóru ekki í úthaldspróf.	31
Tafla 5. Samanburður á teppustigum (GOLD stigum) þeirra sem fóru í úthaldspróf og þeirra sem ekki fóru í úthaldspróf (metið með %).	31
Tafla 6. Breytingar við endurhæfingu á Reykjalundi hjá úthaldsprófhópnum.....	32
Tafla 7. Hlutfall kvíða og þunglyndis við innskrift og útskrift hjá úthaldsprófhópnum.	32
Tafla 8. Línuleg aðhvarfsgreining til að meta hvort einstakar breytur hafi fylgni með breytingu á útkomu úthaldsprófsins (bæði raungildi breytingar og hlutfallsgildi).	33
Tafla 9. Stöðvunarástæða á úthaldsprófi.....	34
Tafla 10. Stöðvunarástæða á úthaldsprófi við innskrift eftir að teknir voru út þeir einstaklingar sem stöðvaðir voru vegna „hámarkspúlsi náð“.....	34
Tafla 11. Munurinn á einstaklingum sem stöðvaðir voru í innskriftarúthaldsprófinu vegna „hámarkspúlsi náð“ og þeim sem voru það ekki (önnur stöðvunarástæða).	34
Tafla 12. Dreifni einstaklinga sem fóru í úthaldspróf við innskrift út frá tímaramma.	35
Tafla 13. Dreifni einstaklinga sem fóru í úthaldspróf við innskrift út frá tímaramma eftir að búið er að taka út alla einstaklinga sem stöðvaðir voru vegna „hámarkspúlsi náð“.....	35

Listi yfir skammstafanir

ATS.....	American Thoracic Society
BMI.....	Body mass index (líkamspyngdarstuðull)
CAT.....	COPD assesment test
CWRET.....	Constant work rate exercise test (úthaldspróf)
ESWT.....	Endurance shuttle walk test (göngupróf)
FEV ₁	Forced expiratory volume in one second (fráblástur á einni sekúndu)
FVC.....	Forced vital capacity (öndunarrým)
GOLD.....	Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease
HAD.....	Hospital Anxiety and Depression scale
IET.....	Incremental exercise test (hámarksþolpróf)
ISWT.....	Incremental shuttle walk test (göngupróf með stigvaxandi hraða)
LLT.....	Langvinn lungnateppa
mMRC.....	modified MRC dyspnea scale (mæðiskali)
NS.....	Non significant (ekki marktækt)
SOBQ.....	Shortness of Breath Questionnaire (MAT-listinn)
t _{lim}	limit of tolerance (þolmörk)
VO _{2peak}	Hámarkssúrefnisupptaka
WHO.....	World health organisation (Alþjóða heilbrigðismálastofnunin)
WR.....	Work rate (álag)
WR _{peak}	hámarksálag
6MGP.....	sex mínútna göngupróf

1 Inngangur

Í þessu verkefni sem unnið var við Læknadeild Háskóla Íslands verður fjallað um áhrif endurhæfingar á einstaklinga með langvinna lungnateppu (LLT) metið með úthaldsprófi. Einnig verður fjallað sérstaklega um eiginleika úthaldsprófsins. Mælingarnar sem verkefnið byggir á voru framkvæmdar á Hjarta- og lungnarannsóknarstofu Reykjalundar, endurhæfingarmiðstöð SÍBS í Mosfellsbæ á árunum 2013-2018.

Langvinn lungnateppa er stórt vandamál í samfélaginu og er LLT fjórða algengasta dánarorsökin í heiminum í dag (Lozano o.fl., 2012). LLT er talið munu verða þriðja algengasta dánarorsökin árið 2030 (Petty, 2003). Árið 2012 létust meira en þrjár milljónir manna af völdum þessa sjúkdóms. Það samsvarar 6% af öllum dauðsföllum í heiminum það ár (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, 2019). LLT er sjúkdómur sem er langvinnur og ólæknandi en helsti orsakavaldur LLT eru reykingar. Einnig koma samt aðrir áhættuþættir eins og iðnaðarvirkni og efnislofti einnig við sögu (Rabe o.fl., 2007). Aðaleinkenni LLT eru aukin mæði, hósti og slímuppgangur (Main og Denehy, 2016). Samkvæmt tölum frá Bryndísi Benediksdóttur og félögum árið 2007 er talið að um 8,3% af Íslendingum séu með greiningu á LLT greiningu en þó er margt sem bendir til þess að mun fleiri séu með LLT á byrjunarstigi eða jafnvel lengra kominn sjúkdóm án þess að vera með greiningu á því, eða um 18% (Benediktsdóttir, Gudmundsson, Jorundsdóttir, Vollmer og Gislason, 2007).

LLT fylgir að vera með minnkað þol og getu til að stunda hreyfingu (van 't Hul, Gosselink og Kwakkel, 2003). Því er líkamleg þjálfun hornsteinn endurhæfingar sjúklunga með LLT (Singh, ZuWallack, Garvey og Spruit, 2013; Spruit o.fl., 2013). Mjög mikilvægt er því að hafa áreiðanlegt mælitæki sem mælir líkamlegt úthald LLT sjúklunga bæði til að meta skerðingu á því og einnig til að meta árangur af meðferð.

1.1 Langvinn lungnateppa, einkenni og flokkun

Langvinn lungnateppa er algengur, meðferðarhæfur sjúkdómur sem hægt er að koma í veg fyrir. LLT einkennist af langvarandi öndunarfæraeinkennum og hindrun á loftflæði sem er að sökum þess að loftvegurinn eða lungnablöðrumar (e. alveola) eru orðnar óeðlilegar vegna útsetningu við skaðlegar loftteindir eða lofttegundir.

Þessi langvarandi hindrun á útöndunarflæði, sem er eitt af einkennum LLT, orsakast af þrengingum í loftvegum og/eða eyðileggingar í lungna frumuvef (lung parenchyma). Þrengingar í loftvegum, sem orsakast vegna samdráttar í sléttum vöðvafrumum í loftvegum og/eða slímmyndunar, auka á viðnámið í loftvegum og minnka þar með loftflæðið. Eyðilegging í lungna frumuvef skerðir teygjueiginleika lungnanna og þar með útöndunarflæðið (Agusti o.fl., 2016; Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, 2019).

Algengasti áhættuþáttur LLT er sígarettureykingar en einnig eru aðrar tegundir tóbaks (pípa, vindlar, vatnspípa o.fl.) (Gunen o.fl., 2016; Raad o.fl., 2011; She o.fl., 2014) ásamt marijuana áhættuþættir fyrir sjúkdóminn (Tan o.fl., 2009).

Aðal greiningarskilmerki teppu eru þegar hlutfall fráblásturs á einni sekúndu (FEV_1) miðað við öndunarrýmd (forced vital capacity, FVC) er undir 70% eftir notkun berkjuvíkkandi lyfja (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, 2019). Einstaklingar með langt gengna LLT eru oft vannærðir (Vermeeren o.fl., 2006). Þegar næringarástand einstaklinga er metið er almennt notaður líkamsþyngdarstuðull (body mass index, BMI) [sjá útreikninga fyrir líkamsþyngdarstuðulinn í kafla 3.2.b]. Flokkun holdarfars eftir BMI samkvæmt alþjóðaheilbrigðisstofnuninni, WHO (World Health Organisation) (Organization, e.d.) er eins og sjá má í *töflu 1*.

Tafla 1. Flokkun holdarfars eftir líkamsþyngdarstuðlinum BMI.

BMI	Skilgreining
≥40	Of feitir 3.flokkur (Obesity Class 3)
35,0-39,9	Of feitir 2.flokkur (Obesity Class 2)
30,0-39,0	Of feitir 1.flokkur (Obesity Class 1)
25-29,99	Of þungir
18,5-24,99	Í kjörþyngd
<18,5	Vannærðir

Einkenni LLT eru ýmis, mest einkennandi fyrir sjúkdóminn er langvarandi og síaukin mæði. Slímhósti er þó einnig til staðar hjá 30% þeirra sem eru með LLT (Kessler o.fl., 2011). Langvarandi hósti er oft fyrsta einkenni LLT. Einstaklingurinn hóstar þá á hverjum degi og jafnvel oft á dag (Cho o.fl., 2016). Hóstinn getur valdið yfirlíði ef hóstaköstin eru löng og einnig geta hóstaköstin valdið rifbroti (rib fracture) (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, 2019). Mæðin er það einkenni sem veldur mestri vanhæfni (disability) og kvíða hjá þessum sjúklingahóp (Miravittles o.fl., 2014). Helstu lýsingar á mæði tengdri LLT er aukin áreynsla við að anda, þyngsli yfir brjosti, lofthungur (air hunger) eða andköf (gaspings) (Elliott o.fl., 1991). Önnur algeng vandamál er fylgja LLT eru þreyta (fatigue), þyngdartap og lystarstol (anorexia) (Soeters og Dingemans, 1993; von Haehling og Anker, 2010), einnig er andleg vanlíðan (þunglyndi og/eða kvíði) algeng (Hanania o.fl., 2011).

Langvinn lungnateppa er langvarandi og ólæknandi sjúkdómur. LLT er gjarnan skipt í svokölluð GOLD stig sem segja til um alvarleika teppunnar. Stigin eru fjögur talsins og er GOLD 1 mildast og GOLD 4 alvarlegast. GOLD stigin eru metin út frá blástursprófi (spirometry) þar sem mæld er hámarks útöndun á einni sekúndu (Forced expiratory volume in one second eða FEV_1). Klínísk flokkun LLT samkvæmt GOLD (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, 2019) má sjá í *töflu 2*. Samkvæmt nýjustu GOLD leiðbeiningunum er notast við ABCD mælitækið (ABCD assesment tool). Einstaklingurinn fer fyrst í öndunarmælingu (spirometry) til að kanna alvarleika útöndunarteppu (airflow limitation) einstaklingsins. Einnig er mikilvægt að meta annaðhvort mæði einstaklinga með því að nota mMRC (mæðisskali) (Fletcher, 1960) eða einkenni sjúkdómsins með CAT spurningalistanum (Jones o.fl., 2009). Mikilvægt er að fá sögu einstaklingsins um miðlungs til alvarlegrar versnunar (exacerbation)

sjúkdómsins (þar meðtalið spítalainnlagnir). Öndunarmælingin metur alvarleika loftflæðisskerðingar einstaklingsins, sjá *töflu 2*. Síðan er það ABCD flokkunin sem gefur upplýsingar um hve mikil byrði einkenni sjúkdómsins eru fyrir einstaklinginn (A er lítil byrði og D er mesta byrði) (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, 2019). Í þessari ritgerð er notast við GOLD stigin fjögur en ekki ABCD flokkunina.

Tafla 2. Flokkun LLT eftir niðurstöðum öndunarmælinga (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, 2019).

Stig	Einkenni
GOLD 1: Mild LLT	- $FEV_1^* \geq 80\%$ áætlað
GOLD 2: Talsverð LLT	- $50\% \leq FEV_1 < 80\%$ áætlað
GOLD 3: Mikil LLT	- $30\% \leq FEV_1 < 50\%$ áætlað
GOLD 4: Alvarleg LLT	- $30\% < FEV_1$ áætlað

* FEV_1 = Forced Expiratory volume in one second

FEV_1 og aldur hafa verið hingað til aðal þátturinn í að spá fyrir um dánartíðni hjá einstaklingum með LLT (Anthonisen, 1986).

1.2 Endurhæfing og langvinn lungnateppa

Endurhæfing er mikilvægur þáttur í meðferð við einkennum LLT og er í klínískum leiðbeiningum sem meðferð (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, 2019). McCarthy og félagar sýndu fram á það í nýlegri Cochrane yfirlitsgrein að lungnaendurhæfing minnki mæði og þreytu, bæti andlega líðan (emotional function) og gefi einstaklingum meiri stjórn á eigin einkennum tengdum sjúkdómnum (McCarthy o.fl., 2015).

1.2.1 Endurhæfing lungnasjúklinga á Reykjalundi

Á Reykjalundi er lögð áhersla á þverfaglega teymisvinnu og meðferðin byggð upp eftir því. Þar er notast við líkamlega-, sál-, og félagslegar aðferðir í meðferðinni (Reykjalundur, e.d.). Þar fer fram öflug endurhæfing þar sem einstaklingurinn er í raun í fullu starfi í endurhæfingu. Einstaklingurinn mætir snemma á morgnana og er fram á eftirmiðdag. Þar er hann í mismunandi verkefnum yfir daginn s.s. styrktar eða þolþjálfun, leikfimi hvort sem er í vatni eða íþróttasal, göngubjálfun úti ef einstaklingurinn getur það, iðjubjálfun, sálfræðimeðferð ef þess þarf og margt fleira. Ferlið fer þannig fram að lungnasjúklingur með LLT kemur inn á Reykjalund í tveggja til þriggja daga mat. Þar fer hann hámarksþolpróf og út frá því er ákveðið hvort notast verði við sex mínútna göngupróf (6MGP) eða úthaldsprófið sem árangursmælingu. Síðan er ákveðið á þverfaglegum fundi sem inniheldur allar fagstéttir sem koma að meðferð einstaklingsins (sjúkrapjálfarar, lækna, iðjubjálfarar,

hjúkrunarfræðingar, sálfræðingar og félagsráðgjafar) hvort meðferðin henti einstaklingnum. Langflestir sem fara í endurhæfingu fara í þolþjálfun á hjóli þar sem þeir hjóla eftir ákveðinni áætlun. Einstaklingur fer þá annaðhvort í hóp þar sem hjólað er á sama álagi yfir æfingartímann (Constant hópur) eða hóp þar sem er lotuþjálfun. Val í hópnum fer eftir aldri, spirometriu og getu á hámarksþolprófi. Flestir fara í constant hópnum en ef einstaklingar eru með lélega spirometriu eða með lága getu á hámarksþolprófi fara þeir frekar í lotuhópnum (yfirleitt einstaklingar í flokki GOLD 3 og 4). Í constant hópnum er notast við hámarksálag (WR_{peak} í wöttum) sem fékkst út úr hámarksþolprófinu, 33% af hámarksálagi í upphitun í fimm mínútur, eftir það hjólar einstaklingurinn á samfelldum hraða 50% af hámarksálagi í tuttugu mínútur. Að lokum endar hann á að kæla sig niður með að hjóla í fimm mínútur á upphitunarálaginu. Síðan þegar líða fer á endurhæfinguna er álagið aukið hægt og rólega. Í lotuhópnum hinsvegar er tímanum skipt í svokallaðar lotur. Byrjað er á fimm mínútna upphitun og svo er hjólað í þrjár mínútur á 75% WR_{peak} sem einstaklingurinn náði í hámarksþolprófinu og svo er hvílt í eina mínútu. Hjólaðar eru sjö lotur og svo endar einstaklingurinn á að enda á að kæla sig niður í fimm mínútur á upphitunarálaginu. Einstaklingurinn notast við þessa áætlun í sex vikur (oftast) fjórum sinnum í hverri viku ef hann er í constant hópnum og þrisvar í viku ef hann er í lotuhópnum. Einstaklingurinn hittir sjúkrahjálfa á Reykjalandi sem lætur hann hafa styrktarþrógramm í tækjasal, er viðstaddur þolþjálfunina sem fram fer og veitir einstaklingsmeðferð eftir þörfum (Garðar Guðnason, munnleg heimild, 6. mars 2018).

Líkamleg þjálfun einstaklinga er stór hluti af endurhæfingunni og eru einstaklingar í líkamlegri þjálfun í um tvær klukkustundir á dag. Einstaklingar með LLT (GOLD 3 eða 4) eru oft í tveimur mismunandi tegundum af líkamlegri þjálfun fyrir hádegi (dæmi vatnsleikfimi og æfingar í tækjasal) og svo einni eftir hádegi (t.d. hjólatími) og GOLD 1-2 eru með aðeins þéttara líkamlegt þjálfunar þrógram t.d fyrir hádegi í hjólatíma og vatnsleikfimi og eftir hádegi í leikfimi tíma og göngu (Garðar Guðnason, munnleg heimild, 2. maí 2018).

Líkamleg þjálfun í endurhæfingu hjá einstaklingum með langvinnan lungnasjúkdóm eins og LLT er í raun ekkert frábrugðin þjálfun hjá heilbrigðum einstaklingum eða íþróttamönnum. Til að líkamleg þjálfun skili árangri og bæti þol og styrk, þarf heildaræfingarálagið að vera einstaklingsmiðað og vera meira en heildarálag (load) sem einstaklingurinn framkvæmir í daglegu lífi. Mikilvægt er að auka ákefð þjálfunnar eftir að bæting verður (Spruit o.fl., 2013).

Samkvæmt American Thoracic Society (ATS) 2013 eru helstu áhrif lungnaendurhæfingar aukið þrek, úthald og líkamleg færni, minni mæði, meiri lífsánægja, minni kvíði og þunglyndi, minni kostnaður fyrir heilbrigðiskerfið ásamt færri spítalainnlögnum (Spruit o.fl., 2013)

Áhrif líkamlegrar þjálfunar á langvinna lungnateppu hefur mikið verið rannsökuð í gegnum tíðina og hafa rannsóknir komist að því að líkamleg þjálfun er besta leiðin til að bæta líkamlega færni einstaklinga með LLT (Spruit o.fl., 2013).

Rannsóknir hafa sýnt að þeir sem þjást af mjög alvarlegum lungnasjúkdómi geta náð nægri ákefð í æfingum og náð nægri lengd æfingar til að fá aðlögun í beinagrindarvöðvum. Bæting á virkni beinagrindarvöðva veldur meiri og betri æfingagetu (Spruit o.fl., 2013). Það má því með sanni segja að líkamleg áreynsla svo sem styrktaræfingar og þolæfingar hafi góð áhrif á einstaklinga með LLT þrátt fyrir að engin bæting verði á lungnastarfsemi.

Til eru fáar íslenskar rannsóknir sem fjalla um endurhæfingu og LLT. Þó má finna tvær rannsóknir til meistaraþrófs í líf- og læknávisindum sem gerðar voru á Reykjalundi, önnur árið 2010 sem Elfa Dröfn Ingólfssdóttir framkvæmdi (Ingólfssdóttir, 2010) og hin árið 2009 sem Egill Thoroddsen framkvæmdi (Thoroddsen, 2009). Í rannsókn Elfu skoðaði hún hvernig 140 sjúklingar með LLT upplifðu mæði fyrir og eftir meðferð á Reykjalundi og í eftirfylgni einu ári seinna á spurningalista Shortness of breath questionnaire (SOBQ), sem er mælitæki sem metur mæði og notað er á Reykjalundi. Niðurstöður úr þeirri rannsókn sýndu fram á marktækt minni mæði eftir meðferð á Reykjalundi sem var svo enn til staðar einu ári eftir meðferðina (Ingólfssdóttir, 2010). Rannsókn Egils fjallar bæði um einstaklinga með LLT og langvinna hjartabilun (15 með LLT á GOLD stigi 3 og 4 og 15 með langvinna hjartabilun). Sú rannsókn skoðaði lífeðlisfræðilegar breytur og mat á Borg mæði skala (mæðiskali frá einum upp í tíu) bæði fyrir og eftir meðferð á Reykjalundi. Sýndi sú rannsókn fram á að bæting varð á þoli fjórtán af fimmtán sjúklinga með LLT eftir meðferðina á Reykjalundi (Thoroddsen, 2009).

LLT og áhrif líkamlegar þjálfunar hefur verið rannsakað nokkuð mikið á erlendri grundu en ekki mikið hér á Íslandi.

1.3 Þolpróf sem meta breytingu á þoli í kjölfar endurhæfingar

Ýmis próf eru notuð sem árangursmæling endurhæfingar hjá einstaklingum með LLT, sjá í *töflu 5*. Þeim er almennt skipt upp í tvo hópa: próf sem framkvæmd eru á rannsóknarstofu (laboratory based tests), og göngubólpróf (field tests). Prófin sem framkvæmd eru í rannsóknarstofu krefjast mikils sérhæfðs búnaðs á rannsóknarstofum. Þau próf eru úthaldspróf (constant work-rate exercise test, CWRET) og hámarksbólpróf (incremental exercise test). Þessi próf eru annaðhvort framkvæmd á þrekhlóli eða á göngubretti (Puente-Maestu o.fl., 2016).

Hinn hópurinn eru göngubólpróf. Þau próf eru Incremental shuttle walk test (ISWT), endurance shuttle walk test (ESWT) og 6MGP. Kostirnir við einfaldari prófin þ.e. gönguprófin er að þau eru einföld í framkvæmd, eru ódýrari og þurfa minni búnað en rannsóknarstofuprófin. Hinsvegar þá fást minni lífeðlisfræðilegar upplýsingar úr þeim prófum (Puente-Maestu o.fl., 2016).

Tafla 3. Prófin sem algengast er að nota sem árangursmælingu endurhæfingar á þoli hjá einstaklingum með lungnasjúkdóma (Puente-Maestu o.fl., 2016).

Próf	Hvað mælir prófið?	þarf æfingarpróf?	Stöðlun
Hámarksþolpróf (IET)	WR_{peak}	Nei	Aðlaga álagsaukningu að getu einstaklingsins. Stöðlun fyrir „gott próf“.
Úthaldspróf (CWRET)	T_{LIM} ,	Nei	Hámarkstími (t_{LIM}) á milli 180-480 sekúndur, hjólahraði (oftast 60 mínútur) og staðlað hvað endar prófið.
ISWT	Tími/lengd, mæði og súrefnismettun	Já	Hljóðmerki.
ESWT	Tími/lengd, mæði og súrefnismettun	Já	Hljóðmerki.
6MGP	Lengd/súrefnismettun og mæði	Já	Lengd brautar og hvatning.

1.4 Hámarksþolpróf

Hámarksþolpróf eru gjarnan notuð til að meta ástæður skertrar áreynslugetu hjá einstaklingum með LLT (ATS/ACCP 2003 og Wasserman 2011).

Rannsóknir hafa sýnt að breytingar í WR_{peak} (hámarksálag) er áreiðanlegur mælikvarði á árangur endurhæfingar hjá sjúklingum með LLT á breiðu aldurs- og alvarleikastigi (McCarthy o.fl., 2015) og í nýlegri meta-analýsu var meðalbreyting á W_{max} 6,8 wött (frá 1,9-11,6 wött) (McCarthy o.fl., 2015).

Hámarksþolpróf eru stöðluð próf sem stýrt er af tölvubúnaði og því er lítill munur á milli matsmanna (ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing, 2003; Wasserman K., 2011). Rannsóknir hafa sýnt fram á að betra sé að taka hámarksþolpróf á hjóli heldur en á göngubretti þar sem það er ódýrara og auðveldara er að taka aukalegar mælingar þar sem að hreyfing einstaklingsins hefur minni áhrif þegar hann situr á hjólinu en þegar einstaklingurinn gengur á göngubretti (ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing, 2003; Wasserman K., 2011). Meirihluti hámarksþolprófa á Reykjalandi er tekin á þrek hjóli og fóru allir þeir sem tóku þátt í þessari rannsókn í hámarksþolpróf á þrek hjóli.

Þó eru vankantar á að framkvæma þetta próf á hjóli, eins og að líklegra er að einstaklingurinn stöðvi prófið vegna fótáþreytu heldur en vegna mæði (Palange o.fl., 2000). Mikilvægt er að þeir fagaðilar sem eru að framkvæma prófið hvort sem er á hjóli eða göngubretti séu vel þjálfaðir í að geta komið auga á lífshættuleg teikn og fylgi eftir öryggisverklagi (ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise

testing, 2003; Wasserman K., 2011). Með því að nota hámarksþolpróf er því hægt að útiloka ákveðna sjúkdóma sem gætu valdið hættu við líkamlegt álag og með því eykur það öryggi endurhæfingarinnar (ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing, 2003; Wasserman K., 2011).. Samkvæmt viðmiðum á að hækka wöttin á hverri mínútu þannig að prófið taki frá 8-12 mínútur (ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing, 2003; Wasserman K., 2011). Með þeim hætti fæst sem áreiðanlegust niðurstaða (Wasserman K., 2011).

Aukning um 4W ($\pm 1W$) á hámarksþolprófi er talin klínísk marktæk bæting (minimal clinical important difference) (Puhan o.fl., 2011).

Hámarksþolpróf hefur verið notað fyrir einstaklinga með lungnasjúkdóm frá upphafi lungnaendurhæfingar á Reykjalundi árið 1983. Prófin hafa verið tekin af starfsmönnum hjarta- og lungnarannsóknarstofu Reykjalundar frá stofnun hennar 1991.

1.5 Sex mínútna göngupróf

Sex mínútna gönguprófið (6MGP) hefur lengi verið notað á Reykjalundi og er mikið notað í klíníkinni um heim allan í þjálfun einstaklinga með lungnasjúkdóma (Holland o.fl., 2014; Puhan o.fl., 2011; Singh o.fl., 2014). Prófið er með ákveðin lærdómsáhrif (familiarisation effect) (Eiser, Willsher og Dore, 2003; Hernandez o.fl., 2011; Holland o.fl., 2014; Singh o.fl., 2014). Því er mikilvægt að það séu tekin að minnsta kosti tvö próf, með minnsta kosti fimmtán mínútna hvíld á milli prófa, og gildir það próf þar sem einstaklingurinn gekk lengstu vegalengdina (Holland o.fl., 2014; Singh o.fl., 2014).

Áreiðanleiki endurtekningar 6MGP hefur mælst með ICC $>0,70$ (Holland o.fl., 2014; Singh o.fl., 2014). Vegalengd sem gengin er í 6MGP er réttmætur (valid) og áreiðanlegur (reliable) mælikvarði á þol lungnasjúklinga (Singh o.fl., 2014).

Klínískt marktæk breyting (minimal clinical important difference) á þessu prófi er bæting um 25-33m á vegalengdinni sem gengin er í prófinu (Singh o.fl., 2014). Hagkvæmni hreyfingar í göngu versnar mjög þegar gönguhraði er orðin 6-6,5km/klst (Fellingham, Roundy, Fisher og Bryce, 1978). Með því koma svokölluð þakáhrif fram á þessu prófi þegar gengið er 600m á sex mínútum (gönguhraði 6km/klst) og ekki má vænta betri árangurs í göngu. Því hefur gönguprófið ekki verið notað sem árangursmat á Reykjalundi hjá þeim sem ganga lengra en 600m í fyrstu tveimur gönguprófunum.

6MGP er næmara í að meta sýrefnisfall við áreynslu heldur en hámarksþolprófið. (Poulain o.fl., 2003) Einnig er það prófið sem metur best alhliða horfur í flestum langvinnum lungnasjúkdómum (Holland o.fl., 2014; Singh o.fl., 2014).

1.6 Úthaldsprófið

Úthaldspróf eru útbreidd og víða notuð til að meta þol sjúklinga með langvinna lungnateppu (LLT). Vinsældir prófanna hafa vaxið jafnt og þétt sökum einfaldleika þeirra og tímasparnaðar en einungis þarf eitt próf í stað t.d. tveggja eins og í sex mínútna gönguprófi (6MGP) (Puente-Maestu o.fl., 2016).

Nauðsynlegt er að einstaklingurinn hafi farið í hámarksþolpróf áður en hann fer í úthaldspróf svo hægt sé að reikna út viðeigandi álag í prófinu (Work rate eða WR) (van der Vaart o.fl., 2014). Góð leið til að meta viðeigandi WR fyrir einstakling er að miða við ákveðna prósentu af hámarksþolprófi WR_{peak} (hámarksálag) (van 't Hul o.fl., 2003; Whipp og Ward, 2009). Gjarnan er mælt með að WR í úthaldsprófinu sé 75-80% af WR_{peak} sem einstaklingurinn hjólaði á í hámarksþolprófi (Andrianopoulos o.fl., 2014).

Úthaldsprófið sem notast er við á Reykjalundi er byggt á rannsókn van't Hul og félaga frá 2003 (van 't Hul o.fl., 2003) og hefur verið í notkun á Reykjalundi frá árinu 2013. Þetta próf var tekið í notkun sökum þess að sjúkrahjálfurum á lungnasviði þótti 6MGP ekki meta nógu vel bætingu eftir endurhæfingu á lungnasviði. Í endurhæfingunni læra einstaklingarnir öndunartækni við hreyfingu þar sem þeir hægja á sér og draga nokkrum sinnum djúpt andann. Það bar á því að einstaklingar væru að nota þessa tækni í gönguprófinu og var þá árangur þessa prófs oft á tíðum lakari en við komu. Mikið er lagt upp úr þjálfun á þrek hjólum á Reykjalundi og því var talið æskilegt að árangursprófið svipi til þeirrar þálfunar sem einstaklingurinn hlaut yfir endurhæfingartímann. Reynt er að taka sem flesta í úthaldspróf sem árangursmat. Það hefur verið verklag hjá starfsfólki á hjarta- og lungnarannsóknarstofu Reykjalundar að ef tækni einstaklings á hjólinu er léleg í hámarksþolprófinu eða ef einstaklingurinn fellur mikið í metun þá fari hann frekar í 6MGP. Hluta af tímabilinu voru einnig allir GOLD 3 og 4 einstaklingar sendir í 6MGP (ekki vitað hvenær því var hætt), annars er ákvörðunin mikið byggð á klínískri reynslu þess sem prófar. Ef hámarksþolprófið er styttra en fjórar mínútur eru einstaklingarnir sendir í 6MGP. (Ásdís Kristjánsdóttir, Arna Elísabet Karlsdóttir og Margrét Garðarsdóttir. Sjúkrahjálfarar á Reykjalundi, munnleg heimild, 4. apríl 2019).

Hjá einstaklingum með LLT eru auknar sannanir fyrir því að úthaldspróf sem meta t.d. þolmörk (limit of tolerance, t_{lim}) séu betri í að meta áhrif meðferðaríhlutunar heldur en t.d. lengd á 6MGP (Oga o.fl., 2000). Til að auka getu á 6MGP þurfa einstaklingar að auka gönguhraða sinn og virðast einstaklingar eiga erfiðara með að gera það heldur en að auka hjólatíma eftir endurhæfingu..

Úthaldspróf (constant work rate exercise test) eru næm á breytingar við meðferðir, þar sem þau sýna bætingu sem er bæði hagnýt (functional) og lífeðlisfræðileg og eru þau próf algengt val sem útkomumæling í klínískum rannsóknum hjá einstaklingum með LLT (ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing, 2003; Cooper o.fl., 2013).

1.6.1 Próffræðilegir eiginleikar úthaldsprófs

Prófið hefur mjög góðan áreiðanleika við endurteknar prófanir (ICC 0.85) og er einnig réttmætt þar sem fylgnin var $r = 0,50$ (Pearsons fylgnistuðull) á milli hámarkssúrefnisupptöku (VO_{2peak}) og úthaldstíma og samtals vinnu (total work performed) sem unnin var ($r = 0,72$) á meðan á prófinu stóð. Einnig var svipaður samanburður á milli úthaldstíma og tólf mínútna gönguprófs en fylgnin var $r = 0.58$ og vinnu sem unnið var ($r = 0.72$) á meðan á prófinu stóð (van 't Hul o.fl., 2003). Þessar tölur gefa til kynna að prófið sé með gott réttmæti, sem sýnir að prófið sé að mæla það sem það á að mæla og hægt sé að taka mark á því. Einnig sýndu O'Donnel og félagar fram á það að úthaldspróf á 75% af hámarksálagi sé réttmætt próf sem metur hámarksþolgetu hjá einstaklingum með LLT (O'Donnell o.fl., 2009). Einnig hefur bæting á t_{LIM} sýnt góða næmni (sensitive outcome) ef prófið er tekið á mismunandi rannsóknarstofum, gefið að fylgt sé fyrirmælum sem mælt er með í prófinu (O'Donnell o.fl., 2009).

Minnst klínískt marktæki munur (MCID) fyrir t_{LIM} er 33% (95% CI 18-48%) eða 100-200 sekúndna bæting frá fyrsta prófi ef prófið er framkvæmt á þrekhlóli (Lavolette o.fl., 2008; Puente-Maestu o.fl., 2009)

Áreiðanleiki t_{LIM} í endurteknum úthaldsprófum (repeatability) hefur verið rannsakaður í nokkrum rannsóknum, þar á meðal rannsókn sem gerð var á 463 einstaklingum með LLT sem framkvæmdu tvö úthaldspróf með fimm daga millibili (O'Donnell o.fl., 2009). Þar var lítil en klínískt mikilvægur munur, 34 sekúndur á t_{LIM} í seinna prófinu. ICC stuðulinn var þrátt fyrir það 0,84 og innan 95% öryggismarka (95% CI 0,81-0,87). Þetta gefur til kynna lítill mismunaáhrif (ordering effect, seinna prófið betra en það fyrra). Einnig hafa tvær minni rannsóknir sýnt fram á ómarktæk mismunaáhrif og svipað ICC, önnur náði til 60 einstaklinga (van 't Hul o.fl., 2003) og hin til 25 einstaklinga (Puente-Maestu o.fl., 2009) allir með LLT. Þar sem þær sýna einnig lítinn meðalmun á milli prófa og háan áreiðanleika í endurteknum prófum er mjög góð fylgni (adherence) milli úthaldsprófa sem tekin eru við sömu aðstæður.

Prófið er miðað við að hámarkstími sé tuttugu mínútur að öllu jöfnu (ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing, 2003) og er prófið þá stöðvað. Hinsvegar hefur klínísk reynsla sýnt fram á að einstaklingar með LLT geta sjaldnast hjólað svo lengi á 75% af hámarksálagi (Andrianopoulos o.fl., 2014). Talið er að ef einstaklingur hjólar lengur en tuttugu mínútur þá sé álagið ekki nógu mikið og að einstaklingurinn stöðvi prófið frekar vegna þess að honum leiðist, þreytu í vöðvum eða jafnvel vegna þess að hnakkurinn á hjólinu er farinn að valda óþægindum (Puente-Maestu o.fl., 2009). Í rannsókn Andrianopoulos og félaga náðu 51 einstaklingur (2,5%) af 2053 (meðal FEV_1 af áætluðu 48,2%) hámarkstímanum sem er 20 mínútur. Svo virðist vera að hámarkstími á úthaldsprófinu sé næmari í að meta áhrif lungnaendurhæfingar á einstaklinga með LLT heldur en 6MGP. Einnig sýndi það sig í sömu rannsókn að bæting sem var meiri en klínískt marktæki munurinn náðist hjá 57% af þáttakendum á úthaldsprófinu (Lavolette o.fl., 2008).

1.6.2 Aðferðarlýsing úthaldsprófs

Mikilvægt er að próf sem notuð eru í klínísk séu stöðluð og á móta í framkvæmd. Því er mikilvægt að búið sé að rannsaka prófin vel og að sammælt sé um hvernig er best að bregðast við ýmsum aðstæðum sem koma upp.

Mælt er með stöðugu eftirliti með súrefnismettun og hjartslætti með munnlegri hvatningu í gegnum prófið (ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing, 2003). Mikilvægt er að ákveða fyrirfram hversu lengi einstaklingur má hjóla undir snúningsviðmiði þrátt fyrir hvatningu áður en prófinu er hætt. Mælt er með að ef einstaklingur með LLT hefur hjólað undir viðmiðunarsnúningshraða, sem er 50-70 snúningar á mínútu (oftast 60 snúningar) í allt að tíu sekúndur sé prófinu hætt.

Puente-Maestu og félagar segja að fyrsta úthaldsprófið (þ.e. fyrir íhlutun) sé tæknilega vel heppnað ef tíminn sem hjólað er þ.e. t_{lim} er á bilinu 180-480 sekúndur. Nokkrar mikilvægar lífeðlisfræðilegar, tölfræðilegar og praktískar ástæður eru fyrir þessu þrönga bili. (Puente-Maestu o.fl., 2009; van der Vaart o.fl., 2014; Whipp og Ward, 2009) Með þessu þrönga bili er verið að gefa til kynna rjáfur og gólfáhrif prófsins. Það er að ef einstaklingur hjólar undir 180 sekúndum er hann of stutt í prófinu (gólfáhrif) og ef einstaklingurinn hjólar yfir 480 sekúndur er hann of lengi í prófinu (rjáfuráhrif). Takmörkun álagsgetu innan þessa þrönga tímabils er þá oftast vegna virkni öndunar- og blóðrásarkerfis (cardiopulmonary system) og taugakerfisins (neuromuscular system) en ekki vegna þess að einstaklingnum hreinlega leiðist eða vegna óþæginda. (ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing, 2003; Palange o.fl., 2007; Wasserman K., 2011) Í tvemur framskyggnum rannsóknum eftir O'Donnell og féлага (O'Donnell o.fl., 2009) og í annarri eftir Vivodtsev og féлага (Vivodtsev o.fl., 2011) náðust þolmörk (t_{lim}) hjá 57% einstaklinga með LLT (~ 25% <180s og ~ 18% >480s) þegar þeir hjóluðu á 75-80% af hámarksálagi. Það má því segja að það að láta einstaklinga hjóla á 75% af hámarksálagi sé góð leið til að ná viðeigandi árangri með úthaldsprófinu þ.e. að einstaklingurinn nái að hjóla á bilinu sem mælt er með 180-480 sekúndur. Það gefur þó auga leið að ekki munu allir ná þessu viðmiði og því er mikilvægt að hafa staðlaðar leiðir til að bregðast við ef það næst ekki). Þá er ein leið að aðlagða WR um $\pm 5W$ og taka prófið aftur til að einstaklingurinn nái að vera innan viðmiðunargilda (Puente-Maestu o.fl., 2009). Einnig sýndi rannsókn O'Donnell og féлага fram á það að 16% (74/463 einstaklingum) af þeim einstaklingum sem hjóluðu í lengstan tíma ættu í raun að hjóla á meira álagi þar sem það væri meira viðeigandi fyrir þá (Neder, Jones, Nery og Whipp, 2000). Einnig hefur það sýnt sig að 75% af hámarki veldur góðum líkum á að einstaklingur nái að hjóla í 360-480 sekúndur sem er innan viðmiðunargilda (Palange o.fl., 2007).

Andrianopoulos og félagar komust að því að ef einstaklingur hjólar á 75% af hámarki gefi það gott svigrúm til að einstaklingur geti sýnt fram á bætingu í kjölfar íhlutunar (Andrianopoulos o.fl., 2014). Það er því gott að miða við að framkvæma úthaldsprófið á 75% af WR_{peak} . Notast er við þetta viðmið í prófinu sem framkvæmt er á Reykjalundi.

Mjög mikilvægt er að prófin sem notuð eru fyrir einstaklinga séu örugg þar sem að þetta er oft á tíðum veikburða hópur. Úthaldspróf er talið öruggt próf og ekki hafa verið tilkynnt um nein alvarleg atvik í því hingað til. Það er þó mikilvægt að hafa stöðluð öryggismörk og er mælt með því að ef súrefnismettun fellur undir 80% þá sé prófinu hætt (Andrianopoulos o.fl., 2014; ATS/ACCP Statement

on cardiopulmonary exercise testing, 2003; Palange, Carlone, Forte, Galassetti og Serra, 1994; Wasserman K., 2011).

Ef bæting á t_{LIM} eftir líkamlega þjálfun mælist, þá er líklegt að einstaklingurinn hafi bætt sig í loftháðupoli (aerobic capacity) í þeim vöðvum er þjálfaðir voru (Punkte-Maestu, Tena, o.fl., 2003) og að seinkun á mjólkursýrumyndun hafi orðið (Casaburi o.fl., 1991; Maltais o.fl., 1996; Punkte-Maestu, Tena, o.fl., 2003). Einnig að öndunarmynstur hafi batnað (operating lung volume) og mæði (breathlessness) minnkað (Porszasz o.fl., 2005; Punkte-Maestu, Abad, Pedraza, Sanchez og Stringer, 2006). Eins er bæting á t_{LIM} tengd bættum heilsutengdum lífsgæðum (O'Donnell o.fl., 2011; Punkte-Maestu o.fl., 2000; Punkte-Maestu o.fl., 2009) ásamt bættri hreyfivirkni (activity levels) (Beeh o.fl., 2014).

Ekki hafa rannsóknir sýnt fram á að hækkað t_{LIM} hafi orsakasamband við lengra líf og lægri heilbrigðiskostnað (Punkte-Maestu o.fl., 2016).

Í tveimur rannsóknum eftir Andrianopoulos og félagar (Andrianopoulos o.fl., 2014) og Vivodtzev og félagar (Vivodtzev o.fl., 2011) náðu flestir einstaklingar að hjóla á 75% af WRpeak í 2 til 5 mínútur (hjá Vivodtzev og félögum í 3-5 mínútur). Því er 75% af hámarksálagi gott viðmið fyrir einstaklinga með LLT sem eru með beiðni í lungnaendurhæfingu (Andrianopoulos o.fl., 2014; Vivodtzev o.fl., 2011).

Úthaldspróf með háu álagi (75-80% af hámarki) er það próf sem mælt er með að nota þegar meta á árangur meðferðartengdra íhlutanna (therapeutic intervention) í einstaklingum með LLT (Palange o.fl., 2007). Úthaldspróf er gott próf til að meta margar klínískt mikilvægar hliðar á alvarleika LLT eins og t.d. bætt þol og minni mæði við hreyfingu (Andrianopoulos o.fl., 2014).

Alvarleiki og ástæða þess að einstaklingur þolir illa að hreyfa sig er best metið með prófum sem framkvæmd eru á rannsóknarstofu, hvort sem það er úthaldspróf eða hámarksþolpróf. Er það að sökum þess að í þeim eru mældar nákvæmlega lífeðlisfræðilegar breytur á meðan að einstaklingurinn framkvæmir prófið. Einnig eru notuð einfaldari próf sem árangursmæling svo sem 6MGP en lífeðlisfræðilegu upplýsingarnar sem fást úr þeim prófum eru takmarkaðar. Hjá einstaklingum með LLT eru úthaldsprófin (CWRET og ESWT gönguprófið) meira móttækileg fyrir íhlutunum (intervention) hvort sem það er lyfjatengd (pharmacological) íhlutun eða ekki (nonpharmacological) heldur en stigvaxandi (incremental) prófin (hámarksþolpróf og ISWT) og 6MGP (Punkte-Maestu o.fl., 2016).

2 Markmið

Markmið rannsóknarinnar var að kanna árangur endurhæfingar á einstaklinga með langvinna lungnateppu með úthaldsprófi. Eins að athuga hvort þættir eins og kyn, aldur og teppustig, hámarksþol holdafar og andleg líðan við innskrift hafi áhrif á árangur endurhæfingarinnar. Einnig að athuga hvort fylgni væri milli breytinga á holdafari og andlegri líðan og breytinga á úthaldi á úthaldsprófi. Að lokum var markmiðið annarsvegar að meta algengi gólf- og rjáfuráhrifa úthaldsprófsins. Og hinsvegar hvernig einstaklingar sem valdir voru til að taka úthaldspróf sem árangursmat voru frábrugðnir þeim sem tóku annað próf sem árangursmatspróf.

Rannsóknarspurningar verkefnisins voru:

1. Eykst þol einstaklinga með LLT við endurhæfingu með úthaldsprófi þ.e. er úthaldspróf við útskrift lengra en við innskrift (mælt í sekúndum)?
2. Hefur breyting á þoli mælt með úthaldsprófi fylgni við eftirfarandi þætti við innskrift:
 - Kyn
 - Aldur
 - Teppustig (FEV₁%)
 - WR_{peak} á þolprófi (% af áætluðum)
 - Holdafar metið með líkamsþyngdarstuðli
 - Kvíði
 - Þunglyndi
3. Er fylgni milli breytinga á þoli í úthaldsprófi og breytinga á:
 - Holdafari
 - Kvíða
 - Þunglyndi
4. Hversu algengt er að úthaldsprófin í gögnum rannsóknarinnar séu styttri (gólfáhrif) eða lengri (rjáfuráhrif) en sá tímarammi sem núverandi leiðbeiningar miða við (180-480 sekúndur)?
5. Hefur heimatilbúna stöðvunarástæðan „hámarksþúlsi náð“ áhrif á útkomu á innskriftar úthaldsprófi?
6. Er munur á fjölda karla, aldri, teppustigi, hámarksþoli, holdafari, kvíða og þunglyndi hjá þeim sem valdir voru í úthaldspróf sem árangursmat og þeirra sem valdir voru í önnur próf?

3 Efni og aðferðir:

3.1 Þátttakendur og skilyrði rannsóknar

Leitað var afturvirkir í gögnum úr sjúkraskráningakerfunum Sögu og Díönu frá árinu 2013- 08.10.2018 (því þá fékkst leyfi vísindasiðanefndar). Þar voru skoðaðir allir þeir einstaklingar sem farið hafa í lungnaendurhæfingu á þessu tímabili á Reykjalundi. Gagnagrunnur rannsóknarinnar var byggður upp með REDcap sem er öruggur netgrunnur þar sem hægt er að byggja upp gagnagrunn fyrir t.d. rannsóknir (Harris o.fl., 2009). Í rannsóknina voru teknir þeir einstaklingar sem stóðust eftirfarandi valviðmið (inclusion criteria).

1. Einstaklingurinn er með staðfesta lungnateppu, teppan er staðfest með öndunarmælingu í byrjun endurhæfingar $FEV_1/FVC < 0,7$.
2. Einstaklingurinn þarf að hafa tekið þátt í og klárað almenna lungnaendurhæfingu fimm daga í viku í að minnsta kosti fjórar vikur.
3. Einstaklingurinn þarf að hafa klárað að minnsta kosti eitt af þremur úthaldsprófum (sex mínútna göngupróf, úthaldspróf eða hámarksúthaldspróf) fyrir og eftir endurhæfinguna.

Í sjúkraskráningarkerfunum var leitað að niðurstöðum úr eftirfarandi mælingum: öndunarmælingu, mati á andlegri líðan (HAD spurningalistinn), hámarksþolprófi, sex mínútna gönguprófi, úthaldsprófi og svo einnig skráð reykingasaga

3.2 Mælingar

3.2.1 Öndunarmæling

Í öndunarmælingu er FVC og FEV_1 mælt (Miller o.fl., 2005). Flæðimælirinn er kvarðaður fyrir hverja mælingu með þriggja lítra pumpu og mælingarnar framkvæmdar af vel þjálfuðu starfsfólki hjarta- og lungnarannsóknarstofu Reykjalundar. Niðurstöður mælinganna eru settar fram sem mælt gildi í lítrum og sem hlutfall af áætluðu gildi (Hankinson, Odencrantz og Fedan, 1999).

3.2.2 Hæð og þyngd

Við komu í hámarksþolpróf voru allir einstaklingar hæðar- og þyngdarmældir á rannsóknarstofu Reykjalundar. Reiknaður var líkamspýngdarstuðull (BMI) fyrir alla einstaklinga í rannsókninni og notast var við formúluna þyngd/hæð^2 (kg/m^2).

3.2.3 Þunglyndi og kvíði

Þunglyndi og kvíði var metinn hjá einstaklingum með the hospital anxiety and depression scale (HAD spurningalistanum). HAD listinn var þróaður til að skima fyrir þunglyndi og kvíða hjá sjúklingum með langvinna líkamlega sjúkdóma (Zigmond og Snaith, 1983). Hann er samsettur af fjórtán spurningum, þar sem sjö fjalla um kvíða og sjö um þunglyndi. Hver spurning hefur fjóra svarmöguleika sem gefur frá núll stigum fyrir engin einkenni og upp í hámark þrjú stig fyrir mikil einkenni. Hvor þáttur gefur frá núll til

tuttugu og eitt stig, þar sem fleiri stig þýða meiri einkenni. Miðað er við að merki sé um kvíða og/eða þunglyndi ef hvor þáttur um sig gefur meira en eða jafnt og átta stig (Zigmond og Snaith, 1983). Rannsóknir sýna að listinn hefur góða próffræðilega eiginleika (De Smedt o.fl., 2013). Íslenska útgáfan hefur verið notuð í stórrí samnorrænni rannsókn á sjúklingum með LLT (Gudmundsson o.fl., 2006; Gudmundsson o.fl., 2012) og einnig rannsókn á hjartasjúklingum (Kristjánsson, Þorunn og Jonasson, 2007). Listinn hefur verið notaður í klínískri vinnu á lungnasviði Reykjalundar í u.þ.b tuttugu ár.

3.3 Hámarksþolpróf

Í hámarksþolprófi á Reykjalundi hjólar einstaklingurinn á þrekhlóli á stigvaxandi álagi þar til hann gefst upp eða próf er stöðvað af lækni. Ávallt eru a.m.k tveir einstaklingar viðstaddir prófið fyrir utan einstaklinginn sem verið er að prófa. Þyngd á hjólinu er aukin um 5-30 wött á mínútu, allt eftir líkamlegri getu einstaklingsins. Prófið á að taka átta til tólf mínútur frá því að álag byrjar og þar til hámarki er náð (Wasserman K., 2011). Einstaklingurinn hjólar síðan á litlu álagi (endurheimt) í a.m.k. fimm mínútur undir eftirliti eða þar til púls og blóðþrýstingur hafa náð fyrri hvíldargildum. Eftirfarandi mælingar eru gerðar í prófinu:

- a. Tólf leiðslu hjartarafrit, stöðug mæling í gegnum allt prófið,
- b. Blóðþrýstingur. Systólískur og díastólískur þrýstingur mældur á mínútu fresti við álag og oftast ef þurfa þykir (t.d. ef grunur er um blóðþrýstingsfall),
- c. Súrefnismettun, stöðug mæling

Læknir er alltaf viðstaddur prófið ásamt starfsmanni hjarta- og lungnarannsóknarstofu sem er þjálfaður í að taka prófið. Súrefni er gefið ef súrefnismettun fellur niður fyrir 90% á mettnarmæli og er það skráð. Einnig er stöðvunarástæða skráð. Niðurstaða prófsins er hámarksálagið sem einstaklingurinn nær á hjólinu (eða maximal work rate) mælt í wöttum (WR_{peak}). Skráð er niður að prófi loknu hver sé ástæða þess að prófinu sé hætt. Það getur verið ein eða fleiri af eftirfarandi ástæðum. Almenn þreyta, mæði, þreyta í fótum, brjóstverkur (angina), ST-T breytingar á hjartalínuriti, blóðþrýstingsfall, blóðþurrðarverkir (claudication), hjartsláttartruflanir (arrhythmia) eða annað. Læknir stöðvar prófið ef það verða hjartsláttartruflanir, brjóstverkur sem versnar eða ef það verður blóðþrýstingsfall, annars stöðvar sjúklingur prófið. Ef einstaklingur velur fleiri en tvær ástæður fyrir stöðvun prófs er farið eftir hvor þátturinn er meiri á Borg skala (ef við á) eða því sem einstaklingurinn nefndi fyrst ef t.d. einstaklingurinn metur sig jafn hátt í mæði og fótapreytu (Ásdís Kristjánsdóttir, Arna Elísabet Karlsdóttir og Margrét Garðarsdóttir, munnleg heimild, 4. apríl 2019).

3.4 Úthaldspróf

Úthaldsprófið er eitt af þremur prófunum sem notað eru sem árangursmæling á Reykjalundi. Prófið má framkvæma bæði á göngubretti og hjóli (Puente-Maestu, SantaCruz, Vargas, Martinez-Abad og Whipp, 2003) og er prófað á Reykjalundi bæði á þrek hjóli og göngubretti. Í prófinu sem notað er á Reykjalundi (van 't Hul o.fl., 2003) byrjar einstaklingurinn á upphitun þar sem hann hjólar á 33% af hámarksálagi mælt í wöttum (W_{max}) á hámarkspólprófi sem gert er við upphaf lungnaendurhæfingar í c.a. tvær mínútur. Eftir það hjólar einstaklingurinn á stöðugu álagi sem jafngildir 75% af hámarksálagi af hámarkspólprófi sem gert er við upphaf lungnaendurhæfingar. Fylgst er með súrefnismettun og púlssi einstaklingsins yfir allt prófið með súrefnismettunarmæli á fingri annarrar handar. Eftir upphitunina á sjúklingur að hjóla eins lengi og hann treystir sér til. Honum er sagt að stöðva einungis ef mæði verður of mikil eða ef hann nær ekki að halda tilskildum hraða, sem eru 60 snúningar/mín, vegna fótapreytu. Ef einstaklingur nær ekki að viðhalda tilskildum hraða er hann spurður hvort hann geti haldið tilskildum hraða. Ef einstaklingur stöðvar prófið ekki sjálfur og er enn að hjóla undir tilskildum hraða er það klínísk reynsla þess sem prófar hve lengi einstaklingurinn fær að hjóla undir þeim hraða áður en próf er stöðvað (yfirleitt nokkrar sekúndur) [Ásdís Kristjánsdóttir, Arna Elísabet Karlsdóttir og Margrét Garðarsdóttir, munnleg heimild, 4. apríl 2019]. Stöðluð hvatning er gefin á tveggja mínútna fresti: „Þetta gengur vel, haltu áfram.“ Prófið er stöðvað þegar fimmtán mínútum er náð eða ef viðkomandi hefur náð hámarkshjartslætti mældum á hámarkspólprófi við komu. Hámarkspúls sem stöðvunarástæða ekki lýst í prófinu af höfundum (van 't Hul o.fl., 2003) og er það stöðvunarástæða sem ákveðið var að nota af sjúkraþjálfurum á lungnasviði Reykjalunds. Sú ákvörðun var tekinn af sjúkraþjálfurum öryggisins vegna. Þetta var nýtt próf og því töldu sjúkraþjálfararnir á lungnasviði það öruggara að hafa það sem stöðvunarástæðu í prófinu ef einstaklingurinn var kominn í áður mældan hámarkspúls í hámarkspólprófi. Var þá stöðvunarástæðan nefnd „hámarkspúlsi náð“. Þegar prófið var innleitt á Reykjalund árið 2013. Ef próf er stöðvað af öðrum orsökum er það tilgreint og skráð eftir stöðluðu formi með sex flokkum. Flokkarnir eru almenn þreyta, mæði, þreyta í fótum, hámarkstíma náð, hámarkspúlsi náð og önnur ástæða. Ef einstaklingur telur upp fleiri en eina ástæðu er stöðvunarástæðan skráð eftir hærra stigi á Borg skala (ef við á) eða það sem einstaklingurinn nefndi fyrst.

Fari próftími yfir fimmtán mínútur er talið líklegra að það séu aðrar en lífeðlisfræðilegar ástæður sem stöðvi einstaklinginn í að halda áfram. Áður en prófið fer fram þarf einstaklingurinn að vera vel hvíldur og ekki hafa stundað erfiða þjálfun stuttu áður. Stöðugt er fylgst með hjartsláttartíðni og súrefnismettun í prófinu. Einstaklingur metur fótapreytu og mæði á Borg skala 0-10 (Borg, 1982) áður en lagt er af stað og svo við lok prófs. T_{lim} í sekúndum er niðurstaða þess þ.e hámarkstíminn sem einstaklingur getur hjólað á réttum hraða við hið ákveðna álag (75% af hámarksálagi). Tímamörkin (180-480 sekúndur) sem afmarka rjáfurhrif prófsins (of stutt eða of langt próf) voru ekki höfð til viðmiðunar þegar prófin voru framkvæmd. Þessi tímamörk komu eftir að byrjað var að notast við úthaldsprófið sem árangursmælingu. Ef súrefni hefur verið gefið í hámarkspólprófi er það einnig gefið í úthaldsprófinu og hve mikið súrefni er gefið yfir prófið (súrefnið er gefið af súrefniskút í gegnum nasagleraugu) ræðst af því magni sem gefið hafði verið á hámarkspólprófinu. Það er klínískt mat þess sem tekur prófið hverju sinni hvenær súrefni er gefið, enginn fer þó undir 84-85% í súrefnismettun án þess að vera gefið súrefni eða prófið er stöðvað.

Þetta próf hefur verið notað á Hjarta- og lungnarannsóknarstofu Reykjalundar frá því í marsmánuði 2013.

3.5 Tölfræði

Tölfræði þessa verkefnis var unnin í tölfræðiforritinu Jamovi.0.9.5.12. Það t-próf var notað til að skoða hvort marktæk breyting væri á úthaldsprófinu, þyngd, þunglyndi og kvíða við útskrift miðað við innskrift. Óþað t-próf var notað til að meta hvort munur væri á milli sjúklunga þar sem úthaldspróf var valið og þeirra sem fóru í annað próf fyrir árangursmat (merktur: ekki úthaldspróf).

Metið var með línulegri aðhvarfsgreiningu hvort einhver stök breyta eða breytur hefðu meiri fylgni við breytingu á úthaldsprófinu hvort sem það væri reiknað út frá raungildi (breytingar í sekúndum) eða hlutfallsgildi (hlutfall milli innskriftar- og útskriftarprófs metið í %). Breyturnar sem skoðaðar voru eru eftirfarandi:

- Aldur
- Kyn
- Líkamsþyngdarstuðull BMI
- FEV₁% af áætluðu
- Geta á hámarkspólprófi við innskrift, % af áætluðu
- Kvíði
- Þunglyndi

Skoðað var einnig algengi gólf og rjáfurhrifa úthaldsprófsins þar sem miðað var við viðmiðunartímalengd prófsins 180-480 sekúndur (Puente-Maestu o.fl., 2016). Gólfáhrifin voru því ef prófið var styttra en 180 sekúndur (of stutt próf), vðmiðunarlengdin 180-480 sekúndur (innan tímaramma) og rjáfuráhrif voru ef prófið var lengra en 480 sekúndur (of langt próf). Einnig var skoðað hvort heimatilbúna stöðvunarástæðan „hámarkspúlsi náð“ hefði áhrif á niðurstöður rannsóknarinnar. Það var gert með því meta árangur endurhæfingarinnar án þeirra sem stöðvaðir höfðu verið vegna þessa á innskriftarprófinu og borið saman við niðurstöður alls hópsins. Einnig var skoðað hvort munur væri á milli þeirra sem stöðvaðir voru vegna „hámarkspúlsi náð“ og þeirra sem voru það ekki (önnur stöðvunarástæða) í eftirfarandi þáttum:

- FEV₁% af áætluðu
- Aldri
- t_{im} á Innskriftar úthaldsprófi (mælt í sekúndum)
- Meðalbætingu á úthaldsprófi (mælt í sekúndum)

Niðurstöður eru settar fram sem meðaltal \pm staðalfrávik nema annað sé tekið fram.

Marktæktarmörkin sem notast var við í þessari rannsókn voru $p < 0,05$.

3.6 Vísindasiðanefnd

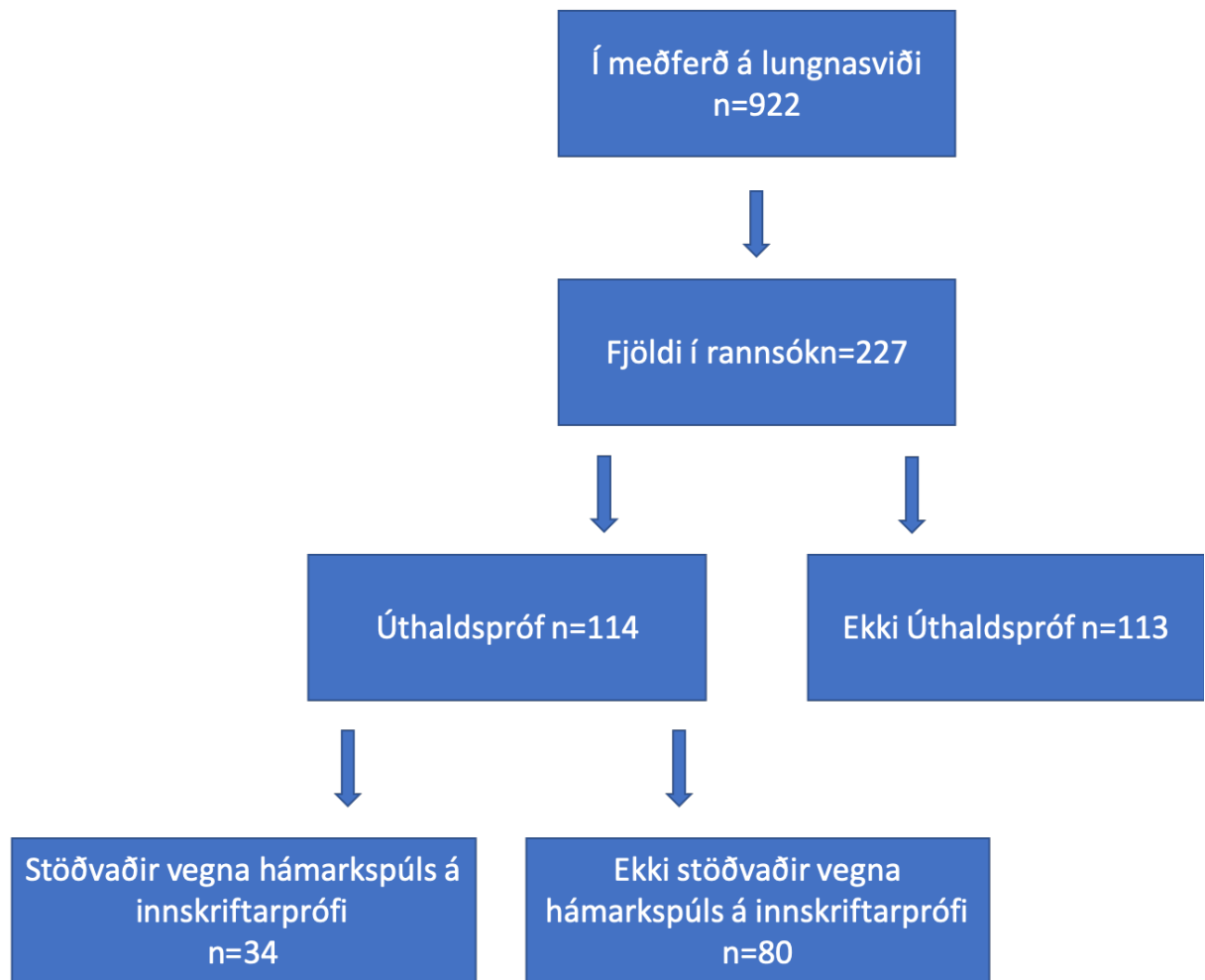
Vísindasiðanefnd samþykkti rannsóknaráætlunina í október 2018. Leyfisnúmer rannsóknar er VSNb2018100014/03.01.

4 Niðurstöður

4.1 Þátttaka í rannsókn

Alls komu 922 einstaklingar í endurhæfingu á lungnasviði á Reykjalundi á rannsóknartímanum (2013-okt.2018). Af þeim uppfylltu 227 (94 karlar og 134 konur) einstaklingar valviðmið rannsóknarinnar sjá kafla 3.1. Af þessum 227 einstaklingum voru 218 með reykingasögu. Af þeim 227 einstaklingum sem teknir voru inn í rannsóknina voru 114 (44 karlar og 70 konur) sem valdir voru í úthaldspróf sem árangursmælingu, sjá mynd 1. Hinsvegar voru 113 einstaklingar sem ekki voru valdir í úthaldspróf sem árangursmælingu. Af þessum 113 fóru 101 í 6MGP og tólf í hámarkspólpróf sem árangursmælingu.. Þeir sem fóru í hámarkspólpróf eða 6MGP voru sameinaðir í hópinn „ekki úthaldspróf“. Marktækur munur var á milli einstaklinga sem valdir voru í úthaldspróf og þeirra sem voru ekki valdir í úthaldspróf á aldri, BMI, þunglyndi, kvíða, falli í súrefnismettun og getu á hámarkspólprófi. Einstaklingar sem fóru í úthaldspróf sem árangursmælingu eru yngri, þyngri (hærra BMI), með minni teppu (FEV₁% af áætluðu), meiri kvíða, meira þunglyndi og standa sig marktækt betur á hámarkspólprófi. Ásamt því voru mun fleiri sem ekki voru valdir í úthaldspróf sem þurftu að fá súrefnisgjöf í hámarkspólprófinu, sjá í töflu 4. Skoðuð var dreifing á GOLD stigum (GOLD 1-2 og GOLD 3-4) hjá hópunum tveimur, sjá í töflu 5.

Alls voru 61% einstaklinga sem ekki fóru í úthaldspróf með LLT á GOLD stigi 3-4 en aðeins 39% af þeim sem fóru í úthaldspróf.



Mynd 1. Fjöldi þátttakenda í rannsókn og hvort einstaklingarnir fóru í Úthaldspróf eða ekki úthaldspróf sem árangursmælingu.

Tafla 4. Samanburður á einstaklingum sem fóru í úthaldspróf á móti þeim sem fóru ekki í úthaldspróf.

	Úthaldspróf	Ekki Úthaldspróf	p-gildi
Fjöldi (n)	114	113	
Aldur	61,8±7,1	65,8±7,1	< 0,001
Karlar/Konur (n/n)	44/70	49/64	NS
BMI (kg/m ²)	28,9±5,9	27,2±6,3	< 0,05
FEV ₁ (% af áætluðu)	54,1±15,0	46,4±17,3	< 0,001
Súrefnismettun, (% breyting á hámarksþolprófi)	2,5±3,0	4,0±5,1	< 0,01
Súrefnisgjöf í hámarksþolprófi (n)	2	22	
Kvíði innskrift (stig)	7,0±4,7	5,3±4,1	< 0,01
Þunglyndi innskrift (stig)	6,5±3,5	5,3±3,5	< 0,01
Hámarksálag, (WR _{peak})	92,8±31,0	63,5±26,4	< 0,001
Hámarksálag, (% af áætluðu)	53,1±14,3	39,2±12,8	< 0,001

Tafla 5. Samanburður á teppustigum (GOLD stigum) þeirra sem fóru í úthaldspróf og þeirra sem ekki fóru í úthaldspróf (metið með %).

	Úthaldspróf	Ekki úthaldspróf
GOLD 1-2 (%)	61	39
GOLD 3-4 (%)	39	61

4.2 Úthaldspróf

4.2.1 Árangur endurhæfingar

Marktæk bæting var hjá einstaklingum í úthaldsprófshópnum fyrir og eftir endurhæfinguna á Reykjalundi. Marktæk bæting var á úthaldsprófinu í sekúndum, þyngd, kvíða og þunglyndi (þ.e p-gildi < 0,001 og < 0,01), sjá *töflu 6*. Meðalbæting á úthaldsprófnu var 279±262sekúndur. Meðal minnkun á þyngd var 0,6±2,5kg. Á HAD spurningalistanum var meðal minnkun á kvíða 2,2±3,8stig og á þunglyndi 2,2±3,8stig. Skoðað var hlutfall kvíða og þunglyndis hjá einstaklingum við innskrift og útskrift (þ.e. með hærra en átta stig á HAD listandum (sjá nánar í kafla 4.3.4) sjá *töflu 7*.

Tafla 6. Breytingar við endurhæfingu á Reykjalundi hjá úthaldsprófshópnum.

	Innskrift	Útskrift	p-gildi
Úthaldspróf, sek	261±148	540±295	< 0,001
Þyngd, kg	82,0±17,8	81,3±16,7	< 0,01
Kvíði, stig	7,4±4,5	5,1±3,8	< 0,001
Þunglyndi, stig	6,8±3,3	4,6±3,1	< 0,001

Tafla 7. Hlutfall kvíða og þunglyndis við innskrift og útskrift hjá úthaldsprófshópnum.

	Innskrift	Útskrift
Kvíði	42,3%	28%
Þunglyndi	39,6%	18,0%

4.2.2 Línuleg aðhvarfsgreining

Skoðað var hvort einhver stök breyta eða breytur við innskrift hefðu fylgni með bætingu á úthaldsprófi, hvort sem það væri reiknað út frá raungildi (breytingar í sekúndum) eða hlutfallsgildi (hlutfall milli innskripta og útskriftaþrófs metið í %). Ekki var nein marktæk fylgni milli einstakra breyta og bætingar á úthaldsprófinu hvort sem það var raungildi eða hlutfallsgildi. Þó var BMI mjög nálægt marktæktarmörkum ($p = 0,055$) en er með lága jákvæða fylgni, sjá í *töflu 8*. Því hærra BMI við innskrift því meiri bæting varð á úthaldsprófinu.

Tafla 8. Línuleg aðhvarfsgreining til að meta hvort einstakar breytur hafi fylgni með breytingu á útkomu úthaldsprófsins (bæði raungildi breytingar og hlutfallsgildi).

	Raungildi ¹⁾		Hlutfallsgildi ²⁾	
	p-gildi	r-gildi	p-gildi	r-gildi
FEV ₁ (% af áætluðu)	NS ³⁾	0,144	NS	0,052
Aldur	NS	0,095	NS	0,135
Kyn	NS	0,044	NS	0,100
Kvíði innskrift (stig)	NS	0,090	NS	0,081
Þunglyndi innskrift (stig)	NS	0,135	NS	0,050
BMI (kg/m ²)	NS (0,055)	0,180	NS	0,084
Kvíði breyting (stig)	NS	0,016	NS	0,018
Þunglyndi breyting (stig)	NS	0,016	NS	0,018
Hámarksálag, (% af áætluðu)	NS	0,034	NS	0,070

¹⁾Raungildi = breyting í sekúndum á innskriftarprófi og útskriftarprófi, ²⁾hlutfallsgildi = útskriftarpróf/innskriftarpróf. ³⁾ NS = not significant = Ekki marktækur munur.

4.2.3 Stöðvunarástæða á úthaldsprófi

Gerðar voru tíðnitöflur fyrir stöðvunarástæðu úthaldsprófsins bæði við innskrift og við útskrift, sjá *töflu 9*. Einnig var gerð tíðnitafla þar sem teknir voru út allir einstaklingar sem stöðvaðir voru vegna „hámarkspúlsi náð“ (sjá nánar í kafla 1.6), sjá *töflu 10*. Við innskrift voru aðalstöðvunarástæðurnar: mæði, hámarkspúlsi náð og þreyta í fótum. Við útskrift þá eru hinsvegar aðalstöðvunarástæðurnar orðnar hámarkspúlsi náð og hámarkstíma náð. Ef einstaklingar sem stöðvaðir eru vegna „hámarkspúlsi náð“ á innskriftarúthaldsprófinu eru teknir út eru aðalstöðvunarástæðurnar mæði og þreyta í fótum. Marktækur munur var milli aldurs og FEV₁% af áætluðu hjá einstaklingum sem stöðvaðir voru vegna „hámarkspúlsi náð“ og þeirra sem voru stöðvaðir af annari ástæðu sjá *töflu 11*. Einstaklingarnir sem stöðvaðir voru vegna „hámarkspúlsi náð“ eru því eldri og með meiri teppu en þeir sem stöðvaðir voru af annari ástæðu. Einnig voru sömu einstaklingar að hjóla styttra á innskriftarprófinu en bættu sig meira en þeir sem ekki voru stöðvaðir vegna „hámarkspúlsi náð“.

Tafla 9. Stöðvunarástæða á úthaldsprófi.

Stöðvunarástæða	fjöldi við innskrift	% af heild við innskrift	Fjöldi við útskrift	% af heild við útskrift
Almenn þreyta	4	3,5	1	0,9
Mæði	37	32,5	22	19,3
Þreyta í fótum	28	24,6	12	10,5
Hámarkstíma náð	1	0,9	35	30,7
Hámarkspúlsi náð	34	29,8	38	33,3
Annað	10	8,8	6	5,3
Samtals	114		114	

Tafla 10. Stöðvunarástæða á úthaldsprófi við innskrift eftir að teknir voru út þeir einstaklingar sem stöðvaðir voru vegna „hámarkspúlsi náð“.

Stöðvunarástæða	fjöldi	% af heild
Almenn þreyta	4	5,0
Mæði	37	46,3
Þreyta í fótum	28	35,0
Hámarkstíma náð	1	1,3
Annað	10	12,5
Samtals	80	

Tafla 11. Munurinn á einstaklingum sem stöðvaðir voru í innskriftarúthaldsprófinu vegna „hámarkspúlsi náð“ og þeim sem voru það ekki (önnur stöðvunarástæða).

	„hámarkspúlsi náð“	„Önnur stöðvunarástæða“	p-gildi
FEV ₁ , % af áætluðu	49,5±18,1	56,1±13,0	<0,05
Aldur	64,1±5,91	60,9±7,31	<0,05
Innskriftar úthaldspróf, sek	243±150	269±147	NS
Meðalbæting, úthaldspróf ¹⁾ , sek	330±295	257±245	NS

¹⁾Meðalbæting úthaldspróf= útskriftarpróf – innskriftarpróf.

4.2.4 Gólf og rjáfuráhrif

Skoðað var með tíðnitöflum hve margir einstaklingar sem fóru í úthaldspróf sem árangursmælingu voru innan tímaramma prófsins við innskrift og hve margir voru annaðhvort yfir þeim eða undir þ.e. rjáfur og gólf áhrif prófsins (sjá nánar í kafla 1.6.2). Sjá í *töflu 12*. Einnig var sama dreifing skoðuð eftir að búið var að fjarlægja alla einstaklinga sem stöðvaðir voru á innskriftar úthaldsprófinu vegna „hámarkspúlssi náð“, sjá í *töflu 13*.

Tafla 12. Dreifni einstaklinga sem fóru í úthaldspróf við innskrift út frá tímaramma.

Tímarammi	fjöldi	% af heild
Of langt próf	9	7,9
Of stutt próf	34	29,8
Innan tímaramma	71	62,3
samtals	114	

Of langt próf: > 480s, of stutt próf: <180s og innan tímaramma: 180-480s

Tafla 13. Dreifni einstaklinga sem fóru í úthaldspróf við innskrift út frá tímaramma eftir að búið er að taka út alla einstaklinga sem stöðvaðir voru vegna „hámarkspúlssi náð“.

Tímarammi	fjöldi	% af heild
Of langt próf	7	8,8
Of stutt próf	23	28,7
Innan tímaramma	50	62,5
samtals	80	

Of langt próf: > 480s, of stutt próf: <180s og innan tímaramma: 180-480s

5 Umræða

5.1 Árangur endurhæfingar

Í þessari rannsókn var aðeins skoðaður afmarkaður hópur þeirra sem voru í endurhæfingu á lungnasviði Reykjalundar. Reynt er að notast við úthaldsprófið sem árangursmælingu hjá sem flestum á lungnasviði Reykjalundar. Þrátt fyrir það var aðeins rúmlega helmingur þeirra einstaklinga sem teknir voru inn í þessa rannsókn sem fóru í úthaldspróf sem árangursmælingu. Það má að einhverju leyti skýra með því að einstaklingarnir sem valdir voru í úthaldsprófið féllu minna í súrefnismettun, þurfti að gefa færri einstaklingum í þeim hópi súrefni og eru þeir almennt styttra leiddir í sínum sjúkdómi enn þeir sem ekki voru valdir í prófið. Stór hluti af þeim einstaklingum sem ekki fóru í úthaldsprófið eru GOLD 3-4, eða 61% (69/113) sjá í *töflu 5*. Þar sem einstaklingarnir sem fóru ekki í úthaldspróf eru eldri en þeir sem fóru í úthaldspróf er möguleiki fyrir hendi að hjólatækni þeirra hafi verið slök á hámarksþolprófi og því verið ákveðið að þeir færu frekar í 6MGP. Allir þessir þættir útskýra því stóran hluta af þeim sem ekki eru valdir í úthaldspróf og ástæður þess. Þetta var þó ekki skoðað sérstaklega í þessari rannsókn og væri áhugavert að skoða það nánar í framtíðinni. Áhugavert er að einstaklingarnir sem fóru í úthaldsprófið voru með meiri kvíða og þunglyndi heldur en þeir sem fóru ekki í það próf. Hugsanlega er það vegna þess að þeir einstaklingar sem ekki fóru í úthaldsprófið eru eldri og reyndari og því mögulega betur í stakk búnir til að takast á við sjúkdóminn og því andlega áreiti sem fylgir sjúkdómnum.

Einstaklingar með langt leidda LLT eru oft með lægri BMI heldur en þeir sem eru styttra leiddir í sjúkdómnum (Landbo, Prescott, Lange, Vestbo og Almdal, 1999). Það samræmist niðurstöðum þessarar rannsóknar þar sem einstaklingarnir sem valdir voru í úthaldspróf sem árangursmælingu voru marktækt með hærri líkamsyngdarstuðul, og minni teppu heldur en þeir sem voru valdir í annað próf sem árangursmælingu sjá í *töflu 4*.

Áhugavert er að bera þessar niðurstöður saman við niðurstöður sem Elfa Dröfn Ingólfssdóttir komst að í rannsókn sinni frá árinu 2010 þar sem einstaklingar sem voru kvíðnir voru marktækt yngri en þeir sem ekki voru kvíðnir (Ingólfssdóttir, 2010).

Einstaklingarnir í rannsókn þessari fóru í gegnum líkamlega þjálfun sem var ákøf og reyndi á líkamlegt og andlegt þol þeirra. Það hefur skilað sér í því að meðalbætingin á úthaldsprófinu voru 279 sekúndur. Ef miðað er út frá minnsta klíniska mun sem er 33% bæting (Laviolette o.fl., 2008; Puente-Maestu o.fl., 2009) þá eru einstaklingar að bæta sig að meðaltali um 52% í þessari rannsókn. Það er því að ýta undir þær rannsóknir að líkamleg þjálfun sé mikilvæg hjá þessum sjúklingahóp eins og McCarthy og félagar sýndu fram á í Cochrane yfirlitsgrein frá 2015 (McCarthy o.fl., 2015). Þar kom fram að lungnaendurhæfing minnki meðal annars þreytu og mæði og bæti andlega líðan. Þessi rannsókn styður við þessa niðurstöðu McCarthy og félaga þar sem marktæk bæting var á þoli og andlegri líðan. Þetta gefur einnig góð teikn um að endurhæfingin á Reykjalundi sé að gagnast sjúklingum með LLT mjög vel og geti bætt bæði andlega líðan og líkamlegt þol. Í þessari rannsókn var ekki sérstaklega skoðuð breyting á mæði og þreytu einstaklinga eftir endurhæfingu á Reykjalundi en það efni hefur verið rannsakað áður af Elfu Dröfn Ingólfssdóttur (Ingólfssdóttir, 2010).

Líkamleg áreynsla og áhrif hennar á einstaklinga með LLT hefur ekki verið mikið rannsökuð á Íslandi. Þó má finna tvær íslenskar rannsóknir sem fjallað hafa um LLT og endurhæfinguna á Reykjalundi. Ein

sem Elfa Dröfn Ingólfssdóttir framkvæmdi árið 2010 (sjá nánar í kafla 1.2.1) (Ingólfssdóttir, 2010) og hin eftir Egil Thoroddsen frá árinu 2009 sem fjallar bæði um einstaklinga með LLT og langvinna hjartabilun (sjá nánar í kafla 1.2.1) (Thoroddsen, 2009).

Þessar rannsóknir sem gerðar voru á Íslandi meta meira líffræðilegar og lífeðlisfræðilegar breytur frekar en eitt einstakt próf eins og gert var í þessari rannsókn. Rannsókn Egils er einnig að meta svo lítið þýði að erfitt er að reiða sig of mikið á hana, þó hún lofi að sjálfsögðu góðu. Einnig vantar í þá rannsókn að rannsaka GOLD 1 og 2. Rannsókn Elfu er hinsvegar með mun fleiri í þýðinu og segir hún okkur að lífsgæði einstaklinga eftir meðferð á Reykjalundi hafa batnað, sem segir okkur það að sú meðferð sem framkvæmd er þar virðist vera að skila sér. Hún er meðal annars að skoða lífsgæði eftir spurningalista og breytingu á andlegri líðan sem er mjög huglægt mat einstaklingsins og er því þessi rannsókn að bæta upp fyrir það með því að sýna bætingar á ýmsum hlutlægum (objective) þáttum s.s. þoli, og þyngd. Það má þó með sanni segja að endurhæfingin á Reykjalundi sé að skila tilætluðum árangri eins og þessi rannsókn staðfestir og aðrar rannsóknir hafa einnig sýnt fram á (Ingólfssdóttir, 2010; Thoroddsen, 2009).

5.2 Úthaldspróf

Ekki var nein stök breyta sem hafði marktæka fylgni með bætingu á úthaldsprófinu og því í raun litlar líkur á að prófið sé næmari á útkomu breytingar hjá einhverjum undirhópi teppusjúklinga. Þó er vert að minnast á að BMI og raungildi breyting á úthaldsprófinu var nálægt því að vera marktæk breyting en þó með lága jákvæða fylgni og því í raun litlar líkur á en þó mögulegar að prófið sé næmara hjá þeim sem eru með hærra BMI, sjá í *töflu 10*. Eftir að þeir sem voru stöðvaðir vegna „hámarkspúlsi náð“ á innskriftar úthaldsprófinu voru teknir út var ekki marktæk fylgni þar á milli, sjá *töflu 11*. Það má því segja að prófið sé mjög gott í að meta bætingu misleits (heterogen) hóps teppusjúklinga.

Aðalstöðvunarástæður á prófinu við innskrift voru mæði, hámarkspúlsi náð og þreyta í fótum sjá, í *töflu 9*. Flestir einstaklingar stöðva prófið vegna mæði en það samræmist niðurstöðum hjá O'Donnell og félögum árið 2009 þar sem yfir 50% stöðvuðu prófið vegna mæði (O'Donnell o.fl., 2009). Við útskrift var það hinsvegar hámarkspúlsi náð og hámarkstíma náð, þ.e. fimmtán mínútur, sem voru aðalstöðvunarástæðurnar. Áhugavert er að aðeins einn náði hámarkstíma við innskrift en mun fleiri við útskrift, sjá *töflu 9*. Hver ástæðan fyrir því er, er ekki vitað.

Hjá öllum 114 einstaklingunum voru um 8% (9/114 einstaklingum) of lengi í prófinu og um 30% (34/114 einstaklingum) voru of stutt í prófinu, sjá *töflu 12*. Án „hámarkspúlsi náð“ voru um 9% (7/80 einstaklingum) of lengi í prófinu og um 29% (23/80 einstaklingum) of stutt í prófinu, sjá *töflu 13*. Ánægjulegt er að sjá að vel yfir helmingur einstaklinganna er innan tímaramma prófsins en þó eru tæplega 40% sem eru ekki innan þessa tímaramma og eru því í raun ekki að hjóla á réttu álagi.

Ekki hafa enn verið rannsókuð gólf og rjáfuráhrif á úthaldsprófi sem hjólað er á stöðugu háu álagi (oftast 75 eða 80% af hámarki) en samkvæmt Puente-Maestu og félögum frá 2016 þá er verið að miða við að einstaklingar hjóli á bilinu 180-480 sekúndur (Puente-Maestu o.fl., 2016) og prófið sem framkvæmt er á Reykjalundi er stöðvað eftir fimmtán mínútur (van 't Hul o.fl., 2003). Þar sem gólfáhrif prófsins er ef einstaklingur hjólar undir 180 sekúndur. Þá eru 34 einstaklingar í þessari rannsókn sem lenda í þeim hópi, sjá í *töflu 12*. Aðeins einn einstaklingur náði hámarkstíma á innskriftarúthaldsprófi (hjólaði í fimmtán mínútur) en 35 á útskriftarprófinu eins og miðað var við á Reykjalundi þegar þessi rannsókn var gerð, sjá *töflu 9*. Mikilvægt er að geta brugðist við þessu og hafa staðlaðar leiðir til að bregðast við því ef einstaklingar ná ekki að hjóla innan þessa viðmiða. Puente-Maestu og félagar sýndu í rannsókn sinni að mögulegt væri að aðlaga WR um $\pm 5W$ og taka svo prófið aftur til að einstaklingurinn nái að vera innan viðmiðunargilda (Puente-Maestu o.fl., 2009). Það að um 30% einstaklinganna nái hámarkstíma á útskriftarprófinu gefur ákveðna hugmynd um að álagið sé ekki nóg. Þetta færir góð rök fyrir því að bregðast þurfi við með einhverjum hætti. Það ætti því að vera fýsilegur kostur að endurtaka prófið með því að hækka eða lækka um 5W ef einstaklingar ná ekki að hjóla á innan þessara tímamarka á innskriftarúthaldsprófinu. Það gæti gert það að verkum að færri einstaklingar nái hámarkstíma prófsins og því náist betur að sjá þeirra raunverulegu þolmörk og hver ástæðan er fyrir því að einstaklingurinn stöðvar prófið. Þetta er ástæðan fyrir hugmyndinni að efri mörkunum á þessu prófi (480 sekúndur) þ.e. að fólk hafi tækifæri á að bæta sig. Hve lengi æskilegt er að bíða á milli þess að prófað sé aftur hefur ekki verið rannsakað hingað til og er það efni í aðra rannsókn síðar.

Mælt er með að einstaklingur hjóli minna en tíu sekúndur undir viðmiðunarsnúningshraða (sjá kafla 1.6.2.) (Punkte-Maestu o.fl., 2016). Ekki hefur enn verið staðfestur nákvæmur tími sem einstaklingur má hjóla undir viðmiðunarsnúningshraða. Á Reykjalundi er notast við klíniska reynlu ef einstaklingur getur ekki hjólað á þessum viðmiðum og hann spurður hvort hann geti haldið áfram og haldið þessum viðmiðum. Þetta er frekar óljóst og fer eftir aðilanum sem er að prófa nákvæmlega hvenær hann stöðvar prófið. Það væri þó betra að hafa nákvæm viðmið til að fara eftir og er það efni í aðra rannsókn síðar meir. Því mikilvægt er að hafa prófin stöðluð og svipuð í framkvæmd (Punkte-Maestu o.fl., 2016).

Eins og Punkte-Maestu og félagar komust að árið 2016 er úthaldspróf sem framkvæmt er á hjóli við 75-80% álag af hámarki gott og nytsamlegt próf (Punkte-Maestu o.fl., 2016). Palange og félagar mæltu með því að þessi próf ættu að vera gullstaðall ef meta ætti hamlandi þætti þols hjá einstaklingum með lungna- og hjartasjúkdóma (Palange o.fl., 2007). Einnig eru próf sem framkvæmd eru á rannsóknarstofu næmari en göngupróf til að meta alvarleika og ástæðu þess að einstaklingur þolir illa að hreyfa sig sökum þess að í þeim eru mæld nákvæmar lífeðlisfræðilegar breytur á meðan prófið er framkvæmt (Punkte-Maestu o.fl., 2016). Það sem hinsvegar hindrar það að úthaldspróf eru meira notuð er að það er kostnaðarsamt þar sem hámarksþolpróf er nauðsynlegur undanfari úthaldsprófsins. Því er einfaldara og ódýrara að notast við próf eins og 6MGP en þá er ekki hægt að fá eins nákvæma bætingu á úthaldi eins og á úthaldsprófi.

Sýnt hefur verið fram á í tveimur rannsóknum að úthaldspróf sem meta hámarkstíma eru næmari í að meta áhrif meðferðar en t.d. lengd á 6MGP (Laviolette o.fl., 2008; Oga o.fl., 2000). Það ýtir enn frekar undir góða næmni þessa prófs. Áhugavert verður að sjá niðurstöður rannsóknarinnar sem þessi rannsókn er hluti af þar sem prófin sem meta árangur endurhæfingar einstaklinga með LLT verða borin saman og skoðað hvort eitthvert prófana sé næmara á árangur endurhæfingarinnar en hin.

5.2.1 Hámarkspúls sem stöðvunarástæða á úthaldsprófi

Frá því að byrjað var að nota úthaldspróf sem árangursmælingu á Reykjalundi hefur ein af stöðvunarástæðunum verið „hámarkspúlsi náð“ (sjá kafla 3.4.). Hvergi hefur verið mælt með því að hámarkspúls sem náð er í undangengnu hámarksþolprófi sé stöðvunarástæða eins og hefur verið gert á Reykjalundi af öryggisástæðum. Þessi stöðvunarástæða hefur verið hamlandi þáttur eins og sjá má í *töflu 9*.

Einstaklingarnir sem stöðvaðir voru vegna „hámarkspúlsi náð“ hjóluðu að meðaltali styttra á innskriftarúthaldsprófinu og bættu sig að meðaltali meira á úthaldsprófinu en þeir sem höfðu aðra stöðvunarástæðu, sjá *töflu 11*. Það sem gæti skýrt þennan mun er að líkur eru á því að þeir einstaklingar sem stöðvaðir voru vegna „hámarkspúlsi náð“ hafi verið stöðvaðir of snemma og þannig hafi ekki náðst að meta nógu vel þol þess einstaklinga við upphaf endurhæfingar. Samkvæmt Punkte-Maestu og félögum frá árinu 2015 þá mæla þeir með að miða við að einstaklingar hjóli í 180-480 sekúndur (Punkte-Maestu o.fl., 2016). Skoðað var hversu stórt hlutfall einstaklinga sem fóru í úthaldsprófið voru innan þessara marka, sjá *töflu 12*. Einnig var skoðað hvort hlutfallið breyttist eitthvað ef teknir voru út allir einstaklingar sem stöðvaðir voru vegna „hámarkspúlsi náð“, sjá í *töflu 13*. Ef allir einstaklingarnir eru

skoðaðir voru 62,3% (71/114 einstaklingum) einstaklinga innan þessa viðmiða en eftir að einstaklingar sem stöðvaðir voru vegna „hámarkspúlssi náð“ eru teknir út er 62,5% (50/80 einstaklingum) innan viðmiðanna. Þetta er ekki mikill munur ef einstaklingarnir eru fjarlægðir. Áhugavert hefði verið að sjá hve stórt hlutfall hefði verið innan viðmiðanna hefðu einstaklingarnir ekki verið stöðvaðir vegna þessarar ástæðu.

Áhrif heimatilbúnu stöðvunarástæðunnar „hámarkspúlssi náð“ hafa því verið allnokkur eins og sjá má. Einstaklingarnir sem stöðvaðir eru vegna þess eru þá líklega ekki að reyna fyllilega á sig og því náist ekki að meta nægilega vel þol þeirra einstaklinga, þar sem þeir eru að meðaltali að hjóla styttra en þeir sem stöðvuðu prófið af annari ástæðu sjá í *töflu 11*. Ef bornar eru saman *töflur 12 og 13* sést að af þessum 34 einstaklingum sem stöðvaðir voru vegna „hámarkspúlssi náð“ voru 11 sem voru að hjóla of stutt. Líklegt má telja að ef þeir hefðu ekki verið stöðvaðir vegna „hámarkspúlssi náð“ hefðu fleiri verið innan tímaramma prófsins.

Farið hefur verið í það að breyta stöðluninni á úthaldsprófinu og hefur verið tekin í notkun ný aðferðarlýsing við notkun prófsins þar sem hámarkspúlssi er ekki lengur takmarkandi þáttur. Þessi nýja aðferðarlýsing var tekin í notkun þegar niðurstöður þessarar rannsóknar lágu fyrir.

5.3 Andleg líðan

Margar rannsóknir hafa sýnt fram á að lungnaendurhæfing dragi úr andlegri vanlíðan. (Godoy, Teixeira, Becker Junior, Michelli og Godoy, 2009; Guell o.fl., 2006; Hill, Geist, Goldstein og Lacasse, 2008; Withers, Rudkin og White, 1999) Einnig er ein rannsókn sambærileg þessari sem framkvæmd var á Reykjalundi (Ingólfssdóttir, 2010) og sýndi hún fram á bætingu á andlegri líðan einstaklinga eftir sex vikna endurhæfingu á Reykjalundi. Þýði beggja rannsókna var eins þ.e. einstaklingar með LLT (GOLD 1-4). Einnig reynist svo vera í þessari rannsókn þar sem kvíði lækkaði úr 42% í 28% og þunglyndi fór úr 39,6% í 18,0%, sjá *töflu 7*. Þessar niðurstöður styðja enn frekar það að endurhæfingin á Reykjalundi skili sér í bættri andlegri líðan.

6 Ályktanir

Helstu niðurstöður þessarar rannsóknar eru þær að markviss endurhæfing í fjórar vikur eða meira skilar bættu þoli mælt með úthaldsprófi þar sem það er lengra við útskrift en innskrift. Eins skilar endurhæfingin bættri líkamsþyngd og andlegri líðan. Úthaldspróf er marktækt lengra við útskrift en við innskrift. Þættir eins og kyn, aldur, teppustig, hámarkspól á þolprófi, holdafar, kvíði, þunglyndi virðast ekki hafa áhrif á árangurinn af endurhæfingunni þar sem engin fylgni var á milli þeirra og batans á þolinu í úthaldsprófinu. Við innskrift var algengi rjáfuráhrifa um 8% og algengi gólfáhrifa um 30% miðað við núverandi leiðbeiningar úthaldsprófsins. Einstaklingar sem valdir voru í úthaldspróf sem árangursmælingu voru marktækt yngri, með hærri BMI, með minni teppu (FEV₁% af áætluðu), meiri kvíða og meiri þunglyndi heldur en þeir sem valdir voru í önnur próf sem árangursmælingu. Einnig standa þeir sig marktækt betur á hámarkspólprófi við innskrift heldur en þeir sem valdir voru í önnur próf sem árangursmælingu. Nauðsynlegt er að hafa prófið staðlað og fylgja leiðbeiningum sem út hafa verið gefnar fyrir úthaldsprófið. Í þessari afturskyggnu rannsókn komu í ljós að 38% innskriftarprófanna voru ekki innan tímarammans sem er í núverandi leiðbeiningum fyrir prófið. Úr þessu er hægt að bæta með því að laga álagið og endurtaka prófið ef einstaklingar eru ekki að hjóla innan tímaramma prófsins.

Þar sem engin íslensk rannsókn hefur notað úthaldspróf til að meta árangur endurhæfingar hjá einstaklingum með langvinna lungnateppu ætti þetta verkefni að bæta við þekkingu hvað varðar mat á árangri endurhæfingar.

Þessi meistararannsókn er hluti af stærri rannsókn sem er enn í vinnslu þar sem verið er að meta þrjú þolpróf (úthaldsprófið, hámarkspólpróf og 6MGP) og sjá hvort munur sé á næmni þeirra í að meta árangur endurhæfingar á milli mismunandi sjúklingahópa.

Heimildaskrá

- Agusti, A., Bel, E., Thomas, M., Vogelmeier, C., Brusselle, G., Holgate, S., . . . Pavord, I. D. (2016). Treatable traits: toward precision medicine of chronic airway diseases. *Eur Respir J*, 47(2), 410-419. doi:10.1183/13993003.01359-2015
- Andrianopoulos, V., Wagers, S. S., Groenen, M. T., Vanfleteren, L. E., Franssen, F. M., Smeenk, F. W., . . . Spruit, M. A. (2014). Characteristics and determinants of endurance cycle ergometry and six-minute walk distance in patients with COPD. *BMC Pulm Med*, 14, 97. doi:10.1186/1471-2466-14-97
- Anthonisen, N. R., Wright, E. C., Hodgkin, J. E., og IPPB Trial Group. (1986). Prognosis in chronic obstructive pulmonary disease. *American Review of Respiratory Disease*, 133(1), 14-20.
- ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. (2003). *Am J Respir Crit Care Med*, 167(2), 211-277. doi:10.1164/rccm.167.2.211
- Beeh, K. M., Watz, H., Puente-Maestu, L., de Teresa, L., Jarreta, D., Caracta, C., . . . Magnussen, H. (2014). Aclidinium improves exercise endurance, dyspnea, lung hyperinflation, and physical activity in patients with COPD: a randomized, placebo-controlled, crossover trial. *BMC Pulm Med*, 14, 209. doi:10.1186/1471-2466-14-209
- Benediktsdottir, B., Gudmundsson, G., Jorundsdottir, K. B., Vollmer, W. og Gislason, T. (2007). [Prevalence of COPD in Iceland--the BOLD study]. *Laeknabladid*, 93(6), 471-477.
- Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*, 14(5), 377-381.
- Casaburi, R., Patessio, A., Ioli, F., Zanaboni, S., Donner, C. F. og Wasserman, K. (1991). Reductions in exercise lactic acidosis and ventilation as a result of exercise training in patients with obstructive lung disease. *Am Rev Respir Dis*, 143(1), 9-18. doi:10.1164/ajrccm/143.1.9
- Cho, S. H., Lin, H. C., Ghoshal, A. G., Bin Abdul Muttalif, A. R., Thanaviratnanich, S., Bagga, S., . . . Wang de, Y. (2016). Respiratory disease in the Asia-Pacific region: Cough as a key symptom. *Allergy Asthma Proc*, 37(2), 131-140. doi:10.2500/aap.2016.37.3925
- Cooper, C. B., Celli, B. R., Jardim, J. R., Wise, R. A., Legg, D., Guo, J. og Kesten, S. (2013). Treadmill endurance during 2-year treatment with tiotropium in patients with COPD: a randomized trial. *Chest*, 144(2), 490-497. doi:10.1378/chest.12-2613
- De Smedt, D., Clays, E., Doyle, F., Kotseva, K., Prugger, C., Pajak, A., . . . De Bacquer, D. (2013). Validity and reliability of three commonly used quality of life measures in a large European population of coronary heart disease patients. *Int J Cardiol*, 167(5), 2294-2299. doi:10.1016/j.ijcard.2012.06.025
- Eiser, N., Willsher, D. og Dore, C. J. (2003). Reliability, repeatability and sensitivity to change of externally and self-paced walking tests in COPD patients. *Respir Med*, 97(4), 407-414.
- Elliott, M. W., Adams, L., Cockcroft, A., MacRae, K. D., Murphy, K. og Guz, A. (1991). The language of breathlessness. Use of verbal descriptors by patients with cardiopulmonary disease. *Am Rev Respir Dis*, 144(4), 826-832. doi:10.1164/ajrccm/144.4.826
- Fellingham, G. W., Roundy, E. S., Fisher, A. G. og Bryce, G. R. (1978). Caloric cost of walking and running. *Med Sci Sports*, 10(2), 132-136.
- Fletcher, C. (1960). Standardised questionnaire on respiratory symptoms: a statement prepared and approved by the MRC Committee on the Aetiology of Chronic Bronchitis (MRC breathlessness score). *Bmj*, 2, 1665.

Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, I. (2019). GLOBAL STRATEGY FOR THE DIAGNOSIS, MANAGEMENT, AND PREVENTION OF CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE 2019 REPORT.

- Godoy, R. F., Teixeira, P. J., Becker Junior, B., Michelli, M. og Godoy, D. V. (2009). Long-term repercussions of a pulmonary rehabilitation program on the indices of anxiety, depression, quality of life and physical performance in patients with COPD. *J Bras Pneumol*, 35(2), 129-136.
- Gudmundsson, G., Gislason, T., Janson, C., Lindberg, E., Suppli Ulrik, C., Brondum, E., . . . Bakke, P. (2006). Depression, anxiety and health status after hospitalisation for COPD: a multicentre study in the Nordic countries. *Respir Med*, 100(1), 87-93. doi:10.1016/j.rmed.2005.04.003
- Gudmundsson, G., Ulrik, C. S., Gislason, T., Lindberg, E., Brondum, E., Bakke, P. og Janson, C. (2012). Long-term survival in patients hospitalized for chronic obstructive pulmonary disease: a prospective observational study in the Nordic countries. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 7, 571-576. doi:10.2147/copd.S34466
- Guell, R., Resqueti, V., Sangenis, M., Morante, F., Martorell, B., Casan, P. og Guyatt, G. H. (2006). Impact of pulmonary rehabilitation on psychosocial morbidity in patients with severe COPD. *Chest*, 129(4), 899-904. doi:10.1378/chest.129.4.899
- Gunen, H., Tarraf, H., Nemati, A., Al Ghobain, M., Al Mutairi, S. og Aoun Bacha, Z. (2016). Waterpipe tobacco smoking. *Tuberk Toraks*, 64(1), 94-96.
- Hanania, N. A., Mullerova, H., Locantore, N. W., Vestbo, J., Watkins, M. L., Wouters, E. F., . . . Sharafkhaneh, A. (2011). Determinants of depression in the ECLIPSE chronic obstructive pulmonary disease cohort. *Am J Respir Crit Care Med*, 183(5), 604-611. doi:10.1164/rccm.201003-0472OC
- Hankinson, J. L., Odencrantz, J. R. og Fedan, K. B. (1999). Spirometric reference values from a sample of the general U.S. population. *Am J Respir Crit Care Med*, 159(1), 179-187. doi:10.1164/ajrccm.159.1.9712108
- Harris, P. A., Taylor, R., Thielke, R., Payne, J., Gonzalez, N. og Conde, J. G. (2009). Research electronic data capture (REDCap)—a metadata-driven methodology and workflow process for providing translational research informatics support. *Journal of biomedical informatics*, 42(2), 377-381.
- Hernandes, N. A., Wouters, E. F., Meijer, K., Annegarn, J., Pitta, F. og Spruit, M. A. (2011). Reproducibility of 6-minute walking test in patients with COPD. *Eur Respir J*, 38(2), 261-267. doi:10.1183/09031936.00142010
- Hill, K., Geist, R., Goldstein, R. S. og Lacasse, Y. (2008). Anxiety and depression in end-stage COPD. *Eur Respir J*, 31(3), 667-677. doi:10.1183/09031936.00125707
- Holland, A. E., Spruit, M. A., Troosters, T., Puhan, M. A., Pepin, V., Saey, D., . . . Singh, S. J. (2014). An official European Respiratory Society/American Thoracic Society technical standard: field walking tests in chronic respiratory disease. *Eur Respir J*, 44(6), 1428-1446. doi:10.1183/09031936.00150314
- Ingólfssdóttir, E. D. (2010). *Áhrif endurhæfingar á mæði hjá sjúklingum með langvinna lungnateppu*. Háskóli Íslands, Reykjavík. Sótt af <http://hdl.handle.net/1946/4625>
- Jones, P., Harding, G., Berry, P., Wiklund, I., Chen, W. og Leidy, N. K. (2009). Development and first validation of the COPD Assessment Test. *European Respiratory Journal*, 34(3), 648-654.
- Kessler, R., Partridge, M. R., Miravittles, M., Cazzola, M., Vogelmeier, C., Leynaud, D. og Ostinelli, J. (2011). Symptom variability in patients with severe COPD: a pan-European cross-sectional study. *Eur Respir J*, 37(2), 264-272. doi:10.1183/09031936.00051110

- Kristjansson, K., Porunn, G. og Jonasson, M. R. (2007). [Prevalence, diagnosis and treatment of depression and anxiety in patients in cardiac rehabilitation]. *Laeknabladid*, 93(12), 841-845.
- Landbo, C., Prescott, E., Lange, P., Vestbo, J. og Almdal, T. P. (1999). Prognostic value of nutritional status in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*, 160(6), 1856-1861. doi:10.1164/ajrccm.160.6.9902115
- Lavolette, L., Bourbeau, J., Bernard, S., Lacasse, Y., Pepin, V., Breton, M. J., . . . Maltais, F. (2008). Assessing the impact of pulmonary rehabilitation on functional status in COPD. *Thorax*, 63(2), 115-121. doi:10.1136/thx.2006.076844
- Lozano, R., Naghavi, M., Foreman, K., Lim, S., Shibuya, K., Aboyans, V., . . . Memish, Z. A. (2012). Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*, 380(9859), 2095-2128. doi:10.1016/s0140-6736(12)61728-0
- Main, E. og Denehy, L. (2016). *Cardiorespiratory Physiotherapy: Adults and Paediatrics*. (5. útgáfa). Elsevier.
- Maltais, F., LeBlanc, P., Simard, C., Jobin, J., Berube, C., Bruneau, J., . . . Belleau, R. (1996). Skeletal muscle adaptation to endurance training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*, 154(2 Pt 1), 442-447. doi:10.1164/ajrccm.154.2.8756820
- McCarthy, B., Casey, D., Devane, D., Murphy, K., Murphy, E. og Lacasse, Y. (2015). Pulmonary rehabilitation for chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*(2). doi:10.1002/14651858.CD003793.pub3
- Miller, M. R., Hankinson, J., Brusasco, V., Burgos, F., Casaburi, R., Coates, A., . . . Wanger, J. (2005). Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*, 26(2), 319-338. doi:10.1183/09031936.05.00034805
- Miravittles, M., Worth, H., Soler Cataluna, J. J., Price, D., De Benedetto, F., Roche, N., . . . Ribera, A. (2014). Observational study to characterise 24-hour COPD symptoms and their relationship with patient-reported outcomes: results from the ASSESS study. *Respir Res*, 15, 122. doi:10.1186/s12931-014-0122-1
- Neder, J. A., Jones, P. W., Nery, L. E. og Whipp, B. J. (2000). Determinants of the exercise endurance capacity in patients with chronic obstructive pulmonary disease. The power-duration relationship. *Am J Respir Crit Care Med*, 162(2 Pt 1), 497-504. doi:10.1164/ajrccm.162.2.9907122
- O'Donnell, D. E., Casaburi, R., Vincken, W., Puente-Maestu, L., Swales, J., Lawrence, D. og Kramer, B. (2011). Effect of indacaterol on exercise endurance and lung hyperinflation in COPD. *Respir Med*, 105(7), 1030-1036. doi:10.1016/j.rmed.2011.03.014
- O'Donnell, D. E., Travers, J., Webb, K. A., He, Z., Lam, Y. M., Hamilton, A., . . . Magnussen, H. (2009). Reliability of ventilatory parameters during cycle ergometry in multicentre trials in COPD. *Eur Respir J*, 34(4), 866-874. doi:10.1183/09031936.00168708
- Oga, T., Nishimura, K., Tsukino, M., Hajiro, T., Ikeda, A. og Izumi, T. (2000). The effects of oxitropium bromide on exercise performance in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. A comparison of three different exercise tests. *Am J Respir Crit Care Med*, 161(6), 1897-1901. doi:10.1164/ajrccm.161.6.9905045
- Organization, W. H. (e.d.). Body mass index - BMI. Sótt af <http://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/a-healthy-lifestyle/body-mass-index-bmi>
- Palange, P., Carlone, S., Forte, S., Galassetti, P. og Serra, P. (1994). Cardiopulmonary exercise testing in the evaluation of patients with ventilatory vs circulatory causes of reduced exercise tolerance. *Chest*, 105(4), 1122-1126. doi:10.1378/chest.105.4.1122

- Palange, P., Forte, S., Onorati, P., Manfredi, F., Serra, P. og Carlone, S. (2000). Ventilatory and metabolic adaptations to walking and cycling in patients with COPD. *J Appl Physiol (1985)*, 88(5), 1715-1720. doi:10.1152/jappl.2000.88.5.1715
- Palange, P., Ward, S. A., Carlsen, K. H., Casaburi, R., Gallagher, C. G., Gosselink, R., . . . Whipp, B. J. (2007). Recommendations on the use of exercise testing in clinical practice. *Eur Respir J*, 29(1), 185-209. doi:10.1183/09031936.00046906
- Petty, T. L. (2003). Definition, epidemiology, course, and prognosis of COPD. *Clin Cornerstone*, 5(1), 1-10.
- Porszasz, J., Emtner, M., Goto, S., Somfay, A., Whipp, B. J. og Casaburi, R. (2005). Exercise training decreases ventilatory requirements and exercise-induced hyperinflation at submaximal intensities in patients with COPD. *Chest*, 128(4), 2025-2034. doi:10.1378/chest.128.4.2025
- Poulain, M., Durand, F., Palomba, B., Ceugniet, F., Desplan, J., Varray, A. og Prefaut, C. (2003). 6-minute walk testing is more sensitive than maximal incremental cycle testing for detecting oxygen desaturation in patients with COPD. *Chest*, 123(5), 1401-1407. doi:10.1378/chest.123.5.1401
- Puente-Maestu, L., Abad, Y. M., Pedraza, F., Sanchez, G. og Stringer, W. W. (2006). A controlled trial of the effects of leg training on breathing pattern and dynamic hyperinflation in severe COPD. *Lung*, 184(3), 159-167. doi:10.1007/s00408-005-2576-x
- Puente-Maestu, L., Palange, P., Casaburi, R., Laveneziana, P., Maltais, F., Neder, J. A., . . . Ward, S. (2016). Use of exercise testing in the evaluation of interventional efficacy: an official ERS statement. *Eur Respir J*, 47(2), 429-460. doi:10.1183/13993003.00745-2015
- Puente-Maestu, L., SantaCruz, A., Vargas, T., Martinez-Abad, Y. og Whipp, B. J. (2003). Effects of training on the tolerance to high-intensity exercise in patients with severe COPD. *Respiration*, 70(4), 367-370. doi:10.1159/000072899
- Puente-Maestu, L., Sanz, M. L., Sanz, P., Cubillo, J. M., Mayol, J. og Casaburi, R. (2000). Comparison of effects of supervised versus self-monitored training programmes in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J*, 15(3), 517-525.
- Puente-Maestu, L., Tena, T., Trascasa, C., Perez-Parra, J., Godoy, R., Garcia, M. J. og Stringer, W. W. (2003). Training improves muscle oxidative capacity and oxygenation recovery kinetics in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur J Appl Physiol*, 88(6), 580-587. doi:10.1007/s00421-002-0743-9
- Puente-Maestu, L., Villar, F., de Miguel, J., Stringer, W. W., Sanz, P., Sanz, M. L., . . . Martinez-Abad, Y. (2009). Clinical relevance of constant power exercise duration changes in COPD. *Eur Respir J*, 34(2), 340-345. doi:10.1183/09031936.00078308
- Puhan, M. A., Chandra, D., Mosenifar, Z., Ries, A., Make, B., Hansel, N. N., . . . Sciruba, F. (2011). The minimal important difference of exercise tests in severe COPD. *Eur Respir J*, 37(4), 784-790. doi:10.1183/09031936.00063810
- Raad, D., Gaddam, S., Schunemann, H. J., Irani, J., Abou Jaoude, P., Honeine, R. og Akl, E. A. (2011). Effects of water-pipe smoking on lung function: a systematic review and meta-analysis. *Chest*, 139(4), 764-774. doi:10.1378/chest.10-0991
- Rabe, K. F., Hurd, S., Anzueto, A., Barnes, P. J., Buist, S. A., Calverley, P., . . . Zielinski, J. (2007). Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary. *Am J Respir Crit Care Med*, 176(6), 532-555. doi:10.1164/rccm.200703-456SO
- Reykjalundur. (e.d.). Endurhæfing. Sótt af <https://www.reykjalundur.is/fagfolk/endurhaefing/>

- She, J., Yang, P., Wang, Y., Qin, X., Fan, J., Wang, Y., . . . Bai, C. (2014). Chinese water-pipe smoking and the risk of COPD. *Chest*, *146*(4), 924-931. doi:10.1378/chest.13-1499
- Singh, S. J., Puhan, M. A., Andrianopoulos, V., Hernandez, N. A., Mitchell, K. E., Hill, C. J., . . . Holland, A. E. (2014). An official systematic review of the European Respiratory Society/American Thoracic Society: measurement properties of field walking tests in chronic respiratory disease. *Eur Respir J*, *44*(6), 1447-1478. doi:10.1183/09031936.00150414
- Singh, S. J., ZuWallack, R. L., Garvey, C. og Spruit, M. A. (2013). Learn from the past and create the future: the 2013 ATS/ERS statement on pulmonary rehabilitation. *Eur Respir J*, *42*(5), 1169-1174. doi:10.1183/09031936.00207912
- Soeters, P. og Dingemans, A. (1993). Prevalence and characteristics of nutritional depletion in patients with stable COPD eligible for pulmonary rehabilitation. *Am Rev Respir Dis*, *147*, 1151-1156.
- Spruit, M. A., Singh, S. J., Garvey, C., ZuWallack, R., Nici, L., Rochester, C., . . . Wouters, E. F. (2013). An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med*, *188*(8), e13-64. doi:10.1164/rccm.201309-1634ST
- Tan, W. C., Lo, C., Jong, A., Xing, L., Fitzgerald, M. J., Vollmer, W. M., . . . Sin, D. D. (2009). Marijuana and chronic obstructive lung disease: a population-based study. *Cmaj*, *180*(8), 814-820. doi:10.1503/cmaj.081040
- Thoroddsen, E. (2009). *Lifeðlisfræðileg áhrif líkamlegrar þjálfunar á sjúklinga með langvinna lungnateppu eða langvinna hjartabilun*. Háskóli Íslands, Reykjavík. Sótt af <http://hdl.handle.net/1946/4398>
- van 't Hul, A., Gosselink, R. og Kwakkel, G. (2003). Constant-load cycle endurance performance: test-retest reliability and validity in patients with COPD. *J Cardiopulm Rehabil*, *23*(2), 143-150.
- van der Vaart, H., Murgatroyd, S. R., Rossiter, H. B., Chen, C., Casaburi, R. og Porszasz, J. (2014). Selecting constant work rates for endurance testing in COPD: the role of the power-duration relationship. *Copd*, *11*(3), 267-276. doi:10.3109/15412555.2013.840572
- Vermeeren, M., Creutzberg, E., Schols, A., Postma, D., Pieters, W., Roldaan, A., . . . Group, C. S. (2006). Prevalence of nutritional depletion in a large out-patient population of patients with COPD. *Respiratory medicine*, *100*(8), 1349-1355.
- Vivodtzev, I., Gagnon, P., Pepin, V., Saey, D., Laviolette, L., Brouillard, C. og Maltais, F. (2011). Physiological correlates of endurance time variability during constant-workrate cycling exercise in patients with COPD. *PLoS One*, *6*(2), e17007. doi:10.1371/journal.pone.0017007
- von Haehling, S. og Anker, S. D. (2010). Cachexia as a major underestimated and unmet medical need: facts and numbers. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, *1*(1), 1-5. doi:10.1007/s13539-010-0002-6
- Wasserman K., H. J. E., Sue, D. Y., Stringer, W. W., Sietsema, K. E., Xing-Guo, S., og Whipp B. J.,. (2011). *Principles of Exercise Testing and Interpretation: Including Pathophysiology an Clinical Applications. (5.útgáfa)*. Philadelphia: Lippincott Williams og Wilkins.
- Whipp, B. J. og Ward, S. A. (2009). Quantifying intervention-related improvements in exercise tolerance. *Eur Respir J*, *33*(6), 1254-1260. doi:10.1183/09031936.00110108
- Withers, N. J., Rudkin, S. T. og White, R. J. (1999). Anxiety and depression in severe chronic obstructive pulmonary disease: the effects of pulmonary rehabilitation. *J Cardiopulm Rehabil*, *19*(6), 362-365.

Zigmond, A. S. og Snaith, R. P. (1983). The hospital anxiety and depression scale. *Acta Psychiatr Scand*, 67(6), 361-370.