

2014•2015
FACULTEIT GENEESKUNDE EN LEVENSWETENSCHAPPEN
*master in de revalidatiewetenschappen en de
kinesitherapie*

Masterproef

Verandering in wandelcapaciteit t.g.v. revalidatie correleert met
respiratoire adaptaties tijdens inspanning in patiënten met COPD.

Promotor :
Prof. dr. Dominique HANSEN

Daan Husson , Yarreth Rasera

*Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de revalidatiewetenschappen
en de kinesitherapie*

2014•2015
FACULTEIT GENEESKUNDE EN
LEVENSWETENSCHAPPEN
*master in de revalidatiewetenschappen en de
kinesitherapie*

Masterproef

Verandering in wandelcapaciteit t.g.v. revalidatie
correleert met respiratoire adaptaties tijdens
inspanning in patiënten met COPD.

Promotor :
Prof. dr. Dominique HANSEN

Daan Husson , Yarreth Rasera

*Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de revalidatiewetenschappen
en de kinesitherapie*

**Verandering in wandelcapaciteit t.g.v. revalidatie correleert met respiratoire adaptaties tijdens
inspanning in patiënten met COPD**

Geschreven onder de richtlijnen van 'Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention'

Link naar de auteursrichtlijnen: <http://edmgr.ovid.com/jcrp/accounts/ifaauth.htm>

Inhoud

Woord vooraf	I
Situering	III
1. Abstract.....	1
2. Inleiding	3
3. Methode	5
3.1. Proefpersonen	5
3.2. Design	6
3.3. Uitkomstparameters.....	6
3.4. Metingen.....	7
3.4.1. 6 minuten wandeltest.....	7
3.4.2. Ergospirometrie.....	7
3.4.3. Spirometrie	8
3.5. Interventie	9
3.6. Statistische analyse	13
4. Resultaten	15
4.1. Persoonskarakteristieken	15
4.2. Trainingsprogramma	15
4.3. Impact van revalidatie	15
4.3.1. 6 MWT	15
4.3.2. VO ₂ piek.....	15
4.3.3. CPET duur en belasting.....	15
4.3.4. Parameters tijdens CPET.....	19
4.4. Correlaties	19
5. Discussie.....	27
5.1. Algemene bevinding	27
5.2. Wandelcapaciteit en CPET vergeleken met voorgaande studies	27
5.3. Verklaring van correlaties	27
5.4. Klinische implicaties.....	29
5.5. Beperkingen van de studie	30
6. Conclusie	33
Referenties	35

Woord vooraf

Dit manuscript is het resultaat van een tweedelige masterproef onder supervisie van Universiteit Hasselt. Langs deze weg hadden we graag onze dank geuit aan de mensen die ons de voorbije twee jaren hebben gesteund en hebben bijgestaan met het goed tot stand brengen van deze thesis. Eerst en vooral willen we de promotor van de masterproef, Prof. Dr. Dominique Hansen, bedanken dat we zijn mogen instappen in zijn uitdagend doch interessant en boeiend verhaal. We zijn zeer dankbaar voor zijn buitengewone mentorschap en de professionele begeleiding en ondersteuning. Graag uiten we ook onze dankbaarheid aan het Revalidatie- en Gezondheidscentrum (ReGo) te Virga Jessa ziekenhuis Hasselt en de revaliderende participanten voor hun vertrouwen in het gebruik van de gegevens om dit onderzoek mogelijk te maken. Door hun databank was het mogelijk om een beter inzicht te krijgen over het fysiologische aspect achter de revalidatie. Op onze beurt hopen wij een steentje bij te dragen in de verdere revalidatie van COPD- patiënten. Last but not least willen we onze ouders en vrienden bedanken voor hun luisterend oor, motiverende eigenschappen en vooral de emotionele steun.

Zonder jullie support waren wij, H.D. en R.Y., niet de persoon die we tot heden geworden zijn en onze kennis niet wat het nu is. Dit samen heeft de hier onderstaande literatuur tot stand gebracht. Veel leesgenot.

Paal en Genk, 10 juni 2015

H.D. en R.Y.



Situering

In de opleiding 'Revalidatiewetenschappen en Kinesithherapie' bestaat de masterproef uit een literatuurstudie (1^{ste} master) en een onderzoek (2^{de} master). In de 1^{ste} master was er gekozen voor het onderwerp: " Het klinisch effect van trainingsmodaliteiten bij revalidatie van COPD op de oefentolerantie, gezondheidsgerelateerde levenskwaliteit en éénseconde waarde ". Omdat in de 2^{de} master het onderzoek hiervan niet haalbaar was in het ReGo (Revalidatie- en Gezondheidscentrum, Virga Jessa ziekenhuis te Hasselt) werd er gekozen om het onderzoeksprotocol (ter voorbereiding van de 2^{de} master) te richten op de insulinegevoeligheid bij COPD en de relatie tussen insulinegevoeligheid met oefentolerantie, VO₂-kinetiek, metabole flexibiliteit, longfunctie en lichaamssamenstelling. Helaas bleek dit onderzoek eveneens niet haalbaar. Het gekozen onderzoek situeert zich in de thematiek over de revalidatie van COPD- patiënten en het effect ervan op de wandelcapaciteit. Deze alleenstaande studie kadert binnen de inwendige revalidatie.

Dit onderzoek is van belang voor mensen die geïnteresseerd zijn en/of in aanraking komen met COPD, COPD- patiënten, kinesitherapeuten, revalidatieartsen en geneesheren. De wandelcapaciteit is een belangrijke factor in de prognose van zelfstandigheid, hospitalisatie, morbiditeit en mortaliteit in COPD. Deze studie geeft informatie of respiratoire en cardiovasculaire adaptaties gecorreleerd zijn met toegenomen wandelafstand d.m.v. kracht- en uithoudingstraining in COPD.

Deze studie is tot stand gekomen door de richtlijnen van 'Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention'. Prof. Dr. Hansen D. gaf een onderzoeksvoorstel die in overeenstemming gespecificeerd is door Husson D. en Rasera Y. De rekrutering van de deelnemers is gebeurd door het ReGo. De situering, data-acquisitie en methode had Husson D. voor zijn rekening genomen. Het voorwoord, abstract, inleiding, statistische analyse, resultaten en conclusie had Rasera Y. voor zijn rekening genomen. Door middel van samenwerking is de discussie tot stand gebracht.



1. Abstract

Achtergrond: Chronisch obstructieve pulmonaire aandoening (COPD) is een multisystemische ziekte met perifeer musculaire, cardiovasculaire en respiratoire dysfuncties. Fysieke revalidatie is een hoeksteen in de behandeling van COPD. Echter is niet gekend of verbetering in wandelcapaciteit t.g.v. revalidatie correleert met adaptaties van het respiratoire en cardiovasculaire stelsel tijdens inspanning in COPD.

Methode: COPD-patiënten (n=11) volgden 60 kracht- en uithoudingstrainingssessies. Er werd 3 keer/week getraind aan een intensiteit oplopend volgens subjectieve gewaarwording beginnend bij VT₁. De wandelcapaciteit werd gemeten a.d.h.v. de 6 minuten wandeltest (6MWT). Respiratoire en cardiovasculaire parameters ($VO_{2\text{piek}}$, $V'CO_{2\text{piek}}$, $V'O_{2\text{piek}}$, BF_{piek} , $V_{E\text{piek}}$, RER_{piek} , $EqCO_{2\text{piek}}$, $EqO_{2\text{piek}}$, $O_{2\text{piek}}/HR_{\text{piek}}$, $V_{t\text{expiek}}$, T_{totpiek} , T_{expiek} , T_{inpiek} , $V_{D\text{piek}}$, $PETCO_{2\text{piek}}$, $PETO_{2\text{piek}}$, $T_{\text{inpiek}}/T_{\text{totpiek}}$) werden gemeten tijdens een cardiopulmonale inspanningstest (CPET) bij aanvang en op einde van het programma. De wandelafstand werd gecorreleerd met bovenstaande parameters.

Resultaten: De wandelafstand (+88,9m; +28,4%), CPET_{duur} (+3,2min; +62,5%) en CPET_{belasting} (+8,2W; +18,8%) waren verbeterd ($p < 0,05$). Verandering in wandelafstand correleerde met verandering in CPET_{duur} ($r = +0,745$), $V'CO_{2\text{piek}}$ ($r = +0,648$), RER_{piek} ($r = +0,636$), $V_{t\text{expiek}}$ ($r = +0,709$) en $V_{t\text{inpiek}}$ ($r = +0,762$) ($p < 0,05$).

Discussie en conclusie: De toegenomen wandelafstand t.g.v. revalidatie correleerde met perifeer musculaire en respiratoire adaptaties tijdens inspanning in COPD-patiënten.

Doel van onderzoek: Het is al vastgesteld dat een revalidatieprogramma een positief effect heeft op wandelcapaciteit in COPD. Echter is het onbekend of dit gecorreleerd is aan perifeer musculaire, cardiovasculaire en respiratoire fysiologische adaptaties.

Operationalisering onderzoeksvraag: Hoe verklaar je de stijgende wandelcapaciteit t.g.v. revalidatie in COPD?

Belangrijkste keywords: COPD, physiological adaptations, endurance exercise, endurance training, resistance exercise, resistance training, walking capacity, CPET

2. Inleiding

Chronisch obstructieve pulmonaire aandoening (COPD) is gekenmerkt door aanhoudende luchtstroombeperkingen die progressief zijn en geassocieerd met fluctuerende chronische inflammatoire reacties in de luchtwegen en longen op schadelijke deeltjes of gassen (GOLD, 2011). COPD kent 2 subtypes: chronische bronchitis (luchtwegen) en emfyseem (longblaasjes). Chronische bronchitis diagnosticeert men wanneer er gedurende 3 maanden per jaar, 2 opeenvolgende jaren sputum wordt opgegeven. Bij emfyseem treedt er naast een abnormale dilatatie van de luchthoudende holten distaal van de respiratoire bronchiolen, ook een destructie van de interalveolaire septae op. Vaak wordt de patiënt gekenmerkt met een combinatie van de 2 subtypes. Deze 2 subtypes herkent men in de kliniek respectievelijk aan de volgende fenotypes: 'blue bloater' en 'pink puffer'. De blue bloater kenmerkt zich met cyanose, oedeem- ascites, chronisch obstructieve bronchitis, hoesten en sputum op de voorgrond en CO₂-retentie. In tegenstelling tot blue bloater heeft de pink puffer de volgende kenmerken: afwezigheid van cyanose, mager, longemfyseem, dyspneu ligt op de voorgrond en CO₂ is (laag)normaal. Voor de patiënt betekent dit dat hij dagelijks last heeft van symptomen, waarvan chronische en progressieve dyspneu, hoest, sputum productie en oefentolerantie de 4 meest voorkomende zijn (GOLD, 2008).

Op vlak van oefentolerantie betekent dit een vicieuze neerwaartse spiraal. Zo ligt de dagelijkse fysieke activiteitsduur en -intensiteit (DFA) in COPD- patiënten lager t.o.v. gezonde individuen (Vorrink, Kort, Troosters, & Lammers, 2011). COPD- patiënten zetten gemiddeld 6.251 stappen/dag (wat correspondeert met 68,5 min/dag en 3,9 km/dag), tegenover respectievelijk 9.854,1 st/dag, 105,2 min/dag en 6,4 km/dag bij gezonde personen (Amorim et al., 2014).

Uit onze literatuurstudie (Husson D. & Rasera Y. et al., 2014) is gebleken dat kracht-, uithouding- en combinatietraining een positief effect hebben op de werkbelasting en wandelcapaciteit. Echter heeft de keuze in selectie van trainingsmodaliteit impact op de klinische effectiviteit. Zo heeft het type oefening geen effect op de oefentolerantie (wandelcapaciteit en spierkracht). Intervaltraining resulteert in verbeterde wandelcapaciteit en werkbelasting, waarbij continu intense training enkel de werkbelasting verbetert. Hoog- intense training ($\geq 75\%$) zorgt voor vooruitgang van wandelcapaciteit, laag- intense training (40%) verbetert de maximale werkbelasting. De gewenste programmaduur is minstens 18 maanden. Spruit et al. (Spruit et al., 2013) schrijven volgende internationale richtlijnen voor revalidatie in COPD. Uithoudingstraining is de basis van de revalidatie (frequentie 3-5 keer/week, continu intensiteit $> 60\%$ werkbelasting_{max}, of Borg- score_{dyspneu/vermoeidheid} van 4-6 of Rating of Perceived Exertion (RPE) 12-14, sessieduur 20-60 minuten) voor het induceren van fysiologische adaptaties (oefentolerantie, musculair functioneren en bio-energetica). Continu- of intervaltraining in combinatie met krachttraining geeft sterkere uitkomsten voor oefencapaciteit en spierkracht, echter zijn de optimale richtlijnen voor krachttraining niet bepaald. Training geeft aanleiding tot een significante verbetering van de wandelcapaciteit in gezonde personen als COPD- patiënten. Zo verbetert de wandelafstand van 504 m naar 620 m in COPD- patiënten en 600 m naar 789 m in gezonde individuen (Rejbi et al., 2010).

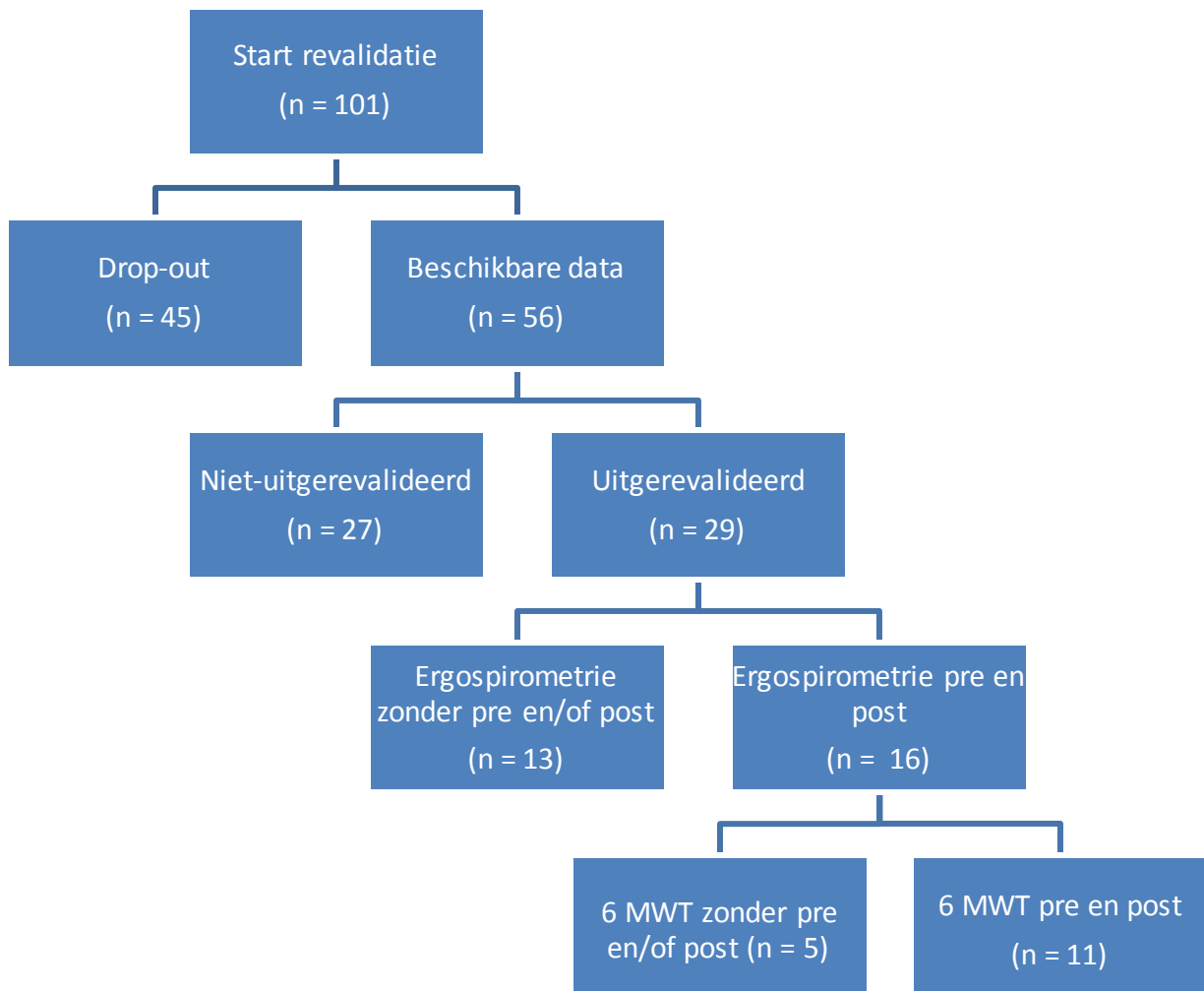
Voor zover de auteurs weten is niet duidelijk of de toegenomen wandelafstand correleert met perifeer musculaire, cardiovasculaire en respiratoire adaptaties (Gouzi et al., 2013; Klijn, van Keimpema, Legemaat, Gosselink, & van Stel, 2013; Vogiatzis & Zakyntinos, 2013).

Dit exploratief onderzoek gaat dieper in op de gevolgen van kracht- en uithoudingstraining op respiratoire, cardiovasculaire en perifeer musculaire adaptaties in correlatie met verandering van wandelcapaciteit t.g.v. revalidatie in COPD. De huidige hypothesen zijn onvolledig of niet beschreven. Dit dringt aan op verder onderzoek. Het doel van de thesis is om te observeren of er een correlatie is tussen verandering van wandelafstand met verandering van respiratoire, cardiovasculaire en perifeer musculaire parameters.

3. Methode

3.1. Proefpersonen

Deze observationele studie bestudeerde 101 patiënten met COPD die gehospitaliseerd waren in het Jessa ziekenhuis te Hasselt als resultaat van een exacerbatie of postoperatieve lobectomie. De inclusiecriteria hierbij waren als volgt: COPD met een éénseconde waarde/functioneel vitale capaciteit (FEV_1/FVC) < 60% (voor de classificatie van de Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) stadia wordt officieel (FEV_1/FVC) < 70% gebruikt in dit onderzoek includeren we pas onder 60%), gehospitaliseerde patiënten door een exacerbatie en patiënten die een postoperatieve lobectomie ondergingen. Alle patiënten hadden een informed consent ondertekend waarbij ze bereidwillig deelnamen aan de revalidatie en waarbij ze toestonden hun gegevens te gebruiken voor onderzoek. De proefpersonen kregen de mogelijkheid om 60 sessies te revalideren in het ReGO. Exclusiecriteria waren niet opgenomen in het onderzoek. Er was een grote drop-out ($n = 45$), dit door uiteenlopende redenen: rugproblemen, transportproblemen, breuk, operaties, ziekte, ernstige hypoxie, overlijden, palliatief, transplantatie, luchtweginfectie, vakantie en kanker. Ook was er dataverlies wegens geen pre en/of post ergospirometrie ($n = 13$) of 6 MWT ($n = 5$). Tevens waren er patiënten nog niet uitgerevalideerd waardoor we de data hiervan niet hebben kunnen gebruiken ($n = 27$). Uiteindelijk waren er 11 patiënten overgebleven waarvan de data volledig in orde was.



3.2. Design

Alle patiënten werden geëvalueerd op 2 verschillende momenten. Bij de start van de revalidatie en na 60 trainingssessies. Bij begin (eerste week) van de revalidatie werd er een spirometrie, een ergospirometrie, een 6 MWT afgenomen. Een spirometrie en ergospirometrie test werden na 60 sessies terug afgenomen met eveneens terug de 6 MWT. Alle groepen hadden een revalidatieprogramma dat bestond uit een combinatie van krachttraining, uithoudingstraining en ademhalingsoefeningen en dit voor 3 keer per week (zie punt 3.5 Interventie).

3.3. Uitkomstparameters

Primaire uitkomstmaten in deze studie waren de 6 MWT en de $VO_{2\text{ piek}}$.

Secundaire uitkomstmaten waren: leeftijd, geslacht, lengte, gewicht, body mass index (BMI), Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD stadia), rookstatus, medicatie gebruik. Parameters uit spirometrie: éénseconde waarde (FEV_1), FEV_1 %, totale longcapaciteit (TLC), TLC %, functionele vitale capaciteit (FVC), FVC %, diffusiecapaciteit/alveolaire ventilatie (Dl_{CO}/VA), Dl_{CO}/VA %. Parameters uit ergospirometrie: duur (min_{piek}), piek weerstand (W_{piek}), piek hartfrequentie (HF_{piek}), piek ventilatoire CO_2 -afgifte ($V'CO_{2\text{ piek}}$), piek ventilatoire zuurstofopname ($V'O_{2\text{ piek}}$), piek ademhalingsfrequentie (BF_{piek}), piek expiratoir volume ($V_{E\text{ piek}}$), piek gas uitwisselingsverhouding (RER_{piek}), piek equivalent van CO_2 -afgifte ($EqCO_{2\text{ piek}}$), piek equivalent van O_2 -opname ($EqO_{2\text{ piek}}$), piek zuurstofpols ($O_{2\text{ piek}}/HR_{\text{piek}}$), piek expiratoir teugvolume ($V_{\text{tex piek}}$), piek totale inspiratie-/expirateduur ($T_{\text{tot piek}}$), piek expirateduur ($T_{\text{ex piek}}$), piek inspirateduur ($T_{\text{in piek}}$), piek dode ruimte ($V_{D\text{ piek}}$), piek partiële druk van eind expiratie CO_2 ($PET_{CO_{2\text{ piek}}}$), piek partiële druk van eind expiratie O_2 ($PET_{O_{2\text{ piek}}}$), piek inspiratoire duur t.o.v. de totale ademhalingscyclus ($T_{\text{in piek}}/T_{\text{tot piek}}$).

3.4. Metingen

De metingen zijn uitgevoerd zowel in het ReGo als in het Virga Jessa ziekenhuis dienst pneumologie te Hasselt.

3.4.1.6 minuten wandeltest

De 6 MWT werd uitgevoerd in het ReGo onder leiding van een kinesitherapeut. Het was een standaard protocol. De test was binnen uitgevoerd op een lang, vlak en recht stuk met een harde ondergrond. De wandelafstand was 15 meter en om de 3 meter was een tape op de grond geplakt om de afstand aan te duiden. Een opwarming werd niet uitgevoerd omdat dit de testresultaten kan beïnvloeden. Voordat de test startte, moest de patiënt wel eerst 10 minuten op een stoel gaan zitten. Tijdens deze periode keek men naar contra-indicaties, mat men de hartfrequentie, bloeddruk, saturatie (quirumed oxym4000, Valencia, Spain) en zag men of de schoenen of kleren gepast waren. Net voor de test werd ook nog de borgschaal bevraagd om de algemene vermoeidheid te weten. Wanneer de patiënt begon met wandelen werd de timer gestart en werden de behaalde lengtes genoteerd. Met de patiënt werd niet gesproken net als er eveneens niet mee gewandeld werd. Om de minuut werd de patiënt aangemoedigd met dat hij/zij goed bezig is en het aantal resterende minuten. Verder mochten er geen aanmoedigingen gegeven worden. Tijdens de test mocht een extern hulpmiddel zoals een wandelstok gebruikt worden. Wanneer een patiënt niet meer kon, mocht er even gerust worden, als de persoon dit nodig achtte. De tijd bleef hierbij wel verder lopen. Als de test afgelopen was, werd de borgschaal eveneens bevraagd en werd de saturatie, bloeddruk en hartfrequentie gemeten. Bepaalde patiënten die zuurstof in het dagelijkse leven krijgen toegediend, mochten dit nu ook gebruiken ("ATS statement: guidelines for the six-minute walk test," 2002).

3.4.2. Ergospirometrie

De ergospirometrie testen werden gedaan in het ReGo en in het Jessa ziekenhuis dienst pneumologie te Hasselt. Deze test werd uitgevoerd op een fietsergometer (eBike basic, General electric GmbH, Bitz, Germany), software (LabManager V5.32.0, Jlab) . De inspanningstesten werden gedaan onder leiding van een pneumoloog/ kinesitherapeut waarbij deze testen wel steeds onder supervisie stonden van een arts. Dit was een maximale inspanningstest waarbij de patiënt tegen een progressief opbouwende weerstand gaat fietsen (afhankelijk van protocol). Een masker mat en registreerde hierbij de in- en uitgeademde lucht. Twaalf elektrodes op de borst gaven je informatie over het ECG. Ten eerste kreeg de testpersoon de elektrodes op het lichaam bevestigd en een mondmasker om de longwaarden te meten. Vervolgens werd er gevraagd aan de patiënt om heel diep in te ademen, gevolgd door zo snel mogelijk maximaal uit te ademen om de FEV₁ te meten. Bij de volgende procedures werd er aan de patiënt gevraagd heel snel in en uit te ademen om de maximaal vrijwillige ventilatie (MVV) te meten. Hierna rustte de persoon op de fiets voor 2 minuten.. Tijdens deze rustperiode werd er bepaald welk protocol de testpersoon moest volgen en werd ook de bloeddruk gemeten. Een saturatiemeter werd tevens aan het oor bevestigd (Jaeger SBx/CPX MS-CPX, Hoechberg, Germany). Zes verschillende protocollen werden gehanteerd die bestaan uit progressief oplopende startweerstand en progressief oplopende verhoging van de weerstand om de minuut. Bij

elk protocol werd er een trapfrequentie van 60 - 70 toeren per minuut (TPM) aangehouden. Een formule werd uitgerekend om te bepalen welk protocol er gevolgd moest worden. De formule die hiervoor gebruikt werd, was de volgende: $(6 \cdot \text{gewicht}) + 150 = \text{VO}_2 \text{ rust} \cdot [\text{lengte}(\text{cm}) - \text{leeftijd}] \times 14$ (voor de vrouwen), $\times 20$ (voor de mannen) = $\text{VO}_2 \text{ Piek}$. Daarna werd nog de $(\text{VO}_2 \text{ Piek} - \text{VO}_2 \text{ rust})$ gedeeld door 100. Het getal dat je hierbij uitkwam werd vergeleken met de wattage dat bij elk protocol gebruikt werd om elke minuut te verhogen. Tijdens de test werd goed het ECG in de gaten gehouden net als de andere parameters (HR_{piek} , $\text{VCO}_2 \text{ piek}$, $\text{VO}_2 \text{ piek}$, BF_{piek} , VE_{piek} , RER_{piek} , $\text{EqCO}_2 \text{ piek}$, $\text{EqO}_2 \text{ piek}$, $\text{O}_2 \text{ piek}/\text{HR}_{\text{piek}}$, $\text{V}_{\text{tex piek}}$, $\text{t}_{\text{tot piek}}$, $\text{t}_{\text{ex piek}}$, $\text{t}_{\text{in piek}}$, VD_{piek} , $\text{PETCO}_2 \text{ piek}$, $\text{PETO}_2 \text{ piek}$, $\text{t}_{\text{in piek}}/\text{t}_{\text{tot piek}} \%$). De test stopte wanneer de patiënt het wattage niet meer kon duwen en onder de 50 trapfrequentie zat of wanneer de patiënt de volgende absolute contra-indicaties vertoonde bestaande uit: matige tot zware borstpijn, een daling van de bloeddruk van > 10 mmHg desondanks een stijging van inspanningsgraad, neurologische symptomen (ataxie, duizeligheid,...), tekenen van slechte doorbloeding, de wil van de patiënt om onmiddellijk te stoppen, aangehouden ventriculaire tachycardie en ST elevatie/depressie (> 1 mm). De relatieve contra-indicaties bestonden uit: overmatige borstpijn, moeheid, kortademigheid, wheezing, krampen in de benen, claudicatio, hypertensie, hartritmestoornissen, bundeltak blok, intraventriculaire geleidingsstoornis dat niet kan onderscheiden worden van een ventriculaire tachycardie en ST of QRS veranderingen zoals een excessieve ST- segment depressie. Tijdens de testen was geen van deze problemen opgetreden.

3.4.3. Spirometrie

Spirometrie metingen werden uitgevoerd door het verpleegkundig personeel van het Jessa ziekenhuis te Hasselt. Het toestel (Jaeger Masterscreen-PFT, Hoechberg, Germany) moest voor elke sessie eerst en vooral gekalibreerd worden. Hierna werd de lengte, gewicht gemeten en de leeftijd bevestigd. Men zorgde ervoor dat de patiënt comfortabel in een stoel zat met armlenningen. Er werd een wegwerp mondstuk gebruikt met een antibacteriële filter en een neusknijper geplaatst. Het mondstuk moest goed in de mond genomen worden net voor de tanden waarbij er geen lucht meer mocht ontsnappen. Gemeten parameters zijn FEV_1 , $\text{FEV}_1\%$, TLC, TLC%, FVC, FVC%, Dlco/VA , $\text{Dlco}/\text{VA}\%$. De gerelaxeerde vitale capaciteit (VC) werd bekomen door aan de patiënt een volledige inspiratie te vragen gevolgd door een volledige expiratie zo ver en zo lang mogelijk op hun eigen tempo. Hiervan zouden 3 testen onderling niet meer dan 5% of 150 mls van elkaar mogen verschillen. Aanmoediging werd sterk aanbevolen. Hierna werden 3 testen uitgevoerd voor de geforceerd vitale capaciteit (FVC), FEV_1 door maximaal in te ademen gevolgd door maximaal uit te ademen zo snel en zo lang mogelijk. Waarvan 2 testen onderling binnen de 5% of 150 mls moesten zijn. Een maximum van 8 pogingen werd toegelaten. Bij het laatste manoeuvre werd maximaal ingeademd om hierna 10 seconden de lucht op te houden gevolgd door maximaal uitademen om de alveolaire diffusiecapaciteit te meten. Om de accuraatheid van de test te vergroten werd ook steeds aangeraden de laatste 24 uur niet meer te roken, geen luchtwegverwijderaars in te nemen, geen alcohol in te nemen 4 uur voor de test, geen zware inspanning te leveren < 30 minuten voor de test en tot slot geen kledij dragen die de ademhaling kon beperken (Midden-Brabant, 2013; PCRS-UK, 2010).

3.5. Interventie

De geïnccludeerde patiënten die het revalidatieprogramma startten trinden 3 keer per week waarbij de interventie bestond uit ademhalingsoefeningen, kracht- en uithoudingstraining.

Krachttraining bestond uit een reeks van toestellen die werken op luchtdruk. De weerstand hiervan is instelbaar van - 2 tot + 2 waardoor er 5 verschillende weerstanden zijn. Elke oefening werd 1 minuut gedaan en werd 1, 2 of 3 keer herhaald afhankelijk van de vermoeidheid van de persoon. De weerstand werd ook zelf door de patiënt bepaald die een minuut volgehouden kon worden. De krachtoefeningen bestonden uit een oefening voor de borstspieren, schouderspieren, een squat oefening voor de beenspieren/bilspieren, buikspieren en een oefening met op- en afstappen op een step met gewichtjes in de handen voor de beenspieren/bilspieren en armspieren.

De uithoudingstraining bestond uit fietsen, wandelen op de loopband en armfietsen. De duur van de oefeningen was afhankelijk van het individueel uithoudingsvermogen van de patiënt. De meeste patiënten trinden 10 - 15 minuten op de fiets, 10 - 15 minuten op loopband en 10 minuten op armfiets met een individueel bepaalde weerstand in wattage (berekend door de pneumoloog) die overeenstemt met de eerste ventilatoire drempel (VT_1) of aerobe drempel. Progressief in het revalidatieprogramma werd dan deze tijd/weerstand verhoogd, zolang de patiënt dit kon volhouden.

Tot slot werden er ook steeds ademhalingsoefeningen gedaan om de expectoratie te bevorderen. De ademhalingsoefeningen bestonden uit borstademhaling, buikademhaling en flankademhaling en dit gecombineerd met huffen en autogene drainage. Via de neus werd steeds ingeademd en via de mond werd steeds uitgeademd.

Tabel 1: Gemiddelde trainingswaarden

	<u>Start</u>	<u>Einde</u>
Fietsintensiteit (W)	23,2	36,5
Fietsduur (min)	13,6	16,4
Loopbandsnelheid (km/u)	2,25	3,75
Kracht (borst)	- 1,36	+ 0,82
Kracht (squat)	- 1,36	+ 0,82
Kracht (buik)	- 1,36	+ 0,82

Tabel 2: Individuele trainingswaarden pre (sessie 1)

ID	Uithoudingstraining			Krachttraining					
	Fiets		Loopband	Handfiets	Borst	Schouder	Squat	Buik	Step
	Intensiteit (W)	Duur (min)	Snelheid (km/u)/helling	Intensiteit (W)					
1	15	10	2,5/0	/	-2	-2	-2	-2	OK
2	15	15	1,5/0	/	-2	-2	-2	-2	OK
3	15	10	2/0	15	-2	-2	-2	-2	OK
4	25	15	3/0	25	0	0	0	-2	OK
5	15	10	2/0	15	-2	-2	-2	-2	OK
6	15	10	2/0	/	-2	-2	-2	-2	OK
7	25	15	1,5/0	/	-2	-2	-2	-2	OK
8	40	30	/	/	-2	-2	-2	-2	OK
9	15	10	2/0	/	+2	+2	+2	-2	OK
10	45	15	3/0	/	-2	-2	-2	-2	OK
11	30	10	3/0	/	-1	-1	-1	-1	OK
Gemiddelde	23,2 W	13,6 min	2,25 km/u	/	-1,36	-1,36	-1,36	-1,9	OK

Tabel 3: Individuele trainingswaarden post (sessie 60)

ID	Uithoudingstraining			Krachttraining					
	Fiets		Loopband	Handfiets	Borst	Schouder	Squat	Buik	Step
	Intensiteit (W)	Duur (min)	Snelheid (km/u)/helling	Intensiteit (W)					
1	30	10	3,5/0	/	+2	+2	+2	0	OK
2	30	15	3,5/0	/	+2	+2	0	0	OK
3	25	10	3/1	/	+2	+2	+2	0	OK
4	/	15	4,5/4	40W	+2	+2	+2	+2	OK
5	40	20	4/0	/	-1	-1	-1	-1	OK
6	25	15	3/0	/	-1	-1	-1	-1	OK
7	25	20	2,5/0	/	-2	-2	-2	-2	OK
8	40	30	/	/	+1	+1	0	0	OK
9	30	20	4/0	/	0	0	-2	-2	OK
10	70	15	5/2	/	+2	+2	+2	+2	OK
11	50	10	4,5/1,5	/	+2	+2	+2	+2	OK
Gemiddelde	36,5 W	16,4 min	3,75 km/u	/	+0,82	+0,82	+0,36	0	OK

3.6. Statistische analyse

De data werd weergegeven als gemiddelde \pm SD. De Shapiro- Wilk test werd gebruikt voor analyse van de normaliteitsdistributie. De aanname van normaliteit van de patiënten werden beoordeeld door een Q-Q boxplot. De data waren niet normaal verdeeld. De Wilcoxon signed rank testen werden toegepast om veranderingen van primaire en secundaire uitkomsten tijdens revalidatie te onderzoeken. Om correlaties te onderzoeken werd er gebruik gemaakt van Spearman testen. De data werd geanalyseerd door gebruik van IBM SPSS statistics 22.0 versie. Veranderingen of verbanden waren statistisch significant bij $p < 0,05$ (2-zijdig).

4. Resultaten

4.1. Persoonskarakteristieken

Data van 11 COPD- patiënten met GOLD- fase II (n = 1), -fase III (n = 5) en -fase IV (n = 4) waren beschikbaar. De GOLD- fase van één patiënt was onbekend wegens ontbrekende data. Gemiddelde leeftijd, lichaamsgewicht, BMI en % FEV₁ bedroegen respectievelijk 65,2±7,5 jaar, 61,2±16,5 kg, 21,7±4,2 kg/m² en 29,1±6,1%. Drie patiënten waren nog actieve rokers. Zie tabel 4 voor een overzicht van deze data.

4.2. Trainingsprogramma

De patiënten trainden 3 keer/week een half uur per sessie. De intensiteit was gelijk aan hun eerste ventilatoire drempel (VT₁), ofwel aerobe drempel, oplopend volgens subjectieve gewaarwording. Het revalidatieprogramma bestond zowel uit continu uithoudingstraining als krachttraining (zie 3.5 Interventie).

4.3. Impact van revalidatie

4.3.1.6 MWT

Bij aanvang van revalidatie bedroeg de wandelafstand 313±112 m. Op het einde van de interventie bedroeg dit 402±96 m. Dit is een significante verandering van + 88,9±105,0 m of + 28,4% (p = 0,021) (fig 1).

4.3.2. VO₂ piek

Bij aanvang van revalidatie bedroeg de absolute V'O₂ piek 784±240 ml/min. Op het einde van de interventie bedroeg dit 824±331 ml/min. Dit is een verandering van + 39,8±133,3 ml/min of + 5,1% (p = 0,508) (fig 2).

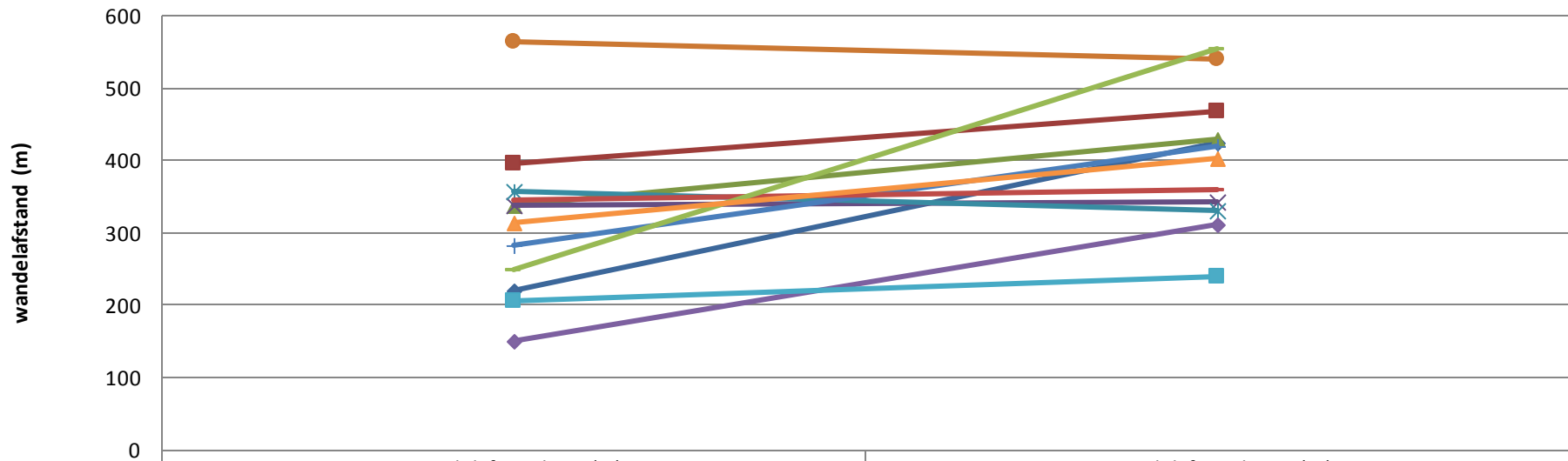
4.3.3. CPET duur en belasting

Bij aanvang van revalidatie bedroeg de inspanningstest duur 5±2 min. Op het einde van de interventie bedroeg dit 8±2 min. Dit is een significante verandering van + 3,2±2,1 min of + 62,5% (p = 0,005) (fig3). Bij aanvang van revalidatie bedroeg de inspanningstest belasting 44±19 W_{piek}. Op het einde van de interventie bedroeg dit 54±23 W_{piek}. Dit is een significante verandering van + 8,2±8,5 W of + 18,8% (p = 0,021) (fig 4).

Tabel 4: Persoonskarakteristieken

ID	GOLD- stadia	Leeftijd (jaar)	Geslacht	Lichaamslengte (cm)	Lichaamsgewicht (kg)	BMI (kg/m ²)	Roker	Tiffeneau- index (FEV1/FVC) (%)	FEV1 (%)
1	IV	55	Vrouw	160	41,1	16	Actief	0,28	22,0
2	III	62	Man	177	70,4	23	Non actief	0,43	36,2
3	III	53	Man	181	92,4	28	Non actief	0,35	31,0
4	IV	68	Man	161	70,0	27	Non actief	0,27	24,0
5	III	66	Vrouw	155	39,5	16	Non actief	0,42	28,8
6	III	65	Man	174	77,1	25	Actief	0,43	42,0
7	IV	62	Vrouw	150	48,4	21	Non actief	0,29	26,7
8	/	81	Vrouw	169	70,2	25	Actief	/	/
9	IV	70	Man	180	62,0	19	Non actief	0,25	24,2
10	II	66	Vrouw	159	49,1	19	Non actief	0,56	30,0
11	III	69	Vrouw	163	53,3	20	Non actief	0,31	26,0
Gemiddeld	Fase- II: 1 Fase- III: 5 Fase- IV: 4	65,2±7,5 jaar	♀: 55,5 % ♂: 44,5 %	166,3±10,5 cm	61,2±16,5 kg	21,7±4,2 kg/m²	Actief: 27,3 %	0,36±0,1 %	29,1±6,1 %

Fig 1: Verandering in wandelafstand



	Wandelafstand pre (m)	Wandelafstand post (m)
◆ ID 1	219	424
■ ID 2	396	467
▲ ID 3	337	429
✕ ID 4	337	344
✱ ID 5	357	330
● ID 6	565	540
+ ID 7	282	420
— ID 8	345	360
— ID 9	249	555
◆ ID 10	150	312
■ ID 11	206	240
▲ ID gemid	313	401,9

Fig 2: Verandering in $\dot{V}O_2$ piek

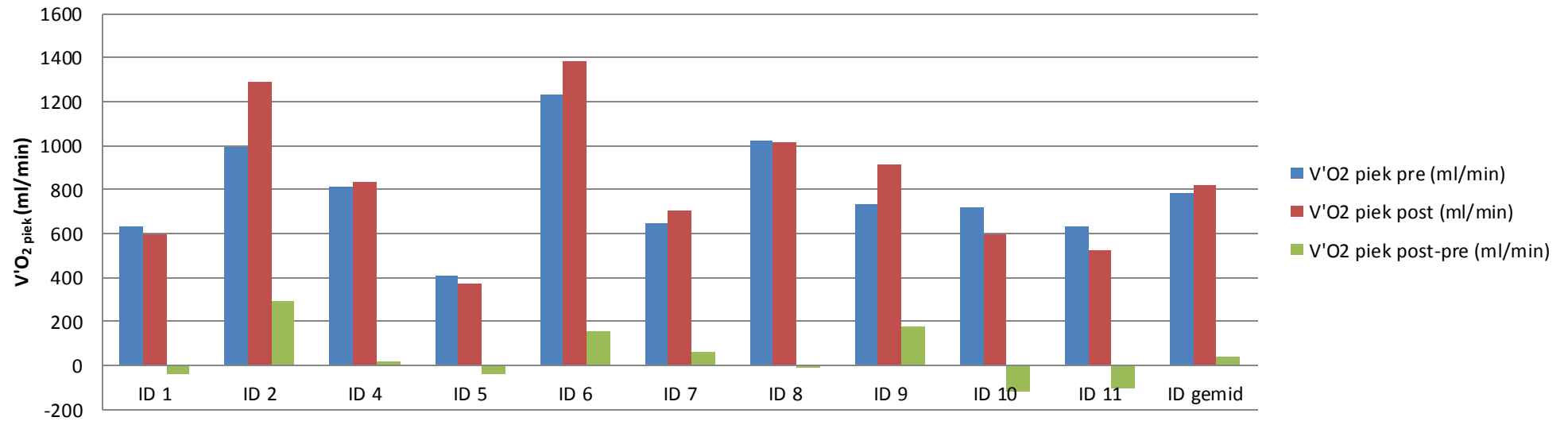


Fig 3: Verandering in CPET_{duur}

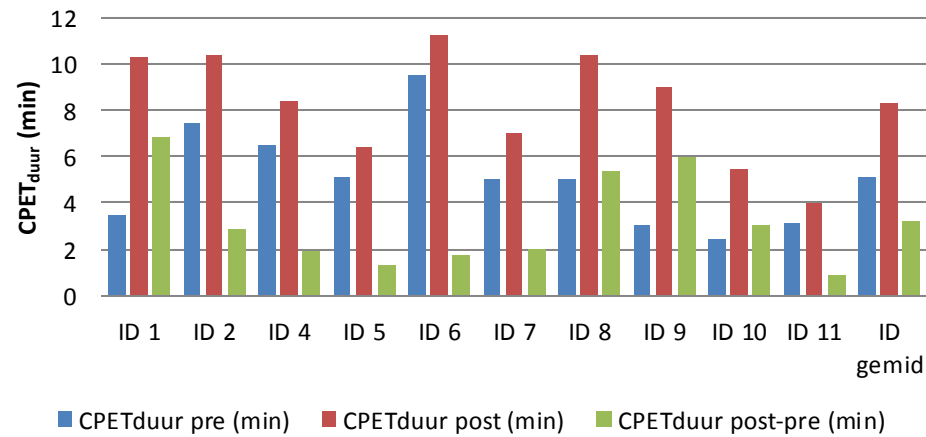
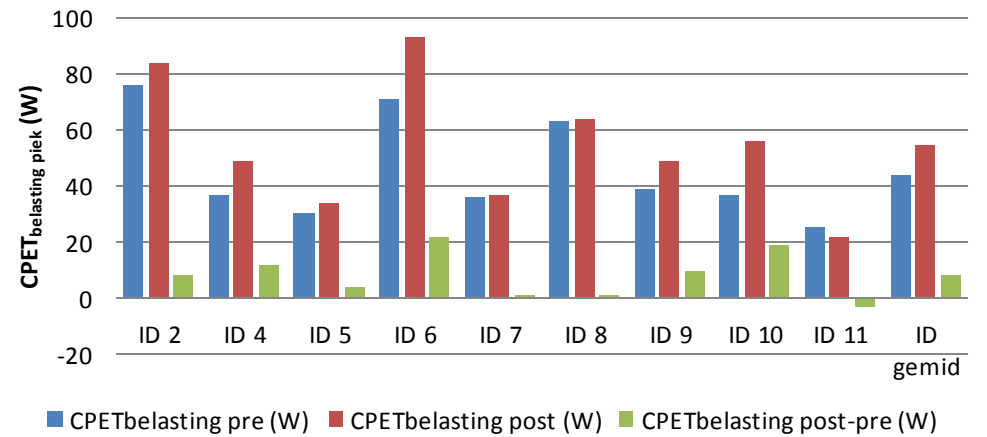


Fig 4: Verandering in CPET_{belasting piek}



4.3.4. Parameters tijdens CPET

Bij aanvang van revalidatie bedroeg de HF_{piek} 112 ± 17 sl/min. Op het einde van de interventie bedroeg dit 129 ± 25 sl/min. Dit is een verandering van $+ 16,7 \pm 36$ sl/min of $+ 14,9\%$ ($p = 0,074$). Bij aanvang van de revalidatie bedroeg de $V'CO_{2 \text{ piek}}$ 782 ± 321 ml/min. Op het einde van de interventie bedroeg dit 856 ± 347 ml/min. Dit is een verandering van $+ 74,1$ ml/min of $+ 9,5\%$ ($p = 0,074$). Alle andere parameters waren niet veranderd. Zie tabel 5 voor een overzicht van de volledige data.

4.4. Correlaties

Er werd een correlatie gevonden tussen verandering van wandelafstand met verandering van $CPET_{\text{duur}}$ ($r = 0,745$; $p = 0,013$) (fig 5). Er werd een correlatie gevonden tussen verandering van wandelafstand met verandering van $V'CO_{2 \text{ piek}}$ ($r = 0,648$; $p = 0,043$) (fig 6). Er werd een correlatie gevonden tussen verandering van wandelafstand met verandering van RER_{piek} ($r = 0,636$; $p = 0,048$) (fig 7). Er werd een correlatie gevonden tussen verandering wandelafstand met verandering van $V_{\text{tex piek}}$ ($r = 0,709$; $p = 0,022$) (fig 8). Er werd een correlatie gevonden tussen verandering van wandelafstand met verandering van $V_{\text{tin piek}}$ ($r = 0,762$; $p = 0,028$) (fig 9). Met de overige parameters vertoonde verandering van wandelafstand geen correlatie. Zie tabel 6 voor een overzicht van de correlaties met de wandelafstand.

Tabel 5: Piek parameters tijdens CPET

	Pretraining	SD	Posttraining	SD	Delta	%	p- waarde
HF (sl/min)	112,2	16,9	128,9	24,8	16,7	14,9	0,074
V'CO ₂ (ml/min)	781,8	321,1	855,9	347,3	74,1	9,5	0,074
V'O ₂ (ml/min)	783,8	239,7	823,6	330,9	39,8	5,1	0,508
BF (sl/min)	30,6	5,9	30,0	7,0	- 0,6	- 2,0	0,592
V _E (l/min)	30,0	10,7	32,3	14,1	2,3	7,7	0,182
RER	1,0	0,1	1,0	0,2	0	0,0	0,507
EqCO ₂	36,7	5,1	35,0	3,9	- 1,7	- 4,6	0,286
EqO ₂	38,9	12,4	39,5	12,9	0,6	1,5	0,929
V'O ₂ /KG (ml/min/kg)	12,9	2,1	13,0	2,9	0,1	0,8	0,824
O ₂ /HF (ml)	7,0	2,7	6,3	2,3	- 0,7	- 10,0	0,593
V _{t_{ex}} (l)	1,0	0,3	1,2	0,5	0,2	20,0	0,333
V _{t_{in}} (l)	1,0	0,4	1,2	0,5	0,2	20,0	0,161
T _{tot} (sec)	2,0	0,5	2,2	0,6	0,2	10,0	0,674
T _{ex} (sec)	1,3	0,4	1,4	0,5	0,1	7,7	0,889
T _{in} (sec)	0,7	0,1	0,8	0,2	0,8	14,3	0,441
T _{in} /T _{tot} (%)	36,5	4,2	37,3	4,6	34,6	2,2	0,396
V _D (ml)	276,0	115,0	310,6	137,2	0,6	12,5	0,401
PET _{CO₂} (mmHg)	35,5	5,8	36,1	6,3	0,6	1,7	0,889
PET _{O₂} (mmHg)	152,0	121,1	113,9	11,2	- 38,1	- 25,1	0,263
VDc (ml)	275,3	145,6	319,4	131,2	44,1	16,0	0,833

Fig 5: Correlatie verandering in wandelafstand met verandering in CPET_{duur}

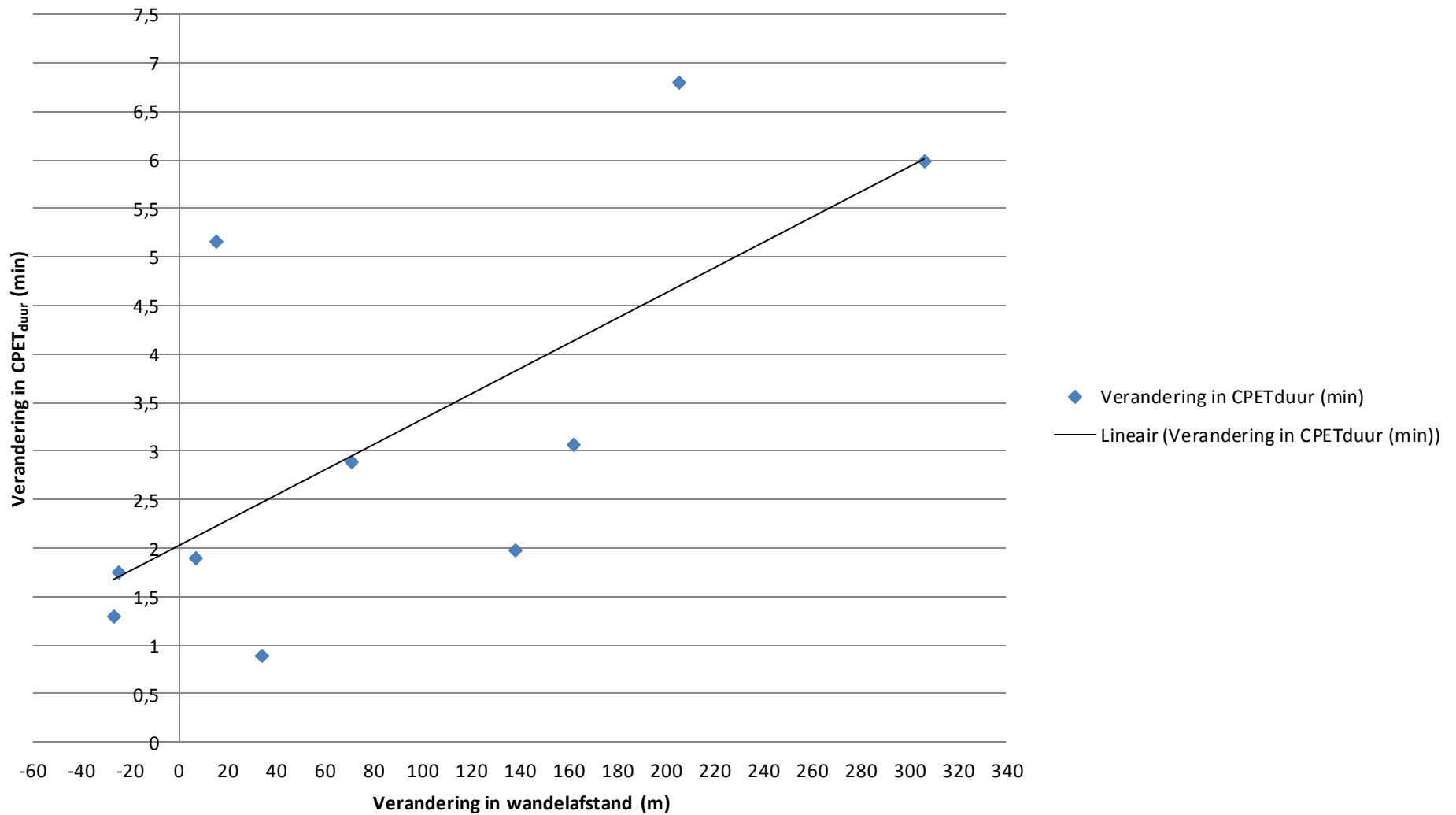


Fig 6: Correlatie verandering in wandelafstand met verandering in $V'CO_2$ piek

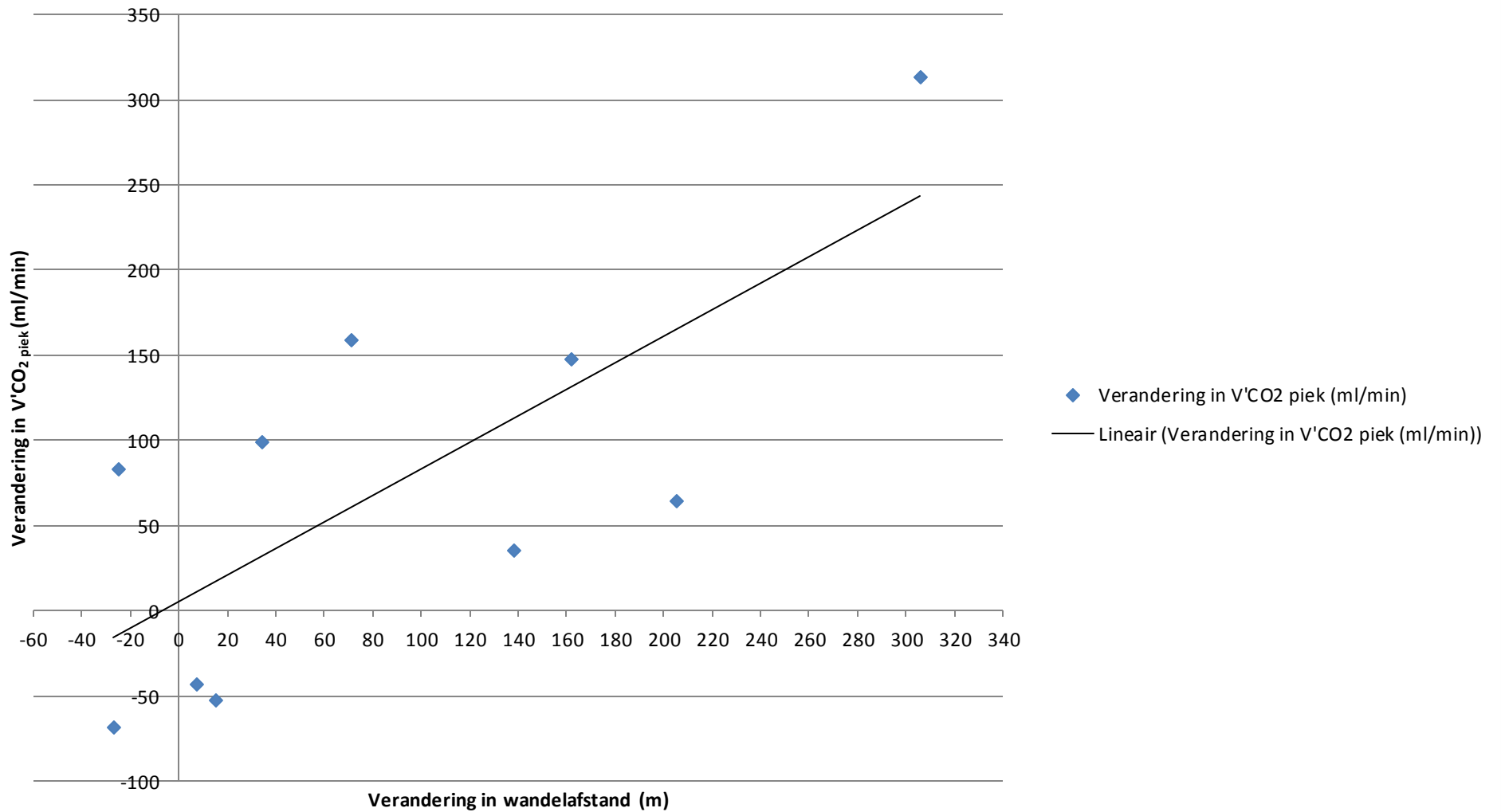


Fig 7: Correlatie verandering in wandelafstand met verandering in RER_{piek}

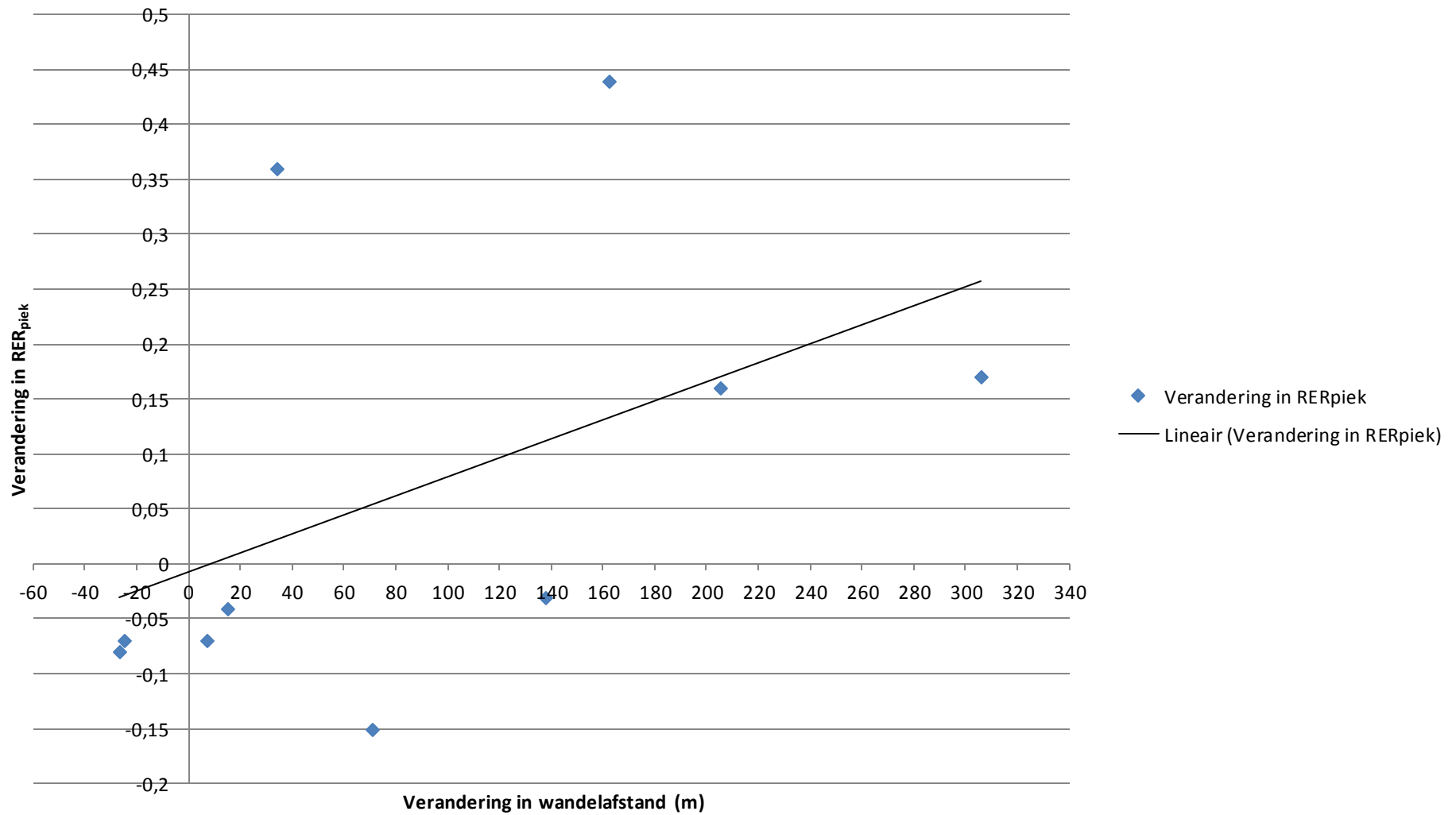


Fig 8: Correlatie verandering in wandelafstand met verandering in $V_{\text{tex piek}}$

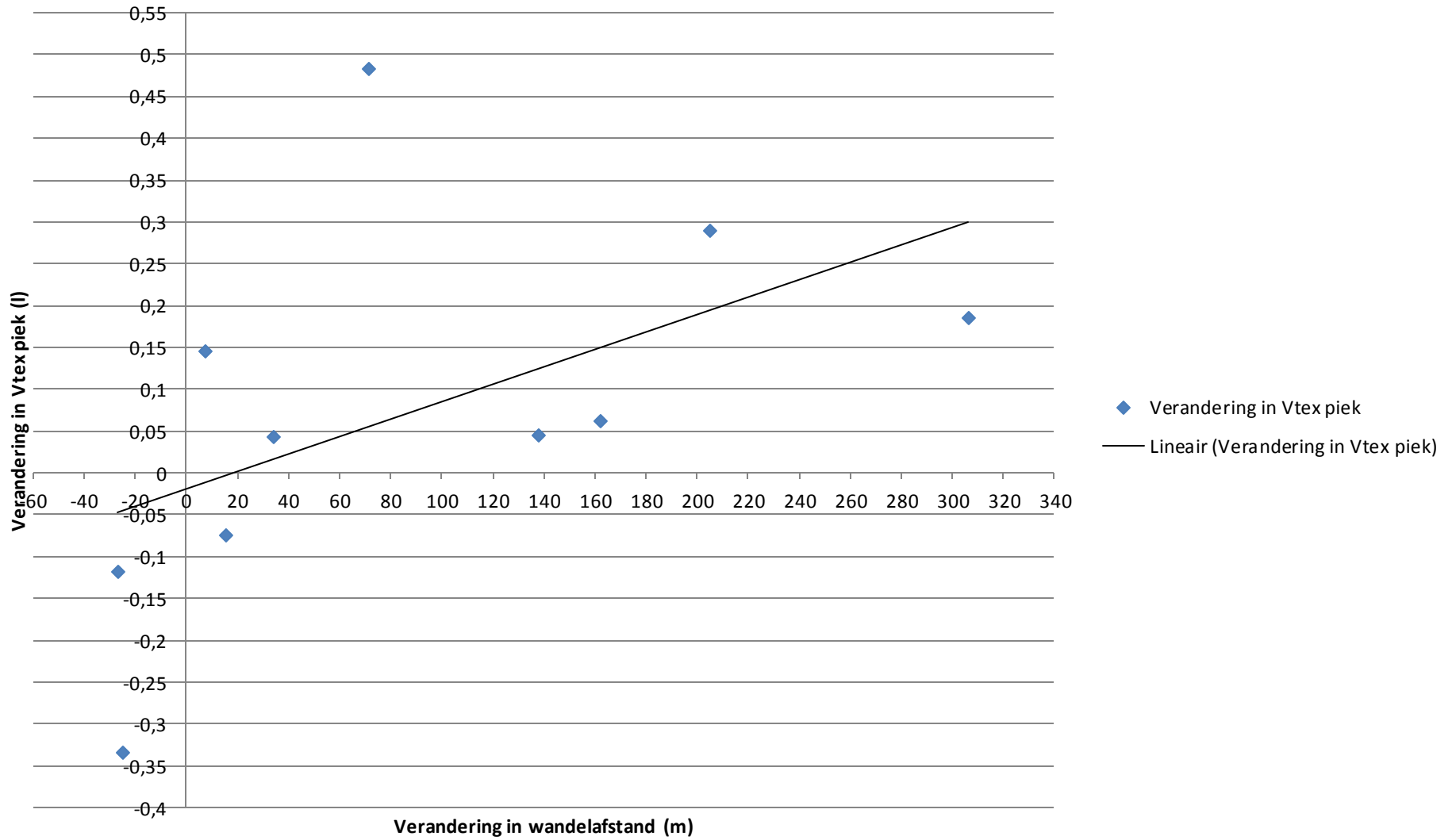
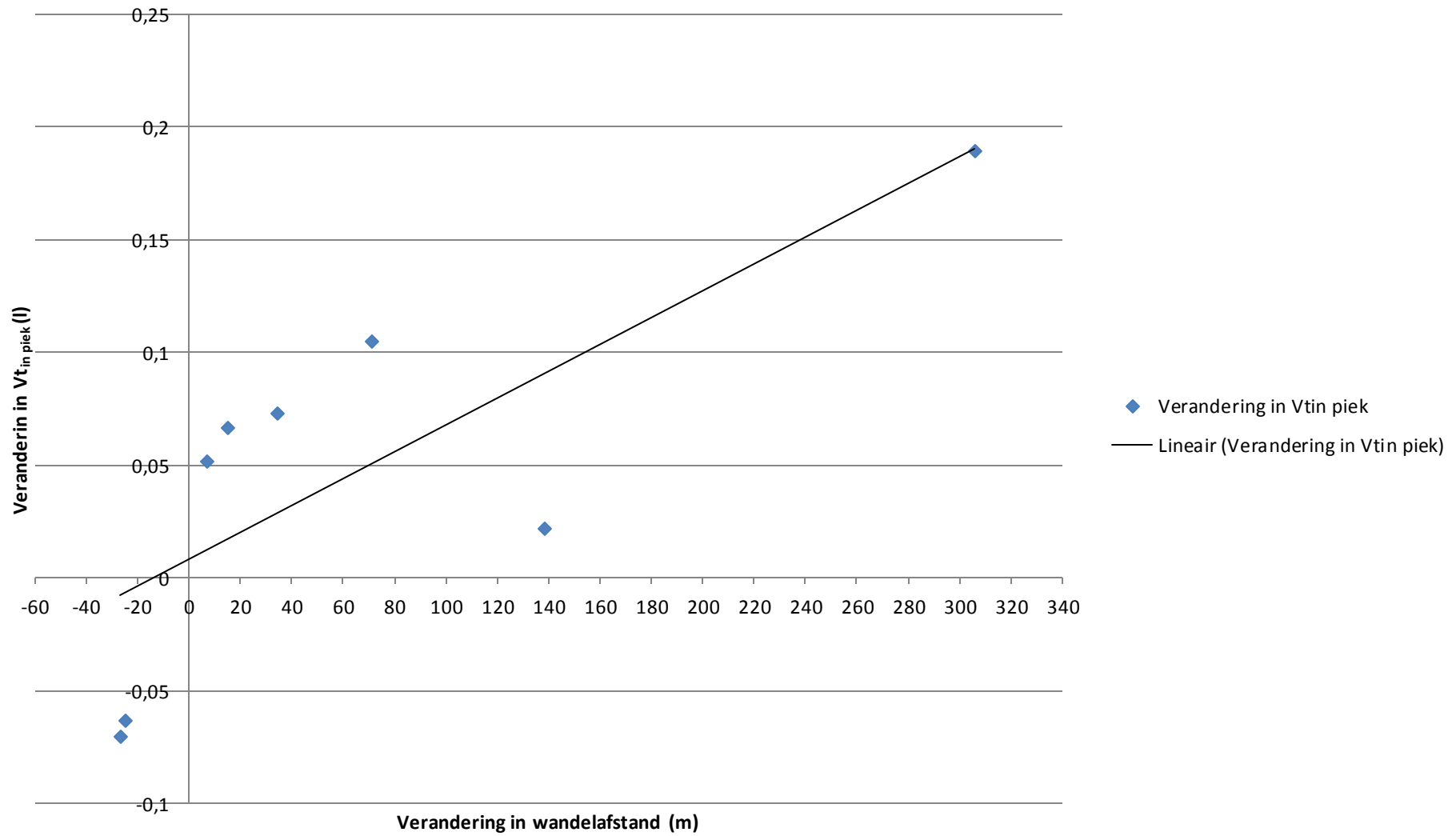


Fig 9: Correlatie verandering in wandelafstand met verandering in $V_{t_{in\ piek}}$



Tabel 6: Correlaties tussen verandering in wandelafstand met verandering in CPET_{piek}

	Wandelafstand	
	r- waarde	p- waarde
CPET _{duur} (min)	+ 0,745*	0,013
CPET _{belasting} (W)	- 0,025	0,949
HF (sl/min)	+ 0,037	0,920
VCO ₂ (ml/min)	+ 0,648*	0,043
VO ₂ (ml/min)	- 0,006	0,987
BF (sl/min)	- 0,12	0,973
V _E (l/min)	+ 0,409	0,241
RER	+ 0,636*	0,048
EqCO ₂	- 0,064	0,853
EqO ₂	+ 0,469	0,145
VO ₂ /KG (ml/min/kg)	+ 0,055	0,873
O ₂ /HF (ml)	- 0,087	0,800
V _{t_{ex}} (l)	+ 0,709*	0,022
V _{t_{in}} (l)	+ 0,762*	0,028
T _{tot} (sec)	- 0,238	0,570
T _{ex} (sec)	- 0,167	0,693
T _{in} (sec)	- 0,405	0,320
T _{in} /T _{tot} (%)	- 0,381	0,352
V _D (ml)	+ 0,381	0,352
PET _{CO₂} (mmHg)	- 0,071	0,867
PET _{O₂} (mmHg)	+ 0,357	0,385
VDc (ml)	- 0,310	0,456

* Correlatie is significant met p < 0,05 niveau (2-zijdig)

5. Discussie

5.1. Algemene bevinding

De toegenomen wandelafstand correleerde met perifeer musculaire en respiratoire adaptaties tijdens de inspanning in COPD- patiënten t.g.v. revalidatie. Er is een relatie geobserveerd tussen verandering van wandelafstand met verandering van CPET_{duur}, V'CO₂ _{piek}, RER_{piek}, V_{tex} _{piek} en V_{tin} _{piek}.

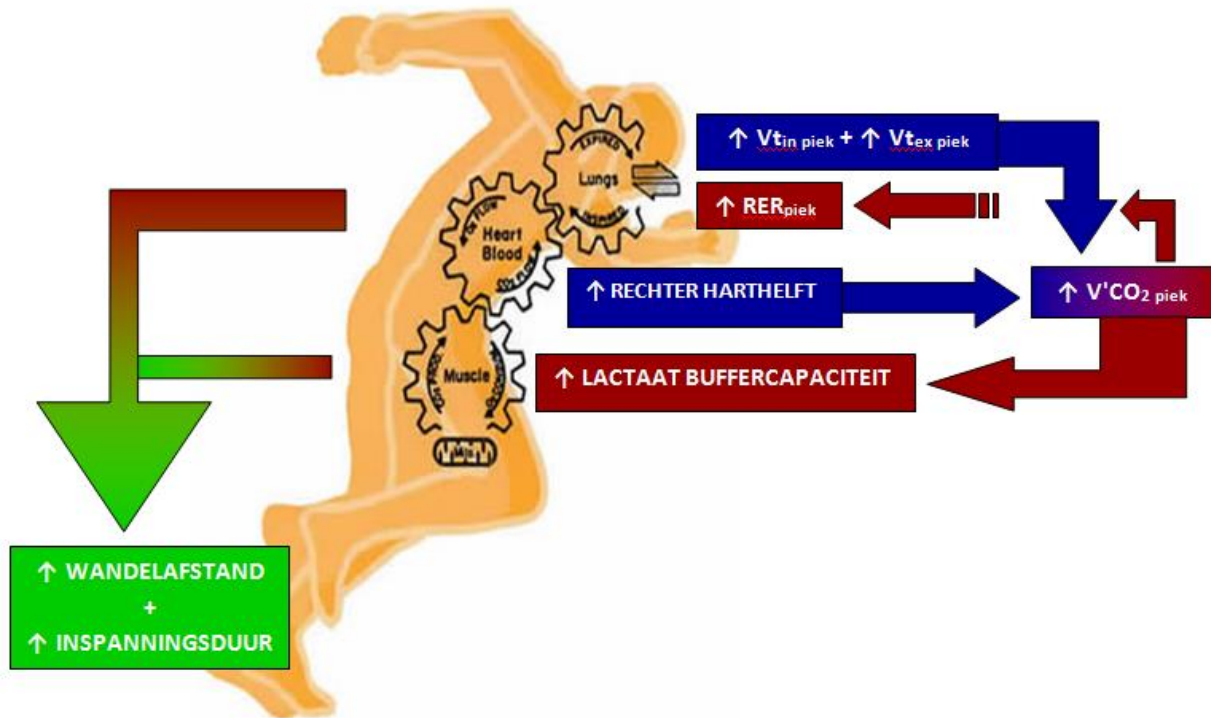
5.2. Wandelcapaciteit en CPET vergeleken met voorgaande studies

Voorgaande studies toonden bij aanvang van de revalidatie t.o.v. het einde van de interventie een toename van wandelafstand en werkbelasting tijdens inspanning in COPD aan (Gloeckl, Halle, & Kenn, 2012; Hsieh et al., 2007; Mador et al., 2009; Pitta, Brunetto, Padovani, & Godoy, 2004; Puente-Maestu, SantaCruz, Vargas, Martinez-Abad, & Whipp, 2003; Spruit, Gosselink, Troosters, De Paepe, & Decramer, 2002; Stav, Raz, & Shpirer, 2009; Tang, Blackstock, Clarence, & Taylor, 2012; Varga, Porszasz, Boda, Casaburi, & Somfay, 2007; Vogiatzis et al., 2005). Deze studies toonden gemiddeld een verbetering aan van + 54,9±21,9 m, + 10,6±7,7 min en + 11,1±3,6 W voor respectievelijk de wandelafstand, inspanningsduur en -belasting. Dit onderzoek heeft respectievelijk een verbetering van + 88,9±105,0 m, + 3,2±2,1 min en + 8,2±8,5 W. De gemiddelde piekwaarden zijn niet-significant verschillend ($p > 0,05$).

5.3. Verklaring van correlaties

Voor zover de auteurs weten is niet duidelijk of de toegenomen wandelafstand correleert met perifeer musculaire, cardiovasculaire en respiratoire adaptaties in COPD- patiënten. De verminderde oefencapaciteit dat resulteert door bespoedigde lactaataccumulatie komt tot stand door de (ontregelde) interactie van respiratoire, cardiovasculaire en perifeer musculaire factoren (Gouzi F et al., 2013; Klijn P et al., 2013; Lonsdorfer-Wolf E. et al., 2004; Mador MJ et al., 2001; Maltais F et al., 1996, 1997; Rabinovich RA et al., 2006; Vogiatzis et al., 2013). Respiratoir is er een tegengestelde inspanningsgebonden balans van verminderde ventilatoire capaciteit en verhoogde ventilatoire behoeften en ademhalingsgebonden werk (door bespoedigd lactaat accumulatie, obstructieve beperkingen, ...) dat dyspneu met zich meebrengt. Dit zorgt voor een dynamische longhyperinflatie en fluctuaties van intrathoracale druk. Op zijn beurt kan dit zorgen voor een beperking van het hemodynamisch functioneren en beperkingen in perfusie capaciteit, dat resulteert in een beperkte oefencapaciteit. Door de nauwe samenwerking met het respiratoir systeem versterkt de cardiovasculaire problematiek de dynamische longhyperinflatie. Variërende negatieve cardiorespiratoire interacties, rechter- en/of linker ventriculaire dysfunctie en cardiale arrhythmieën zijn vaak aanwezige cardiovasculaire pathologieën in COPD. De aanwezigheid van spiermassaverlies, spierzwakte en veranderde spiervezeldistributie (daling % spiervezel type 1) zorgt voor een reductie van het musculaire oxidatieve potentieel en ontwikkelt zo contractievermoeidheid. Gekoppeld aan een verminderde capillaire densiteit, dat de regionale bloeddorstrooming en zuurstof/voedingtoevoer compromitteert, resulteert dit in een beperkte oefencapaciteit.

De verandering van wandelafstand t.g.v. revalidatie is gecorreleerd met verandering van $CPET_{\text{duur}}$, $V'CO_{2 \text{ piek}}$, RER_{piek} , $V_{\text{tex piek}}$ en $V_{\text{tin piek}}$. Dit komt waarschijnlijk tot stand door 2 mogelijke hypothesen. Enerzijds door een verbeterde ademhalingsfunctie, anderzijds door een verbeterd lactaat buffercapaciteit. Bij een verbeterde long- of rechter hart helft functie is er een toegenomen CO_2 - uitwisselingsefficiëntie, waardoor er een verhoogde CO_2 - eliminatie is en de wandelprestatie langer kan worden volgehouden. Bij een verhoogde CO_2 - eliminatie is men langer bestand tegen lactaataccumulatie wat de wandelcapaciteit ten goede komt.



De verandering van $V'CO_{2 \text{ piek}}$ t.g.v. revalidatie is gecorreleerd met verandering van $V_{\text{E piek}}$, $V_{\text{tin piek}}$ en $T_{\text{in piek}}$ (respectievelijk: $r = 0,726$, $p = 0,018$; $r = 0,762$, $p = 0,028$; $r = -0,810$, $p = 0,015$). Een toegenomen inspiratoire tijdsduur vergroot het inspiratoir teugvolume en dus alveolaire ventilatie. Deze vergrote alveolaire ventilatie zorgt voor een toegenomen CO_2 - afgifte via een vergroot expiratoir volume (V_{E}). Dit mechanisme stelt lactaataccumulatie langer uit waardoor de wandelcapaciteit en inspanningsduur toeneemt.

$V'CO_2$ is gerelateerd aan RER aangezien men meer CO_2 kan afgeven voor dezelfde VO_2 . De verandering van RER_{piek} is gecorreleerd met de verandering van $EqO_{2 \text{ piek}}$ ($r = 0,766$, $p = 0,010$). Hoe meer O_2 men opneemt t.o.v. het expiratoir volume, hoe lager de EqO_2 - waarden ($V_{\text{E}}/V'O_2$), dus hoe beter. Hoe lager $EqO_{2 \text{ piek}}$, hoe meer O_2 respiratoir en/of perifeer musculair wordt opgenomen en hoe langer de lactaataccumulatie wordt uitgesteld. Hoe later de lactaataccumulatie, hoe hoger de verzuringsgrens wordt bereikt en hoe langer de inspanningsduur en wandelafstand wordt.

De verandering van $V_{\text{tex piek}}$ is gecorreleerd met verandering van $V_{\text{tin piek}}$ ($r = 0,762$, $p = 0,028$). Een betere alveolaire ventilatie betekent een hoger inspiratoir (O_2 - opname) en expiratoir teugvolume (CO_2 - afgifte). Dit betekent een latere lactaataccumulatie en dus een langere inspanningsduur en wandelafstand.

De verandering van $V_{\text{tin piek}}$ is gecorreleerd met verandering van $V'CO_2 \text{ piek}$, $V_E \text{ piek}$ en $V_{\text{tex piek}}$ (respectievelijk: $r = 0,762$, $p = 0,028$; $r = 0,738$, $p = 0,037$; $r = 0,762$, $p = 0,028$). Mogelijke hypothesen i.f.v. onze onderzoeksvraag zijn hierboven beschreven.

Men kan concluderen dat de toename in belastingsgraad waarop lactaataccumulatie plaatsvindt, ontstaat door 2 mogelijke adaptaties: respiratoire en perifeer musculaire adaptaties. Een verbeterde ademhalingsfunctie, zoals alveolaire ventilatie, zorgt voor een betere O_2 - opname in het bloed en CO_2 - afgifte aan de alveoli. Het perifeer musculaire systeem lijkt beter O_2 op te nemen. Dit kan ontstaan door een stijging van het aantal mitochondria, verbeterde oxidatieve/glycolytische enzymwerking, toename in distributie van spiervezels type I en/of verbeterde perfusie van de actieve spieren. Bovenstaande beschreven mechanismen zorgen voor het langer uitblijven van lactaataccumulatie waardoor de wandelcapaciteit toeneemt. Echter blijven dit hypothesen en is verder onderzoek noodzakelijk om dit te staven.

5.4. Klinische implicaties

Bij een verbeterde long- of rechter harthelft functie is er een toegenomen CO_2 - uitwisselingsefficiëntie, waardoor er een verhoogde CO_2 - eliminatie is en de wandelprestatie langer kan worden volgehouden. Bij een verhoogde CO_2 - eliminatie is men langer bestand tegen lactaataccumulatie wat de wandelcapaciteit ten goede komt.

Om deze effecten te begunstigen in de klinische praktijk raden we zowel intervaltraining (HIIT) als ademhalingsoefeningen tijdens inspanning aan. Intervaltraining ten eerste om de aerob- anaerobe drempel (lactaat buffering) te verhogen. Ten tweede ligt HIIT (High Intensity Interval Training) binnen de mogelijkheden van de COPD- patiënten in tegenstelling tot hoog continue intensiteit om $VO_2 \text{ piek}$ te verbeteren (de piekinspanningen zijn zo kort dat het respiratoire niet in gedrang komt maar musculair de prikkel wel aankomt). De ademhalingsoefeningen worden aangeraden zodat de COPD- patiënt adequaat leert ademen tijdens inspanning (diepte, snelheid). Door een correcte uitvoering van de ademhaling verkrijgt men een betere teugvolumes.

5.5. Beperkingen van de studie

Binnen deze studie waren er een aantal beperkingen waar rekening mee gehouden moet worden. Eerst en vooral waren de trainingssessies niet volledig gestandaardiseerd mits de patiënten trainden aan een subjectieve gewaarwording. Een trainingssessie duurde 30 minuten waarbij men toch richting 60 minuten aanbeveelt. De grote drop-out in de studie is door gevarieerde problemen te verklaren (zie 3.1 Proefpersonen). Dataverlies was dan ook reëel, tevens door de drop out, maar ook mits er in het ReGo bij subjecten geen ergspirometrie/6 MWT was afgenomen bij begin of op het einde van de revalidatie. Deze studie had na het afvalproces uiteindelijk 11 patiënten ter beschikking wat weinig is, de accuraatheid in vraag kan stellen en eveneens de statistische power doet dalen.

Verandering van RER ↑



Verandering van $V'CO_{2\text{ piek}} \uparrow$
CO₂-eliminatie ↑

Mogelijks

Longfunctie ↑

Rechterhartfunctie ↑

Lactaat buffercapaciteit ↑

Hypotheses

Verandering van $V_{t_{in\text{ piek}}}$
en $V_{t_{ex\text{ piek}}}$ = beter teugvolume = beter alveolaire ventilatie = betere lactaatbuffering

Verbeterde perfusie via pulmonale arterie = betere bloeddorstoom capillairtjes = betere gasuitwisseling

Betere lactaatbuffering = minder snelle verzuring = betere wandelcapaciteit

Uitkomst

Verandering van $CPET_{duur} \uparrow$

Verandering van $CPET_{duur} \uparrow$

Verandering van $CPET_{duur} \uparrow$

6. Conclusie

De toegenomen wandelafstand t.g.v. revalidatie correleerde met perifeer musculaire en respiratoire adaptaties tijdens inspanning in COPD- patiënten.

Referenties

- Amorim, P. B., Stelmach, R., Carvalho, C. R., Fernandes, F. L., Carvalho-Pinto, R. M., & Cukier, A. (2014). Barriers associated with reduced physical activity in COPD patients. *J Bras Pneumol*, *40*(5), 504-512.
- ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. (2002). *Am J Respir Crit Care Med*, *166*(1), 111-117. doi: 10.1164/ajrccm.166.1.at1102
- Gloeckl, R., Halle, M., & Kenn, K. (2012). Interval versus continuous training in lung transplant candidates: a randomized trial. *J Heart Lung Transplant*, *31*(9), 934-941. doi: 10.1016/j.healun.2012.06.004
- GOLD, C. (2008). Retrieved from
- GOLD, C. (2011). Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Revised 2011. Retrieved from: http://www.goldcopd.org/uploads/users/files/GOLD_Report_2011_Feb21.pdf
- Gouzi, F., Prefaut, C., Abdellaoui, A., Roudier, E., de Rigal, P., Molinari, N., . . . Hayot, M. (2013). Blunted muscle angiogenic training-response in COPD patients versus sedentary controls. *Eur Respir J*, *41*(4), 806-814. doi: 10.1183/09031936.00053512
- Hsieh, M. J., Lan, C. C., Chen, N. H., Huang, C. C., Wu, Y. K., Cho, H. Y., & Tsai, Y. H. (2007). Effects of high-intensity exercise training in a pulmonary rehabilitation programme for patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respirology*, *12*(3), 381-388. doi: 10.1111/j.1440-1843.2007.01077.x
- Husson, D., Rasera, Y. (2014). Het klinisch effect van trainingsmodaliteiten bij revalidatie van COPD op de oefentolerantie, gezondheidsgelateerde levenskwaliteit en éénseconde waarde.
- Klijn, P., van Keimpema, A., Legemaat, M., Gosselink, R., & van Stel, H. (2013). Nonlinear exercise training in advanced chronic obstructive pulmonary disease is superior to traditional exercise training. A randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med*, *188*(2), 193-200. doi: 10.1164/rccm.201210-1829OC
- Mador, M. J., Krawza, M., Alhajhusian, A., Khan, A. I., Shaffer, M., & Kufel, T. J. (2009). Interval training versus continuous training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil Prev*, *29*(2), 126-132. doi: 10.1097/HCR.0b013e31819a024f
- Midden-Brabant, R. (2013). Spirometrie in huisartsenpraktijk. from <http://www.google.nl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCEQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.rchmbr.nl%2Fprofessionals%2Fzorgprogramma-s%2Fcopd%2Fprotocol-copd%2Fcopd-diagnostische-fase%2Fcopd-protocol-spirometrie-rch-versie-2013-1&ei=rd91VcTZNs v4UqK1gdAJ&usg=AFQjCNFcEC7KsUX5TNgbyAdq7X2KYli2bw>
- PCRS-UK. (2010). Spirometry in COPD. Retrieved from: <https://www.pcrs-uk.org/resource/Nurse-tools/pcrs-uk-protocol-spirometry-copd-pdf>
- Pitta, F., Brunetto, A. F., Padovani, C. R., & Godoy, I. (2004). Effects of isolated cycle ergometer training on patients with moderate-to-severe chronic obstructive pulmonary disease. *Respiration*, *71*(5), 477-483. doi: 10.1159/000080632

- Puente-Maestu, L., SantaCruz, A., Vargas, T., Martinez-Abad, Y., & 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: 72899
- Rejbi, I. B., Trabelsi, Y., Chouchene, A., Ben Turkia, W., Ben Saad, H., Zbidi, A., . . . Tabka, Z. (2010). Changes in six-minute walking distance during pulmonary rehabilitation in patients with COPD and in healthy subjects. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 5, 209-215.
- Spruit, M. A., Gosselink, R., Troosters, T., De Paepe, K., & Decramer, M. (2002). Resistance versus endurance training in patients with COPD and peripheral muscle weakness. *Eur Respir J*, 19(6), 1072-1078.
- 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
- Stav, D., Raz, M., & Shpirer, I. (2009). Three years of pulmonary rehabilitation: inhibit the decline in airflow obstruction, improves exercise endurance time, and body-mass index, in chronic obstructive pulmonary disease. *BMC Pulm Med*, 9, 26. doi: 10.1186/1471-2466-9-26
- Tang, C. Y., Blackstock, F. C., Clarence, M., & Taylor, N. F. (2012). Early rehabilitation exercise program for inpatients during an acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease: a randomized controlled trial. *J Cardiopulm Rehabil Prev*, 32(3), 163-169. doi: 10.1097/HCR.0b013e318252f0b2
- Varga, J., Porszasz, J., Boda, K., Casaburi, R., & Somfay, A. (2007). Supervised high intensity continuous and interval training vs. self-paced training in COPD. *Respir Med*, 101(11), 2297-2304. doi: 10.1016/j.rmed.2007.06.017
- Vogiatzis, I., Terzis, G., Nanas, S., Stratakos, G., Simoes, D. C., Georgiadou, O., . . . Roussos, C. (2005). Skeletal muscle adaptations to interval training in patients with advanced COPD. *Chest*, 128(6), 3838-3845. doi: 10.1378/chest.128.6.3838
- Vogiatzis, I., & Zakynthinos, S. (2013). The physiological basis of rehabilitation in chronic heart and lung disease. *J Appl Physiol (1985)*, 115(1), 16-21. doi: 10.1152/jappphysiol.00195.2013
- Vorriink, S. N., Kort, H. S., Troosters, T., & Lammers, J. W. (2011). Level of daily physical activity in individuals with COPD compared with healthy controls. *Respir Res*, 12, 33. doi: 10.1186/1465-9921-12-33

Auteursrechtelijke overeenkomst

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling:

Verandering in wandelcapaciteit t.g.v. revalidatie correleert met respiratoire adaptaties tijdens inspanning in patiënten met COPD.

Richting: master in de revalidatiewetenschappen en de kinesitherapie-revalidatiewetenschappen en kinesitherapie bij musculoskeletale aandoeningen

Jaar: **2015**

in alle mogelijke mediaformaten, - bestaande en in de toekomst te ontwikkelen - , aan de Universiteit Hasselt.

Niet tegenstaand deze toekenning van het auteursrecht aan de Universiteit Hasselt behoud ik als auteur het recht om de eindverhandeling, - in zijn geheel of gedeeltelijk -, vrij te reproduceren, (her)publiceren of distribueren zonder de toelating te moeten verkrijgen van de Universiteit Hasselt.

Ik bevestig dat de eindverhandeling mijn origineel werk is, en dat ik het recht heb om de rechten te verlenen die in deze overeenkomst worden beschreven. Ik verklaar tevens dat de eindverhandeling, naar mijn weten, het auteursrecht van anderen niet overtreedt.

Ik verklaar tevens dat ik voor het materiaal in de eindverhandeling dat beschermd wordt door het auteursrecht, de nodige toelatingen heb verkregen zodat ik deze ook aan de Universiteit Hasselt kan overdragen en dat dit duidelijk in de tekst en inhoud van de eindverhandeling werd genotificeerd.

Universiteit Hasselt zal mij als auteur(s) van de eindverhandeling identificeren en zal geen wijzigingen aanbrengen aan de eindverhandeling, uitgezonderd deze toegelaten door deze overeenkomst.

Voor akkoord,

Husson, Daan

Rasera, Yarreth