



**UHASSELT**

KNOWLEDGE IN ACTION

## Faculteit Revalidatiewetenschappen

master in de revalidatiewetenschappen en de kinesitherapie

### **Masterthesis**

***De aanwezigheid van inspanningsgeïnduceerde inspiratoire spierversmoedigheid bij gezonde personen: een cross-sectionele studie***

**Matthias Meyskens**

**Jens Timmermans**

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de revalidatiewetenschappen en de kinesitherapie, afstudeerrichting revalidatiewetenschappen en kinesitherapie bij musculoskeletale aandoeningen

**PROMOTOR :**

Prof. dr. Annick TIMMERMANS

**COPROMOTOR :**

dr. Jonas VERBRUGGHE

**BEGELEIDER :**

De heer Sim KLAPS



**UHASSELT**

KNOWLEDGE IN ACTION

[www.uhasselt.be](http://www.uhasselt.be)  
Universiteit Hasselt  
Campus Hasselt:  
Martelarenlaan 42 | 3500 Hasselt  
Campus Diepenbeek:  
Agoralaan Gebouw D | 3590 Diepenbeek

**2021**  
**2022**



# Faculteit Revalidatiewetenschappen

master in de revalidatiewetenschappen en de kinesietherapie

## **Masterthesis**

***De aanwezigheid van inspanningsgeïnduceerde inspiratoire spierversmoeidheid bij gezonde personen: een cross-sectionele studie***

**Matthias Meyskens**

**Jens Timmermans**

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de revalidatiewetenschappen en de kinesietherapie, afstudeerrichting revalidatiewetenschappen en kinesietherapie bij musculoskeletale aandoeningen

**PROMOTOR :**

Prof. dr. Annick TIMMERMANS

**COPROMOTOR :**

dr. Jonas VERBRUGGHE

**BEGELEIDER :**

De heer Sim KLAPS



[www.uhasselt.be](http://www.uhasselt.be)

Campus Hasselt | Martelarenlaan 42 | BE-3500 Hasselt  
Campus Diepenbeek | Agoralaan gebouw D | BE-3590 Diepenbeek  
T + 32(0)11 26 81 11 | E-mail: [info@uhasselt.be](mailto:info@uhasselt.be)



**UHASSELT**

KNOWLEDGE IN ACTION

## De aanwezigheid van inspanningsgeïnduceerde inspiratoire spiervermoeidheid bij gezonde personen: een cross-sectionele studie

**Onderzoeksvraag:** In welke mate en hoe lang is inspanningsgeïnduceerde inspiratoire spiervermoeidheid (ISV) aanwezig na een maximale inspanningstest (MI-test) bij gezonde personen?

### Highlights:

- Inspanningsgeïnduceerde ISV is aanwezig bij gezonde personen na een MI-test.
- Inspanningsgeïnduceerde ISV blijft in gelijke mate tot 30 minuten na een MI-test aanwezig, onafhankelijk van het tijdstip.
- Verder onderzoek is noodzakelijk om de duur en mate van inspanningsgeïnduceerde ISV te bepalen, alsook beïnvloedende factoren op inspiratoire spierkracht te achterhalen.

### Studenten:

Meyskens Matthias (1642987)

Timmermans Jens (1643055)

**Promotor:** Prof. dr. Annick Timmermans

**Copromotor:** dr. Jonas Verbrugghe

**Begeleider:** drs. Sim Klaps



## **Woord vooraf**

Met deze masterproef over inspanningsgeïnduceerde ISV bij gezonde personen ronden wij onze vijf jaar durende opleiding aan de faculteit Revalidatiewetenschappen aan de Universiteit Hasselt te Diepenbeek af.

Wat deze masterproef betreft gaat onze dank uit naar onze promotor Prof. dr. Annick Timmermans, naar onze copromotor dr. Jonas Verbrugghe voor de begeleiding van onze masterproef in het eerste master jaar, en naar onze begeleider drs. Sim Klaps voor de leuke en leerzame samenwerking en begeleiding van onze masterproef in het tweede master jaar. Daarnaast gaat onze dank uit naar de Universiteit Hasselt en Adlon voor het gebruiken van het nodige materiaal voor het onderzoek.

We hopen dat we met deze masterproef een bijdrage hebben kunnen leveren aan het doctoraatsonderzoek van drs. Sim Klaps.



## Situering

Deze masterproef kadert binnen het domein van musculoskeletale revalidatie en focust op gezonde personen. De cross-sectionele studie is het tweede deel van onze masterproef en evalueert in welke mate inspanningsgeïnduceerde ISV aanwezig is bij gezonde personen. De resultaten van gezonde personen kunnen in een verder stadium vergeleken worden met de resultaten van personen met chronische niet specifieke lage rugpijn, waar inspanningsgeïnduceerde ISV in het doctoraatsstudie van drs Sim Klaps wordt onderzocht. Zijn primaire onderzoeksvraag is: *Wat is het effect van multimodale hoog intensieve training (HIT) in vergelijking met matig intensieve training (MIT) op diafragmafunctie bij personen met chronische niet-specifieke lage rugpijn (CNSLRP).*

Eerder onderzoek heeft aangetoond dat lage rugpijn geassocieerd is met diafragmadysfunctie (Beeckmans et al., 2016; Janssens et al., 2010; Janssens, Pijnenburg, et al., 2013). Het diafragma heeft namelijk naast zijn respiratoire functie ook een posturale functie (Kocjan et al., 2017). Een verminderde posturale controle op zijn beurt is een belangrijke factor in de ontwikkeling en chronificatie van lage rugpijn (Brumagne et al., 2019; Hodges & Danneels, 2019). Recente studies in verband met oefentherapie bij personen met CNSLRP hebben aangetoond dat de inspanningsintensiteit een impact heeft op de resultaten van de behandeling (Verbrugghe et al., 2019). Daaruit blijkt dat HIT leidt tot betere resultaten in vergelijking met MIT (Verbrugghe et al., 2019). Na hoog intensieve inspiratoire spierkrachttraining bij personen met CNSLRP verbetert de diafragma kracht, evenals pijn en lumbale proprioceptie tijdens posturale controle (Janssens et al., 2015). Er was echter geen verbetering in de fysieke beperking (Janssens et al., 2015). Voorts leidt multimodale hoog intensieve oefentherapie wel verbetering in beperking bij personen met CNSLRP (Verbrugghe et al., 2019). Met uitzondering van gekende verbeteringen op inspanningsvermogen en beperking is het effect van multimodale HIT op diafragmafunctie onbekend.

Deze masterproef werd opgesteld aan de hand van het centrale format. Het onderzoeksdesign en de methode werden uitgewerkt in samenspraak met drs. Sim Klaps. De rekrutering en dataverwerking werden uitgevoerd door Matthias Meyskens en Jens Timmermans. De data-acquisitie werd uitgevoerd door drs. Sim Klaps, waarbij beide studenten hebben geassisteerd bij de metingen. Tenslotte werd het academisch schrijfproces uitgevoerd door beide studenten onder supervisie van Prof. dr. Annick Timmermans en drs. Sim Klaps.





## Referentielijst

1. Beeckmans, N., Vermeersch, A., Lysens, R., Van Wambeke, P., Goossens, N., Thys, T., Brumagne, S., & Janssens, L. (2016). The presence of respiratory disorders in individuals with low back pain: A systematic review. *Man Ther*, 26, 77-86.  
<https://doi.org/10.1016/j.math.2016.07.011>
2. Brumagne, S., Diers, M., Danneels, L., Moseley, G. L., & Hodges, P. W. (2019). Neuroplasticity of Sensorimotor Control in Low Back Pain. *J Orthop Sports Phys Ther*, 49(6), 402-414. <https://doi.org/10.2519/jospt.2019.8489>
3. Hodges, P. W., & Danneels, L. (2019). Changes in Structure and Function of the Back Muscles in Low Back Pain: Different Time Points, Observations, and Mechanisms. *J Orthop Sports Phys Ther*, 49(6), 464-476. <https://doi.org/10.2519/jospt.2019.8827>
4. Janssens, L., Brumagne, S., Polspoel, K., Troosters, T., & McConnell, A. (2010). The effect of inspiratory muscles fatigue on postural control in people with and without recurrent low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*, 35(10), 1088-1094.  
<https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181bee5c3>
5. Janssens, L., McConnell, A. K., Pijnenburg, M., Claeys, K., Goossens, N., Lysens, R., Troosters, T., & Brumagne, S. (2015). Inspiratory muscle training affects proprioceptive use and low back pain. *Med Sci Sports Exerc*, 47(1), 12-19.  
<https://doi.org/10.1249/mss.0000000000000385>
6. Janssens, L., Pijnenburg, M., Claeys, K., McConnell, A. K., Troosters, T., & Brumagne, S. (2013). Postural strategy and back muscle oxygenation during inspiratory muscle loading. *Med Sci Sports Exerc*, 45(7), 1355-1362. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182853d27>
7. Kocjan, J., Adamek, M., Gzik-Zroska, B., Czyżewski, D., & Rydel, M. (2017). Network of breathing. Multifunctional role of the diaphragm: a review. *Adv Respir Med*, 85(4), 224-232. <https://doi.org/10.5603/arm.2017.0037>
8. Verbrugghe, J., Agten, A., Stevens, S., Hansen, D., Demoulin, C., B, O. E., Vandenabeele, F., & Timmermans, A. (2019). Exercise Intensity Matters in Chronic Nonspecific Low Back Pain Rehabilitation. *Med Sci Sports Exerc*, 51(12), 2434-2442.  
<https://doi.org/10.1249/mss.0000000000002078>



## Inhoud

1. Abstract .....	7
2. Inleiding.....	9
3. Methode.....	11
3.1 Studiedesign.....	11
3.2 Deelnemers .....	11
3.3 Procedure.....	11
3.4 Uitkomstmaten .....	13
3.4.1 Maximale inspiratoire monddruk .....	13
3.4.2 Inspanningsgeïnduceerde inspiratoire spierversmoedigheid .....	14
3.5 Data-analyse.....	14
4. Resultaten .....	15
4.1 Basiskarakteristieken .....	15
4.2 Aanwezigheid ISV .....	15
4.3 Afname ISV.....	17
4.4 Normwaarden .....	18
5. Discussie .....	19
5.1 Reflectie over bevindingen in functie van onderzoeksvragen.....	19
5.2 Sterktes en limitaties .....	21
5.3 Aanbevelingen voor toekomstige studies.....	21
6. Conclusie .....	23
7. Referentielijst.....	25
8. Bijlagen .....	31



## 1. Abstract

**Achtergrond:** Wetenschappelijk onderzoek heeft aangetoond dat inspanningsgeïnduceerde ISV aanwezig kan zijn na inspiratoire spiertraining en kan bijdragen aan een beperking van inspanningen. Suboptimale functie van inspiratoire spieren zoals het diafragma kan zorgen voor een groter risico op de ontwikkeling van lage rugpijn en respiratoir falen.

**Doelstellingen:** De cross-sectionele studie evalueert in welke mate ISV aanwezig is bij gezonde personen na een MI-test.

**Participanten:** Nederlandstalige, gezonde personen tussen 18 en 65 jaar werden gerekruteerd in Limburg (België). Personen met aandoeningen die de evaluatie van de maximale inspiratoire monddruk (MID) metingen kunnen beïnvloeden, contra-indicaties voor het uitvoeren van een MID-meting en zwangere vrouwen werden geëxcludeerd.

**Metingen:** Metingen werden uitgevoerd op één meetmoment. MID werd geëvalueerd via een MID-meting voor en na een MI-test.

**Resultaten:** In totaal namen tien deelnemers (gemiddeld 21.9 jaar ( $\pm$  1.52), vijf mannen en vijf vrouwen) deel aan de studie. De MID was significant verlaagd op drie, vier, vijf, 15 en 30 minuten na de MI-test in vergelijking met de basis MID die voor de MI-test werd afgenomen. De mate waarin inspanningsgeïnduceerde ISV aanwezig was, verschilde niet tussen de verschillende tijdstippen na de MI-test. Zes van de tien deelnemers haalden de MID-normwaarden niet.

**Conclusie:** Uit het onderzoek kan gesteld worden dat inspanningsgeïnduceerde ISV aanwezig is in de eerste 30 minuten na een MI-test, onafhankelijk van het tijdstip van afname. Verder onderzoek is noodzakelijk om de duur en mate van inspanningsgeïnduceerde ISV te bepalen.

**Sleutelwoorden:** Gezonde personen, inspiratoire spiervermoeidheid, maximale inspiratoire monddruk meting, maximale inspanningstest



## 2. Inleiding

De primaire functie van het respiratoir systeem is ventilatie waardoor er een uitwisseling ontstaat van zuurstof en koolstofdioxide tussen alveoli en bloed (McLafferty et al., 2013). Het diafragma is de primaire ademhalingspier met een aandeel van 60-80% in het ventilatoir proces en is, net als andere spieren, bij een verhoogde inspanning onderhevig aan vermoeidheid waardoor ISV kan ontstaan (Kocjan et al., 2017; Luo et al., 2020). ISV wordt gedefinieerd als een omkeerbare daling van de MID als gevolg van spieractiviteit (NHLBI, 1990). MID wordt gedefinieerd als een zo snel en krachtig mogelijke inspiratie tegen de weerstand van een MID-toestel na een maximale expiratie (Black & Hyatt, 1969).

In de laatste jaren werd inspanningsgeïnduceerde ISV frequent onderzocht bij gezonde personen vanwege zijn mogelijke implicaties op inspanningsprestaties (Lomax et al., 2019; Muranaka et al., 2021). Bij een toenemende metabole kost van de ademhalingspieren tijdens lichaamsbeweging treedt de respiratoire metaboreflex in actie waardoor het sympathisch zenuwstelsel wordt geactiveerd (Romer & Polkey, 2008). Hierdoor ontstaat er vasoconstrictie ter hoogte van de ledematen waardoor de zuurstoftoevoer daalt en bijgevolg perifere vermoeidheid ontstaat (Romer & Polkey, 2008). Het gevolg is dat personen een verhoogde perceptie van vermoeidheid kunnen vertonen door feedback vanuit de vermoeide spieren (Romer & Polkey, 2008). Inspanningsgeïnduceerde ISV werd in de laatste jaren niet enkel onderzocht als een belangrijke uitkomstmaat bij gezonde personen, maar ook bij verschillende patiëntenpopulaties zoals chronische lage rugpijn (CLRP) en chronisch obstructieve longaandoeningen (COPD) (Janssens, Brumagne, McConnell, Hermans, et al., 2013; Janssens et al., 2010; Klimathianaki et al., 2011). Onderzoek toont aan dat personen met COPD en CLRP meer inspiratoire vermoeidheid en minder inspiratoire kracht hebben in vergelijking met gezonde personen (Janssens, Brumagne, McConnell, Hermans, et al., 2013; Newell et al., 1989; Similowski et al., 1991).

Om inspanningsgeïnduceerde ISV te meten, wordt de MID voor en na inspanning met elkaar vergeleken. De MID kan gemeten worden met een niet-invasieve methode uitgevoerd aan de hand van een elektronische druktransducer. De elektronische druktransducer meet de hoogste druk die kan aangehouden worden voor minimaal één seconde en wordt uitgedrukt in centimeter waterkolom (ATS/ERS, 2002; Janssens, Brumagne, McConnell, Raymaekers, et al., 2013). MID-metingen kunnen echter geen geïsoleerde metingen van een specifieke ademhalingspier uitvoeren



terwijl invasieve methodes, zoals de nervus Phrenicus stimulatie, dit wel toelaten (ATS/ERS, 2002; Janssens, Brumagne, McConnell, Raymaekers, et al., 2013). Daarnaast kan motivatie een invloed hebben op de resultaten van de MID-meting aangezien de meting vrijwillige contractie vraagt van de persoon (ATS/ERS, 2002). De MID-meting heeft ook verschillende voordelen t.o.v. de invasieve technieken. MID-metingen zijn tijd- en kostenefficiënter, bevatten minder risico en zijn comfortabeler (ATS/ERS, 2002). Verder is de test-hertest betrouwbaarheid uitstekend en de inter- en intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid matig en uitstekend bij gezonde volwassenen (Dimitriadis et al., 2011; Jalan et al., 2015).

De mate van inspanningsgeïnduceerde ISV is afhankelijk van de intensiteit, duur en type van inspanning (Ohya et al., 2015). Verschillende onderzoeken suggereren dat de omvang van ISV toeneemt bij een hoog-intensieve inspanning. Bij een inspanning hoger dan 85% van het maximaal vermogen tot zuurstofopname ( $VO_2\text{max}$ ) ligt ISV hoger in vergelijking met inspanning aan een gemiddelde intensiteit (70%  $VO_2\text{max}$ ) (Johnson et al., 1993; Smith et al., 2014). De duur tot inspanningsgeïnduceerde ISV varieert in onderzoeken van drie tot dertien minuten afhankelijk van de onderzochte modaliteit (Babcock et al., 2002; Jakovljevic & McConnell, 2009; Johnson et al., 1993; Lomax & McConnell, 2003; Vogiatzis et al., 2006; Volianitis et al., 2001). Verder is er nog onduidelijkheid over het tijdstip van de MID-meting na de inspanning. Doorgaans wordt de MID-meting uitgevoerd enkele seconden tot minuten na de inspanning (Kurti et al., 2015; Lomax & McConnell, 2003; McConnell et al., 1997). Maar verscheidene onderzoeken tonen aan dat ISV 15 minuten tot twee uur na inspiratoire spiertraining aanwezig kan zijn (Chevrolet et al., 1993; Ozkaplan et al., 2005).

Het primaire doel van deze studie is het onderzoeken in welke mate en hoe lang ISV aanwezig is na een MI-test bij gezonde personen. De hypothese hierbij is dat er een statistisch significante daling van de MID is bij gezonde personen meteen en tot 30 minuten na de MI-test.

### **3. Methode**

#### **3.1 Studiedesign**

Voorafgaand het onderzoek werd een aanvraag ingediend en goedgekeurd door het Medisch Ethisch Comité van de Universiteit Hasselt (referentie: B1152021000029). Deze cross-sectionele studie werd uitgevoerd van 21/03/2022 tot 23/04/2022 in het onderzoekscentrum REVAL aan de Universiteit Hasselt te Diepenbeek. De deelnemers werden uitgenodigd voor één meetmoment van 1.5u waar verschillende MID-metingen werden uitgevoerd voor en na een MI-test.

#### **3.2 Deelnemers**

De steekproefgrootte werd gebaseerd op basis van andere studies met gelijkaardige protocollen en uitkomstmaten, namelijk 11 deelnemers (Coast et al., 1990). Gezonde personen werden gerekruteerd in Limburg (België) via mail en sociale media. Geïnteresseerde personen ontvingen een informatiebrief (Bijlage 1 Informatiebrief). In- en exclusiecriteria werden telefonisch overlopen. Nederlandstalige, gezonde personen tussen 18 en 65 jaar werden geïncludeerd in deze studie. Personen werden geëxcludeerd indien: (1) ze aandoeningen hadden van musculoskeletale, cardio-respiratoire of neurologische aard die de evaluatie van de MID-metingen kunnen beïnvloeden; (2) ze contra-indicaties hadden voor het uitvoeren van een MID-meting, zoals een geschiedenis van trommelvliesscheur, aneurysma, ongecontroleerde hypertensie, urinaire infectie en recente abdominale of thoracale chirurgie (Tudorache et al., 2010); (3) ze contra-indicaties hadden voor het uitvoeren van een MI-test; (4) ze zwanger waren.

#### **3.3 Procedure**

MID werd geëvalueerd meteen voor en na een MI-test met een elektronische druktransducer (Powerbreathe International Ltd., type KH2, Warwickshire, UK). MID, voorafgaand aan de MI-test, werd geëvalueerd a.d.h.v. de methode van Black en Hyatt (1969). Dit wil zeggen dat er minimum vijf MID-metingen werden uitgevoerd per deelnemer. Wanneer het verschil tussen de beste en tweede beste poging maximaal vijf procent bedroeg, werd de meting gestopt. Er werden maximaal twee extra pogingen uitgevoerd indien het verschil groter dan vijf procent bedroeg. Tussen iedere poging kregen de deelnemers één minuut rust. De hoogste inspiratoire monddruk die behouden kon worden over één seconde, werd gedefinieerd als de MID. Verder werd op drie, vier en vijf minuten na de MI-test telkens één MID-meting uitgevoerd. Op 15 en 30 minuten na de MI-test

werden telkens drie MID-metingen uitgevoerd waarbij de hoogste van de drie pogingen werd gedefinieerd als MID.

De MID-meting werd uitgevoerd volgens een gestandaardiseerd protocol (Figuur 1). De deelnemers zaten op een stoel zonder rugleuning met de heupen en knieën in 90 graden flexie en de voeten volledig gesteund op de grond. De deelnemers dienden een neusklem op te zetten zodat er geen lucht via de neus weg kon. Het toestel werd met de dominante hand vastgenomen door de deelnemer, de niet-dominante hand werd hierboven geplaatst. Vervolgens vroeg de onderzoeker een volledige inspiratie, gevolgd door een volledige expiratie. Wanneer de deelnemers bijna op het einde van hun expiratie zaten, plaatsten ze de druktransducer in hun mond. Een verdere expiratie werd gevraagd en aangemoedigd door de onderzoeker tot het bereiken van het residueel volume. Vervolgens werden de deelnemers gevraagd zo snel en krachtig mogelijk in te ademen. De meetresultaten werden digitaal geregistreerd via het programma 'Breathe-Link Version 3.4'. De scores werden voor de deelnemers geblindeerd om mogelijke motivatie bias te voorkomen.



*Figuur 1. MID-meting*

De MI-test werd uitgevoerd op een fietsergometer volgens een gestandaardiseerd protocol (Figuur 2). De deelnemers dienden gedurende de volledige MI-test 75 omwentelingen per minuut (OPM) aan te houden. Er werd gestart op een weerstand van 30 Watt. Elke minuut werd de weerstand automatisch opgedreven met 15 Watt. Bij een eerste keer onder de 75 OPM werden de deelnemers aangemoedigd door de onderzoeker om terug te keren naar 75 OPM. Wanneer de OPM een tweede

keer onder de 75 zakte, werd gevraagd om een laatste keer maximaal te gaan. De test werd beëindigd wanneer de deelnemer geen 75 OPM meer haalden. De respiratoire uitwisselingsratio werd tijdens de MI-test gemeten om de maximale inspanning van de deelnemers te evalueren. Een respiratoire uitwisselingsratio van minimum 1.10 moest bereikt worden om de maximale inspanning als valide te beschouwen.



*Figuur 2. MI-test*

### **3.4 Uitkomstmaten**

#### **3.4.1 Maximale inspiratoire mondndruk**

Met de MID-metingen kan men inspiratoire spierkracht meten. De MID-metingen werden uitgevoerd m.b.v. de Powerbreathe KH2 die aan een computer gekoppeld werd. De gebruikte software op de computer was 'Breathe-Link Version 3.4'. Het meet de hoogste druk die aangehouden wordt voor minimum één seconde en wordt uitgedrukt in centimeter waterkolom. De test-hertest betrouwbaarheid van een elektronische druktransducer is uitstekend en de inter- en intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid matig en uitstekend bij gezonde volwassenen (Dimitriadis et al., 2011; Jalan et al., 2015).

### **3.4.2 Inspanningsgeïnduceerde inspiratoire spierversmoeding**

ISV wordt gedefinieerd als een omkeerbare daling van de MID als gevolg van spieractiviteit (NHLBI, 1990). De MID werd, voor en na een MI-test, met elkaar vergeleken. Het verschil tussen de MID-metingen, voor en na de MI-test, werd gedefinieerd als inspanningsgeïnduceerde ISV.

### **3.5 Data-analyse**

De data-analyse werd uitgevoerd met JMP Pro (16.2.0, SAS Institute Inc., Cary, USA). Zowel verschillen in de MID-metingen, voor en na de MI-test, als verschillen in MID-metingen na de MI-test onderling werden geanalyseerd d.m.v. een gepaarde t-test en de Wilcoxon Signed-Rank test (Bijlage 3 Beslissingsboom statistiek). Statistische analyses werden uitgevoerd om het verschil te onderzoeken tussen de MID-metingen voor, de MID-meting drie minuten na inspanning, de MID-meting vier minuten na inspanning, de MID-meting vijf minuten na inspanning, de hoogste MID-meting 15 minuten na inspanning en de hoogste MID-meting 30 minuten na inspanning. Bij de MID-metingen na de MI-test, die onderling met elkaar vergeleken werden, werd de Bonferroni-correctie extra uitgevoerd. Normale verdeling werd geanalyseerd a.d.h.v. de Shapiro–Wilk test. Bij een niet normale verdeling werd enkel de Wilcoxon Signed-Rank test uitgevoerd. Alle testen werden geanalyseerd met een significantieniveau van  $p < 0.05$ , behalve de Bonferroni-correctie ( $p < 0.01$ ).

## 4. Resultaten

### 4.1 Basiskarakteristieken

De basiskarakteristieken van de deelnemers worden beschreven in Tabel 1. In totaal namen tien deelnemers (vijf mannen en vijf vrouwen) deel. De steekproef bestond gemiddeld uit jongvolwassen deelnemers (tussen 20 en 24 jaar) met een body mass index tussen de 18.5 en 25.

**Tabel 1**

*Basiskarakteristieken van deelnemers*

Karakteristieken	Gemiddelde $\pm$ SD
Man/vrouw	5/5
Leeftijd	21.9 $\pm$ 1.52
Lengte (m)	1.75 $\pm$ 0.10
Gewicht (kg)	70.09 $\pm$ 12.01
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	22.85 $\pm$ 2.43

*Opmerking.* SD: standard deviatie

*Opmerking.* m: meter

*Opmerking.* kg: kilogram

*Opmerking.* BMI: Body mass index

*Opmerking.* kg/m<sup>2</sup>: kilogram per vierkante meter

### 4.2 Aanwezigheid ISV

De resultaten van de MID-metingen van alle deelnemers staan weergegeven in Tabel 2. Bij de vergelijking van de MID-meting voor en op de verschillende momenten na de MI-test waren alle gegevens normaal verdeeld ( $p > 0.05$ ) (Tabel 3).

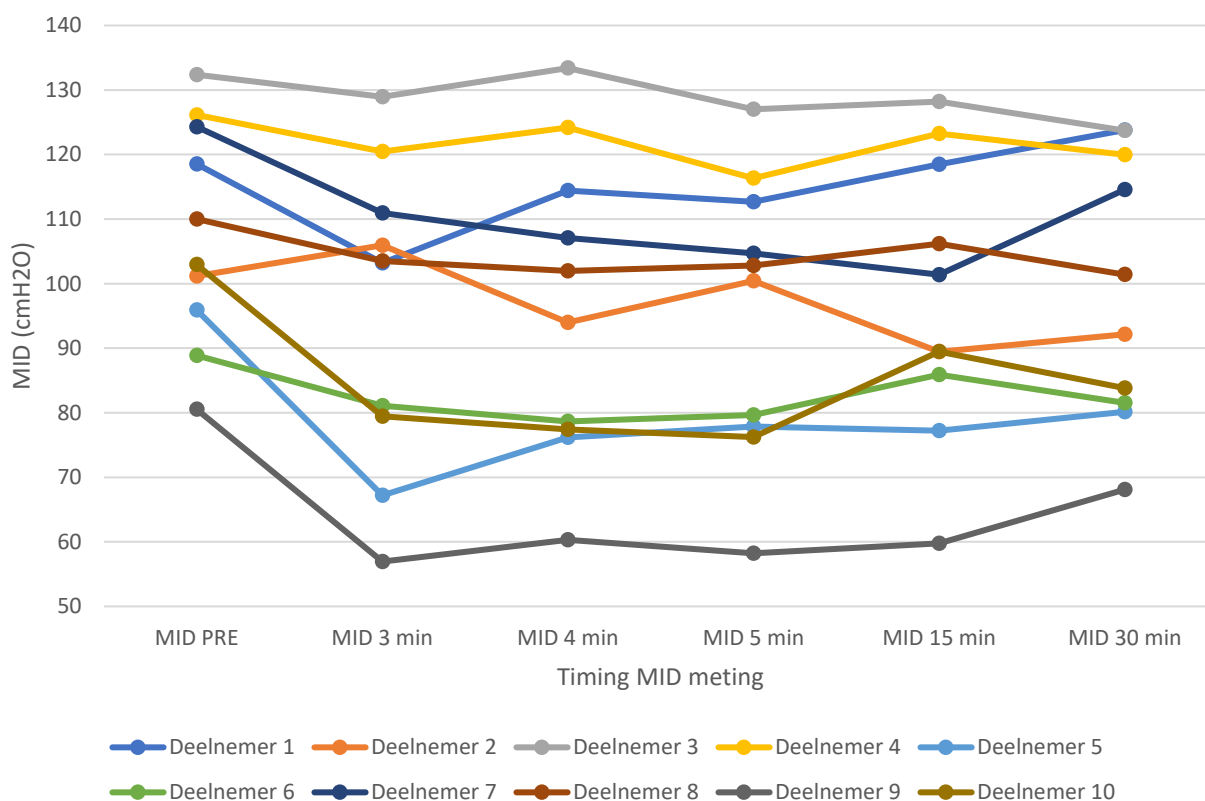
De MID was significant verlaagd ( $p$ -waarden  $\leq 0.05$ ) op drie, vier, vijf, 15 en 30 minuten na de MI-test in vergelijking met de basis MID (Tabel 3). Dit betekent dat 30 minuten na de MI-test er nog steeds ISV aanwezig was. Figuur 3 geeft de MID voor alle deelnemers in relatie tot de verschillende meetmomenten weer.

**Tabel 3***Statistische analyse vergelijking MID PRE en MID POST*

Tijdstip	Normaal verdeling	Gepaarde t-test	Wilcoxon signed rank test
MID PRE - MID 3 min POST	0.7716	0.0025*	0.0029*
MID PRE - MID 4 min POST	0.6519	0.0015*	0.0020*
MID PRE - MID 5 min POST	0.4632	0.0006*	0.0010*
MID PRE - MID 15 min POST	0.1412	0.0021*	0.0010*
MID PRE - MID 30 min POST	0.2341	0.0008*	0.0020*

*Opmerking.* MID PRE – MID x min POST: verschil tussen MID voor de MI-test en x minuten na de MI-test

*Opmerking.* Normale verdeling als p-waarde > 0.05, Significante daling MID als  $p \leq 0.05$  \* (Gepaarde t-test en Wilcoxon Signed Rank Test)



**Figuur 3.** MID in relatie tot de verschillende meetmomenten van alle deelnemers

### 4.3 Afname ISV

Om na te gaan of inspanningsgeïnduceerde ISV afneemt naarmate er meer tijd verstreken is na de MI-test, werd er een gepaarde t-test en de Wilcoxon Signed Rank test uitgevoerd. De Bonferroni-correctie werd toegepast met  $p \leq 0.01$  als grens van statistische significantie. Alle gegevens waren normaal verdeeld ( $p > 0.05$ ). Er werden geen significante verschillen gevonden in MID op de verschillende meetmomenten na de MI-test ( $p > 0.05$ ,  $p > 0.01$  bij de Bonferroni-correctie). Dit wil zeggen dat ISV in gelijke mate aanwezig blijft tot 30 minuten na een MI-test, onafhankelijk van het tijdstip (Tabel 4). Figuur 4 geeft de gemiddelde ISV op de verschillende meetmomenten na de MI-test weer.

**Tabel 4**

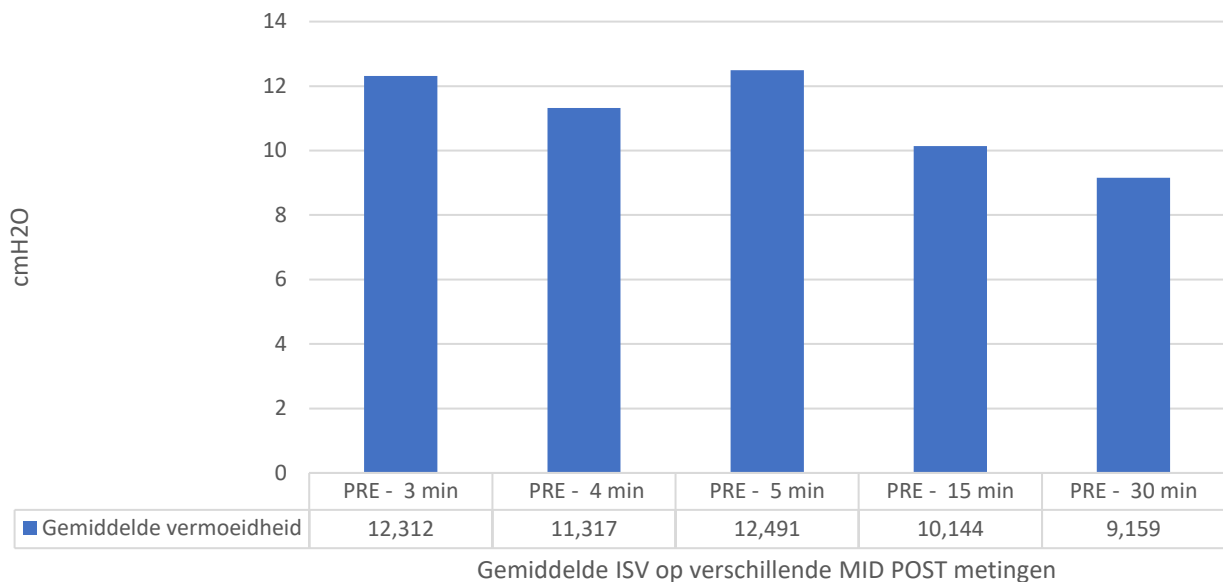
*Statistische analyse vergelijking tussen de verschillende MID POST metingen*

Tijdstip	Normaal verdeling	Gepaarde t-test	Wilcoxon signed rank test	Bonferroni-correctie
MID 4 min POST - MID 3 min POST	0.8009	0.6735	0.6875	0.9207
MID 5 min POST - MID 3 min POST	0.0502	0.4625	0.2783	0.9857
MID 15 min POST - MID 3 min POST	0.4489	0.7574	0.8457	0.8283
MID 30 min POST - MID 3 min POST	0.9794	0.8313	0.7539	0.7525
MID 5 min POST - MID 4 min POST	0.7710	0.1927	0.1377	0.9065
MID 15 min POST - MID 4 min POST	0.5694	0.7314	0.6152	0.9066
MID 30 min POST - MID 4 min POST	0.5072	0.8526	0.8125	0.8291
MID 15 min POST - MID 5 min POST	0.8596	0.8562	0.9033	0.8144
MID 30 min POST - MID 5 min POST	0.5738	0.6778	0.5391	0.7390
MID 30 min POST - MID 15 min POST	0.1361	0.6778	0.5391	0.9215

*Opmerking.* MID y min POST – MID x min POST: verschil tussen MID-meting op tijdstip y en tijdstip x na de MI-test

*Opmerking.* Normale verdeling als p-waarde  $> 0.05$ , Significante stijging MID als  $p \leq 0.05$  \* (Gepaarde t-test en Wilcoxon Signed Rank Test), Significante stijging MID als  $\leq 0.01$  \*\* (Bonferroni-correctie)

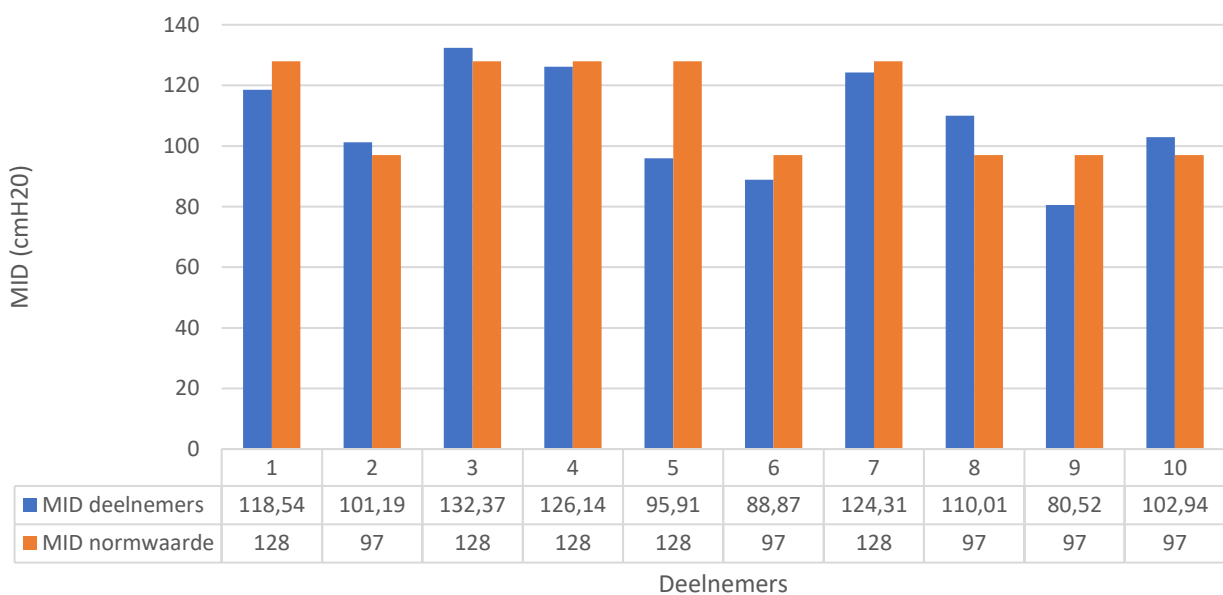




*Figuur 4.* Gemiddelde ISV op de verschillende MID POST metingen

#### 4.4 Normwaarden

Figuur 5 geeft de vergelijking tussen de normwaarden en de gemeten waarden per deelnemer weer. Zes van de tien deelnemers haalden de MID-normwaarden niet. De normwaarde voor mannen was vastgesteld op 128, en die voor vrouwen op 97 (Sclauser Pessoa et al., 2014). Vier mannen haalden de normwaarde van 128 niet, terwijl twee vrouwen de normwaarde van 97 niet haalden.



*Figuur 5.* Vergelijking MID-deelnemers met MID-normwaarden

## 5. Discussie

### 5.1 Reflectie over bevindingen in functie van onderzoeksvragen

De resultaten van deze studie toonden aan dat inspanningsgeïnduceerde ISV aanwezig was bij gezonde personen na een MI-test. Met andere woorden was er een daling in de MID na de MI-test. Daarnaast was er tussen de verschillende tijdstippen na de MI-test geen significant verschil gevonden tussen de MID.

Volgens de studie van Janssens et al (2013) was een statistisch significante daling van de MID na belasting van de inspiratoire spieren ten opzichte van de MID voor belasting van de inspiratoire spieren een mogelijke indicatie van inspanningsgeïnduceerde ISV. Verder is er in de literatuur nog geen consensus omtrent een minimaal klinisch relevant verschil van de MID om dit als inspanningsgeïnduceerde ISV te definiëren (Janssens, Brumagne, McConnell, Hermans, et al., 2013). Tot op heden werd een minimale daling van 10% tot 15% ten opzichte van de MID voor de inspanning gebruikt om een klinisch relevant verschil vast te stellen (Mador et al., 2002; Mador et al., 1996). In deze studie werd statistisch op elk tijdstip na de MI-test een significant verschil vastgesteld. Dit betekende dat inspanningsgeïnduceerde ISV aanwezig was tot 30 minuten na de inspanningstest. Bij het toepassen van een minimale daling van 10% was inspanningsgeïnduceerde ISV slechts aanwezig tot vijf minuten na de MI-test. Bij een minimale daling van 15% was er klinisch geen inspanningsgeïnduceerde ISV aanwezig.

Op elk tijdstip na de MI-test was een significante daling aanwezig van de MID ten opzichte van het voorgaande tijdstip. De daling van de MID betekende dat inspanningsgeïnduceerde ISV aanwezig was tot 30 minuten na de MI-test (NHLBI, 1990). Deze observatie kwam overeen met eerder uitgevoerde studies waarbij inspanningsgeïnduceerde ISV onderzocht werd bij gezonde personen (Coast et al., 1999; Johnson et al., 1993; Ozkaplan et al., 2005). Echter, wanneer er specifiek gekeken werd naar inspanningsgeïnduceerde diafragma- vermoeidheid en er een andere meetmethode gebruikt werd, werden andere resultaten gevonden. Zo vond Wragg (1994) dat diafragma-kracht na inspanning juist toenam wanneer gemeten met een onvrijwillige contractie namelijk de nervus phrenicus stimulatie (Wragg et al., 1994). Hierbij duurde het 20 minuten tot dat diafragma-kracht was gedaald tot de beginwaarde, door het twitch potentiaton effect dat ontstaat (Wragg et al., 1994).

Verschillende studies publiceerden normwaarden voor MID (Black & Hyatt, 1969; Bruschi et al., 1992; Enright et al., 1994; Harik-Khan et al., 1998; Neder et al., 1999; Wilson et al., 1984). Er was een grote variabiliteit tussen de studies betreffende normwaarden waardoor een verhoogd risico aanwezig was voor een misdiagnose van inspiratoire spierzwakte (Rodrigues et al., 2017). Vier van de tien geïncludeerde deelnemers voldeden aan de normwaarden die weergegeven werden in de systematische review van Sclauser Pessoa (2014). Op basis van de resultaten kon er gesteld worden dat zes deelnemers inspiratoire spierzwakte vertoonden. Vergelijkingen met de normwaarde moeten wel met voorzichtigheid geïnterpreteerd worden. Tussen de geïncludeerde studies in de systematische review van Sclauser Pessoa (2014) is er een grote variatie in het uitvoeren van de MID-metingen met als gevolg dat normwaarden van de systematische review minder betrouwbaar en valide zijn (Sclauser Pessoa et al., 2014). Verder toonde onderzoek aan dat hogere MID-normwaarden beter zijn om inspiratoire spierzwakte te discrimineren (Rodrigues et al., 2017).

Onderzoek naar inspanningsgeïnduceerde ISV bij patiëntenpopulaties is beperkt. Bij patiënten met COPD is er één onderzoek gekend dat inspanningsgeïnduceerde ISV onderzocht heeft, waarbij deze aanwezig is onmiddellijk na de inspanning (Bachasson et al., 2013). Eén studie onderzocht inspanningsgeïnduceerde ISV bij personen met lage rugpijn, waaruit bleek dat diafragma vermoeidheid tot 45 minuten na de inspanning aanwezig was (Janssens, Brumagne, McConnell, Hermans, et al., 2013). Aangezien er beperkte evidentie was en inspanningsgeïnduceerde ISV afhankelijk was van de intensiteit, duur en type van inspanning moesten resultaten met voorzichtigheid geïnterpreteerd worden in functie van generalisatie (Ohya et al., 2015).

Tevens toonde onderzoek aan dat er een overdiagnose is van inspiratoire spierzwakte via MID-metingen in vergelijking met een combinatie van testen zoals MID-meting, slokdarm- en nasale druk metingen (Steier et al., 2007). Zo demonstreerde een studie dat de vaststelling van inspiratoire spierzwakte 19% lager was bij een combinatie van testen in vergelijking met een MID-meting alleen (Steier et al., 2007). Daarnaast moest rekening gehouden worden met enkele andere factoren die de studieresultaten beïnvloed kunnen hebben zoals het aantal uren slaap, inspanningen 72 uur voor de metingen, inname van prestatiebevorderende middelen enzovoort. Tot op heden zijn er geen gekende studies die deze factoren onderzochten. Voorts is het mogelijk dat enkele deelnemers hun respiratoire limiet niet bereikten tijdens de MI-test. Een respiratoire uitwisselingsratio groter dan of gelijk aan 1.10 werd gebruikt als indicatie voor een maximale test. Echter gaf dit enkel een mogelijk beeld over perifere vermoeidheid en niet over de cardiale of respiratoire limiet (Balady et al., 2010).

Daarnaast moest rekening gehouden worden met de mogelijkheid dat er deelnemers waren die weinig ervaring hadden met fietsen, waardoor ze voortijdig hun limiet bereikten door perifere vermoeidheid (Takken et al., 2009). Onderzoek toonde aan dat de  $VO_{2max}$  10 tot 15% lager kan zijn bij een fietstest in vergelijking met testen op de loopband bij personen die weinig ervaring hebben (Takken et al., 2009).

## **5.2 Sterktes en limitaties**

Deze studie had enkele sterktes namelijk een gelijke verdeling van mannen en vrouwen in de steekproef. Verder werd een gestandaardiseerd protocol toegepast voor het meten van de MID dat werd uitgevoerd door één onderzoeker. De scores werden voor de deelnemers geblindeerd om mogelijke motivatie bias te voorkomen. Tot slot werden meetresultaten geblindeerd voor de beoordelaars. Daarnaast waren er enkele limitaties in de studie. Ten eerste moesten de resultaten met voorzichtigheid geïnterpreteerd worden door de kleine steekproefgrootte. Ten tweede bleek uit de resultaten dat er grote individuele verschillen waren tussen de deelnemers. Doordat de MID-meting afhankelijk is van een vrijwillige contractie van de deelnemers, was het moeilijk om lagere waarden te interpreteren aangezien ze kunnen wijzen op spierzwakte van de inspiratoire spieren of een gebrek aan motivatie (Polkey et al., 1995). Maar er werd getracht het effect van motivatie te reduceren door bij elke MID-meting dezelfde instructies te gebruiken. Tot slot is de kans aanwezig dat enkel de sportiefste en meest gemotiveerde deelnemers wilden deelnemen waardoor de kans op steekproef bias bestaande is.

## **5.3 Aanbevelingen voor toekomstige studies**

Er is verder onderzoek nodig om de duur en mate van inspanningsgeïnduceerde ISV vast te stellen langer dan 30 minuten na de MI-test. Zoals eerder vermeld waren er enkele beïnvloedende factoren die mogelijk een effect hadden op MID. Naar toekomstige studies is het aangewezen deze mogelijke beïnvloedende factoren te bevragen en te onderzoeken. Voorts wordt aanbevolen naar volgende studies om een grotere steekproef te onderzoeken voor een betere generaliseerbaarheid van de resultaten.



## **6. Conclusie**

Uit het onderzoek is gebleken dat inspanningsgeïnduceerde ISV aanwezig was bij gezonde personen tot 30 minuten na een MI-test. Tussen de verschillende MID-metingen na de MI-test werden geen significante verschillen gevonden. Verder onderzoek is noodzakelijk om de duur en mate van inspanningsgeïnduceerde ISV te bepalen. Voorts is het aanbevolen onderzoek te doen naar de beïnvloedende factoren op de MID-meting.



## 7. Referentielijst

1. ATS/ERS. (2002). ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med*, 166(4), 518-624. <https://doi.org/10.1164/rccm.166.4.518>
2. Babcock, M. A., Pegelow, D. F., Harms, C. A., & Dempsey, J. A. (2002). Effects of respiratory muscle unloading on exercise-induced diaphragm fatigue. *J Appl Physiol (1985)*, 93(1), 201-206. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00612.2001>
3. Bachasson, D., Wuyam, B., Pepin, J. L., Tamsier, R., Levy, P., & Verges, S. (2013). Quadriceps and respiratory muscle fatigue following high-intensity cycling in COPD patients. *PLoS One*, 8(12), e83432. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0083432>
4. Balady, G. J., Arena, R., Sietsema, K., Myers, J., Coke, L., Fletcher, G. F., Forman, D., Franklin, B., Guazzi, M., Gulati, M., Keteyian, S. J., Lavie, C. J., Macko, R., Mancini, D., & Milani, R. V. (2010). Clinician's Guide to cardiopulmonary exercise testing in adults: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 122(2), 191-225. <https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e3181e52e69>
5. Beeckmans, N., Vermeersch, A., Lysens, R., Van Wambeke, P., Goossens, N., Thys, T., Brumagne, S., & Janssens, L. (2016). The presence of respiratory disorders in individuals with low back pain: A systematic review. *Man Ther*, 26, 77-86. <https://doi.org/10.1016/j.math.2016.07.011>
6. Black, L. F., & Hyatt, R. E. (1969). Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis*, 99(5), 696-702. <https://doi.org/10.1164/arrd.1969.99.5.696>
7. Brumagne, S., Diers, M., Danneels, L., Moseley, G. L., & Hodges, P. W. (2019). Neuroplasticity of Sensorimotor Control in Low Back Pain. *J Orthop Sports Phys Ther*, 49(6), 402-414. <https://doi.org/10.2519/jospt.2019.8489>
8. Bruschi, C., Cerveri, I., Zoia, M. C., Fanfulla, F., Fiorentini, M., Casali, L., Grassi, M., & Grassi, C. (1992). Reference values of maximal respiratory mouth pressures: a population-based study. *Am Rev Respir Dis*, 146(3), 790-793. <https://doi.org/10.1164/ajrccm/146.3.790>
9. Chevrolet, J. C., Tschopp, J. M., Blanc, Y., Rochat, T., & Junod, A. F. (1993). Alterations in inspiratory and leg muscle force and recovery pattern after a marathon. *Med Sci Sports Exerc*, 25(4), 501-507.



10. Coast, J. R., Clifford, P. S., Henrich, T. W., Stray-Gundersen, J., & Johnson, R. L., Jr. (1990). Maximal inspiratory pressure following maximal exercise in trained and untrained subjects. *Med Sci Sports Exerc*, 22(6), 811-815. <https://doi.org/10.1249/00005768-199012000-00013>
11. Coast, J. R., Haverkamp, H. C., Finkbone, C. M., Anderson, K. L., George, S. O., & Herb, R. A. (1999). Alterations in pulmonary function following exercise are not caused by the work of breathing alone. *Int J Sports Med*, 20(7), 470-475. <https://doi.org/10.1055/s-1999-8828>
12. Dimitriadis, Z., Kapreli, E., Konstantinidou, I., Oldham, J., & Strimpakos, N. (2011). Test/retest reliability of maximum mouth pressure measurements with the MicroRPM in healthy volunteers. *Respir Care*, 56(6), 776-782. <https://doi.org/10.4187/respcare.00783>
13. Enright, P. L., Kronmal, R. A., Manolio, T. A., Schenker, M. B., & Hyatt, R. E. (1994). Respiratory muscle strength in the elderly. Correlates and reference values. Cardiovascular Health Study Research Group. *Am J Respir Crit Care Med*, 149(2 Pt 1), 430-438. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.149.2.8306041>
14. Harik-Khan, R. I., Wise, R. A., & Fozard, J. L. (1998). Determinants of maximal inspiratory pressure. The Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Am J Respir Crit Care Med*, 158(5 Pt 1), 1459-1464. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.158.5.9712006>
15. Hodges, P. W., & Danneels, L. (2019). Changes in Structure and Function of the Back Muscles in Low Back Pain: Different Time Points, Observations, and Mechanisms. *J Orthop Sports Phys Ther*, 49(6), 464-476. <https://doi.org/10.2519/jospt.2019.8827>
16. Jakovljevic, D. G., & McConnell, A. K. (2009). Influence of different breathing frequencies on the severity of inspiratory muscle fatigue induced by high-intensity front crawl swimming. *J Strength Cond Res*, 23(4), 1169-1174. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318199d707>
17. Jalan, N. S., Daftari, S. S., Retharekar, S. S., Rairikar, S. A., Shyam, A. M., & Sancheti, P. K. (2015). Intra- and inter-rater reliability of maximum inspiratory pressure measured using a portable capsule-sensing pressure gauge device in healthy adults. *Can J Respir Ther*, 51(2), 39-42.
18. Janssens, L., Brumagne, S., McConnell, A. K., Hermans, G., Troosters, T., & Gayan-Ramirez, G. (2013). Greater diaphragm fatigability in individuals with recurrent low back pain. *Respir Physiol Neurobiol*, 188(2), 119-123. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2013.05.028>
19. Janssens, L., Brumagne, S., McConnell, A. K., Raymaekers, J., Goossens, N., Gayan-Ramirez, G., Hermans, G., & Troosters, T. (2013). The assessment of inspiratory muscle fatigue in

- healthy individuals: a systematic review. *Respir Med*, 107(3), 331-346.  
<https://doi.org/10.1016/j.rmed.2012.11.019>
20. Janssens, L., Brumagne, S., Polspoel, K., Troosters, T., & McConnell, A. (2010). The effect of inspiratory muscles fatigue on postural control in people with and without recurrent low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*, 35(10), 1088-1094.  
<https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181bee5c3>
21. Janssens, L., McConnell, A. K., Pijnenburg, M., Claeys, K., Goossens, N., Lysens, R., Troosters, T., & Brumagne, S. (2015). Inspiratory muscle training affects proprioceptive use and low back pain. *Med Sci Sports Exerc*, 47(1), 12-19.  
<https://doi.org/10.1249/mss.0000000000000385>
22. Janssens, L., Pijnenburg, M., Claeys, K., McConnell, A. K., Troosters, T., & Brumagne, S. (2013). Postural strategy and back muscle oxygenation during inspiratory muscle loading. *Med Sci Sports Exerc*, 45(7), 1355-1362. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182853d27>
23. Johnson, B. D., Babcock, M. A., Suman, O. E., & Dempsey, J. A. (1993). Exercise-induced diaphragmatic fatigue in healthy humans. *J Physiol*, 460, 385-405.  
<https://doi.org/10.1113/jphysiol.1993.sp019477>
24. Klimathianaki, M., Vaporidi, K., & Georgopoulos, D. (2011). Respiratory muscle dysfunction in COPD: from muscles to cell. *Curr Drug Targets*, 12(4), 478-488.  
<https://doi.org/10.2174/138945011794751474>
25. Kocjan, J., Adamek, M., Gzik-Zroska, B., Czyżewski, D., & Rydel, M. (2017). Network of breathing. Multifunctional role of the diaphragm: a review. *Adv Respir Med*, 85(4), 224-232. <https://doi.org/10.5603/arm.2017.0037>
26. Kurti, S. P., Smith, J. R., Emerson, S. R., Castinado, K. M., & Harms, C. A. (2015). Absence of Respiratory Muscle Fatigue in High-Intensity Continuous or Interval Cycling Exercise. *J Strength Cond Res*, 29(11), 3171-3176. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000974>
27. Lomax, M., Kapus, J., Webb, S., & Ušaj, A. (2019). The effect of inspiratory muscle fatigue on acid-base status and performance during race-paced middle-distance swimming. *J Sports Sci*, 37(13), 1499-1505. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1574250>
28. Lomax, M. E., & McConnell, A. K. (2003). Inspiratory muscle fatigue in swimmers after a single 200 m swim. *J Sports Sci*, 21(8), 659-664.  
<https://doi.org/10.1080/0264041031000101999>
29. Luo, Z., Han, S., Sun, W., Wang, Y., Liu, S., Yang, L., Pang, B., Jin, J., Chen, H., Cao, Z., & Ma, Y. (2020). Maintenance of spontaneous breathing at an intensity of 60%-80% may

- effectively prevent mechanical ventilation-induced diaphragmatic dysfunction. *PLoS One*, 15(3), e0229944. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229944>
30. Mador, M. J., Khan, S., & Kufel, T. J. (2002). Bilateral anterolateral magnetic stimulation of the phrenic nerves can detect diaphragmatic fatigue. *Chest*, 121(2), 452-458. <https://doi.org/10.1378/chest.121.2.452>
31. Mador, M. J., Rodis, A., Magalang, U. J., & Ameen, K. (1996). Comparison of cervical magnetic and transcutaneous phrenic nerve stimulation before and after threshold loading. *Am J Respir Crit Care Med*, 154(2 Pt 1), 448-453. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.154.2.8756821>
32. McConnell, A. K., Caine, M. P., & Sharpe, G. R. (1997). Inspiratory muscle fatigue following running to volitional fatigue: the influence of baseline strength. *Int J Sports Med*, 18(3), 169-173. <https://doi.org/10.1055/s-2007-972614>
33. McLafferty, E., Johnstone, C., Hendry, C., & Farley, A. (2013). Respiratory system part 1: pulmonary ventilation. *Nurs Stand*, 27(22), 40-47. <https://doi.org/10.7748/ns2013.01.27.22.40.e4216>
34. Muranaka, M., Suzuki, Y., Ando, R., & Sengoku, Y. (2021). Change in short distance swimming performance following inspiratory muscle fatigue. *J Sports Med Phys Fitness*, 61(11), 1433-1440. <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.20.11775-4>
35. Neder, J. A., Andreoni, S., Lerario, M. C., & Nery, L. E. (1999). Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res*, 32(6), 719-727. <https://doi.org/10.1590/s0100-879x1999000600007>
36. Newell, S. Z., McKenzie, D. K., & Gandevia, S. C. (1989). Inspiratory and skeletal muscle strength and endurance and diaphragmatic activation in patients with chronic airflow limitation. *Thorax*, 44(11), 903-912. <https://doi.org/10.1136/thx.44.11.903>
37. NHLBI. (1990). NHLBI Workshop summary. Respiratory muscle fatigue. Report of the Respiratory Muscle Fatigue Workshop Group. *Am Rev Respir Dis*, 142(2), 474-480. <https://doi.org/10.1164/ajrccm/142.2.474>
38. Ohya, T., Hagiwara, M., & Suzuki, Y. (2015). Inspiratory muscle warm-up has no impact on performance or locomotor muscle oxygenation during high-intensity intermittent sprint cycling exercise. *Springerplus*, 4, 556. <https://doi.org/10.1186/s40064-015-1355-2>
39. Ozkaplan, A., Rhodes, E. C., Sheel, A. W., & Taunton, J. E. (2005). A comparison of inspiratory muscle fatigue following maximal exercise in moderately trained males and females. *Eur J Appl Physiol*, 95(1), 52-56. <https://doi.org/10.1007/s00421-005-1399-z>

40. Polkey, M. I., Green, M., & Moxham, J. (1995). Measurement of respiratory muscle strength. *Thorax*, 50(11), 1131-1135. <https://doi.org/10.1136/thx.50.11.1131>
41. Rodrigues, A., Da Silva, M. L., Berton, D. C., Cipriano, G., Jr., Pitta, F., O'Donnell, D. E., & Neder, J. A. (2017). Maximal Inspiratory Pressure: Does the Choice of Reference Values Actually Matter? *Chest*, 152(1), 32-39. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2016.11.045>
42. Romer, L. M., & Polkey, M. I. (2008). Exercise-induced respiratory muscle fatigue: implications for performance. *J Appl Physiol (1985)*, 104(3), 879-888. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01157.2007>
43. Sclauser Pessoa, I. M., Franco Parreira, V., Fregonezi, G. A., Sheel, A. W., Chung, F., & Reid, W. D. (2014). Reference values for maximal inspiratory pressure: a systematic review. *Can Respir J*, 21(1), 43-50. <https://doi.org/10.1155/2014/982374>
44. Similowski, T., Yan, S., Gauthier, A. P., Macklem, P. T., & Bellemare, F. (1991). Contractile properties of the human diaphragm during chronic hyperinflation. *N Engl J Med*, 325(13), 917-923. <https://doi.org/10.1056/nejm199109263251304>
45. Smith, J. R., Ade, C. J., Broxterman, R. M., Skutnik, B. C., Barstow, T. J., Wong, B. J., & Harms, C. A. (2014). Influence of exercise intensity on respiratory muscle fatigue and brachial artery blood flow during cycling exercise. *Eur J Appl Physiol*, 114(8), 1767-1777. <https://doi.org/10.1007/s00421-014-2905-y>
46. Steier, J., Kaul, S., Seymour, J., Jolley, C., Rafferty, G., Man, W., Luo, Y. M., Roughton, M., Polkey, M. I., & Moxham, J. (2007). The value of multiple tests of respiratory muscle strength. *Thorax*, 62(11), 975-980. <https://doi.org/10.1136/thx.2006.072884>
47. Takken, T., Blank, A. C., Hulzebos, E. H., van Brussel, M., Groen, W. G., & Helders, P. J. (2009). Cardiopulmonary exercise testing in congenital heart disease: equipment and test protocols. *Neth Heart J*, 17(9), 339-344. <https://doi.org/10.1007/bf03086280>
48. Tudorache, V., Oancea, C., & Mlădinescu, O. F. (2010). Clinical relevance of maximal inspiratory pressure: determination in COPD exacerbation. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 5, 119-123. <https://doi.org/10.2147/copd.s9194>
49. Verbrugghe, J., Agten, A., Stevens, S., Hansen, D., Demoulin, C., B, O. E., Vandenabeele, F., & Timmermans, A. (2019). Exercise Intensity Matters in Chronic Nonspecific Low Back Pain Rehabilitation. *Med Sci Sports Exerc*, 51(12), 2434-2442. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000002078>
50. Vogiatzis, I., Georgiadou, O., Giannopoulou, I., Koskolou, M., Zakyntinos, S., Kostikas, K., Kosmas, E., Wagner, H., Peraki, E., Koutsoukou, A., Koulouris, N., Wagner, P. D., & Roussos, J. (2018). Maximal inspiratory pressure and respiratory muscle strength in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*, 197(12), 1613-1621. <https://doi.org/10.1164/rccm.201711-2213OC>

- C. (2006). Effects of exercise-induced arterial hypoxaemia and work rate on diaphragmatic fatigue in highly trained endurance athletes. *J Physiol*, 572(Pt 2), 539-549.  
<https://doi.org/10.1113/jphysiol.2005.102442>
51. Volianitis, S., McConnell, A. K., Koutedakis, Y., McNaughton, L., Backx, K., & Jones, D. A. (2001). Inspiratory muscle training improves rowing performance. *Med Sci Sports Exerc*, 33(5), 803-809. <https://doi.org/10.1097/00005768-200105000-00020>
52. Wilson, S. H., Cooke, N. T., Edwards, R. H., & Spiro, S. G. (1984). Predicted normal values for maximal respiratory pressures in caucasian adults and children. *Thorax*, 39(7), 535-538.  
<https://doi.org/10.1136/thx.39.7.535>
53. Wragg, S., Hamnegard, C., Road, J., Kyroussis, D., Moran, J., Green, M., & Moxham, J. (1994). Potentiation of diaphragmatic twitch after voluntary contraction in normal subjects. *Thorax*, 49(12), 1234-1237. <https://doi.org/10.1136/thx.49.12.1234>

## 8. Bijlagen

### Bijlage 1 Informatiebrief

#### **EEN HOOG-INTENSIEF TRAININGSPROGRAMMA TER VERBETERING VAN MIDDENRIF-FUNCTIE BIJ PERSONEN MET CHRONISCHE LAGE RUGPIJN**

In deze studie zullen we de effecten van hoge intensiteitstraining (HIT) vergelijken met de effecten van matige intensiteitstraining (MIT) op het functioneren van het middenrif bij personen met chronische lage rugpijn. We weten namelijk op dit moment dat HIT in deze patiëntengroep tot betere effecten leidt dan MIT. Jammer genoeg is het nog onduidelijk waarom HIT tot betere effecten leidt, maar we vermoeden dat dit komt omdat HIT het functioneren van het middenrif verbetert.

Daarom zullen we in deze studie personen met chronische lage rugpijn rekruteren. Zij zullen verdeeld worden in twee groepen: de ene groep volgt een HIT-programma, de andere groep een MIT-programma. De effecten van beide trainingsprogramma's op onder andere het functioneren van het middenrif zullen vergeleken worden.

In het kader van een masterproef zullen hiernaast ook gezonde personen gerekruteerd worden zodat de resultaten van deze groep kunnen vergeleken worden met de resultaten van personen met chronische lage rugpijn.

Daarom stellen wij u voor om aan deze masterproefstudie deel te nemen als gezonde persoon. Voordat u toestemt, moet u op de hoogte gesteld worden van de:

**(1) Inhoud van de studie.** U zal uitgenodigd worden in het onderzoekscentrum REVAL (UHasselt, Diepenbeek, BE) voor één meetmoment (duur: ±1.5u). Tijdens dit meetmoment zullen we u vragen om een maximale inspanningstest op een fietsergometer uit te voeren. Meteen voor en na deze inspanningstest, zullen we u vragen om maximaal in te ademen in een klein toestel dat de maximale kracht van uw middenrif meet.

#### **(2) Voorwaarden om deel te nemen**

U mag deelnemen indien u tussen de 18 en 65 jaar oud bent, geen acute of chronische problematiek heeft van het spier- en/of botstelsel, en u Nederlands begrijpt

U mag niet deelnemen indien u (1) één van volgende problematieken heeft: parese (krachtsverlies) en sensorische stoornissen met een neurologische oorzaak, diabetes mellitus, rheumatoïde arthritis, gekende vestibulaire of evenwichtsproblemen, chronische obstructieve ademhalingsaandoening, of (2) zwanger bent.

**(3) Risico's.** De gebruikte meetmethoden zijn niet invasief. Echter zijn er enkele beperkte risico's. Na het uitvoeren van de maximale inspanningstest kan het zijn dat u lichte spierlast ondervindt in de gebruikte spiergroepen (vooral in de benen). Dit is normaal en houdt geen verdere risico's in. Wel wordt u aangeraden geen intensieve inspanning te leveren de dag van en na de testing. Er is een zeer beperkte kans op spierverrekking of spierscheur. Echter wordt er door de opwarming voor gezorgd dat uw spieren maximaal voorbereid zijn op de komende belasting. Ook zal de studie volledig volgens de huidige COVID-19-maatregelen verlopen.

**(4) Voordelen.** Als deelnemer van deze studie voert u kosteloos een gestandaardiseerde inspanningstest uit, waarvan u achteraf een individueel rapport ontvangt dat besproken wordt met ervaringsdeskundige therapeut.

Bijlage 2 Tabel resultaten MID-metingen

**Tabel 2**

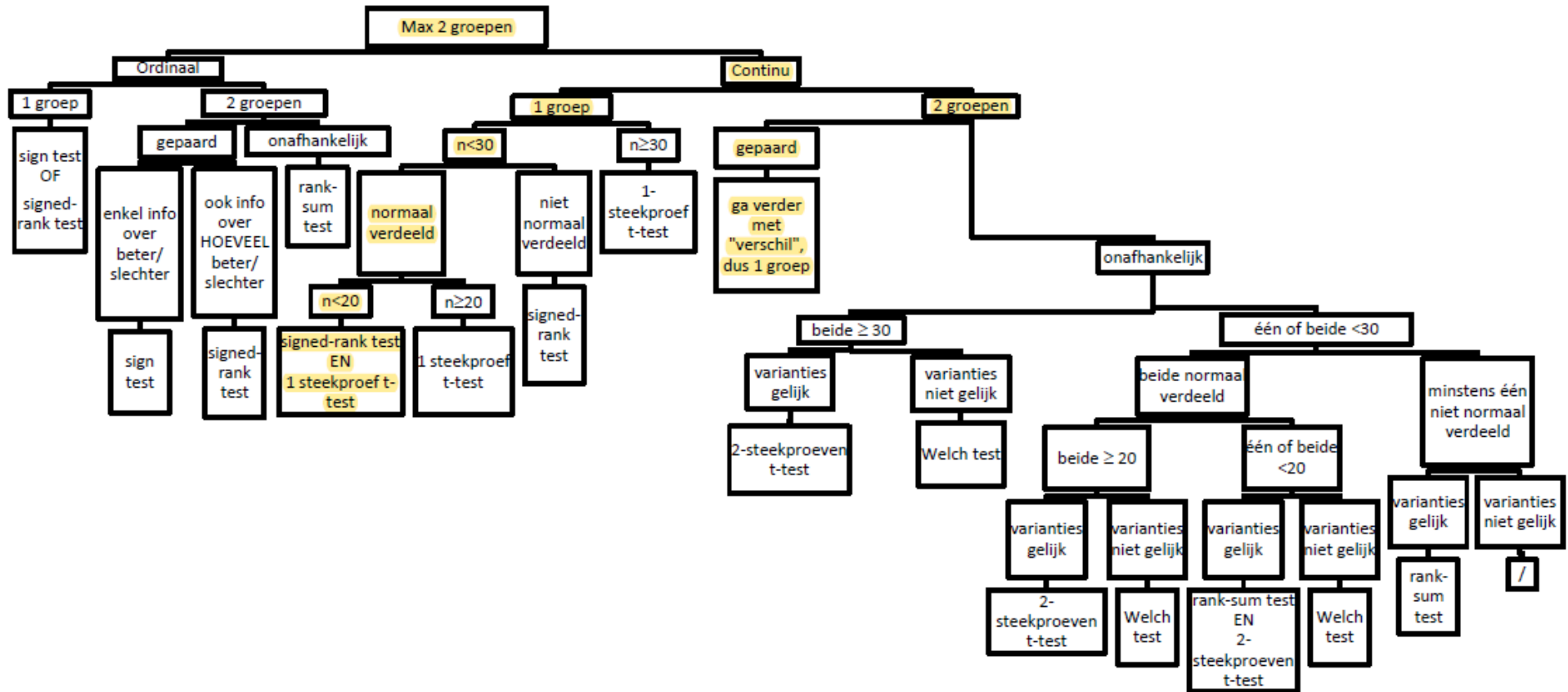
*Resultaten MID-metingen*

deelnemers	MID PRE		MID 3 min POST		MID 4 min POST		MID 5 min POST		MID 15 min POST		MID 30 min POST	
	waarde	verschil	waarde	verschil	waarde	verschil	waarde	verschil	waarde	verschil	waarde	verschil
1	118.54	103.2	-15.34	114.4	-4.14	112.66	-5.88	118.5	0.04	123.8	5.26	
2	101.19	105.95	4.76	94	-7.19	100.41	-0.78	89.45	11.74	92.16	-9.03	
3	132.37	128.94	-3.43	133.4	1.03	127.03	-5.34	128.23	4.14	123.72	-8.65	
4	126.14	120.45	-5.69	124.21	-1.93	116.33	-9.81	123.23	2.91	119.99	-6.15	
5	95.91	67.2	-28.71	76.2	-19.71	77.88	-18.03	77.22	18.69	80.13	-15.78	
6	88.87	81.09	-7.78	78.65	-10.22	79.65	-9.22	85.91	2.96	81.51	-7.36	
7	124.31	110.95	-13.36	107.07	-17.24	104.69	-19.62	101.39	22.92	114.57	-9.74	
8	110.01	103.5	-6.51	101.97	-8.04	102.81	-7.2	106.2	3.81	101.4	-8.61	
9	80.52	56.94	-23.58	60.3	-20.22	58.2	-22.32	59.75	20.77	68.11	-12.41	
10	102.94	79.46	-23.48	77.43	-25.51	76.23	-26.71	89.48	13.46	83.82	-19.12	

*Opmerking.* Waarde: MID op bovenstaand tijdstip, Verschil: verschil tussen waarde MID PRE en waarde bovenstaand tijdstip

*Opmerking.* Resultaten zijn uitgedrukt in de eenheid centimeter waterkolom (cmH2O)

Bijlage 3 Beslissingsboom statistiek





## Bijlage 4 Verklaring op eer Meyskens Matthias

### **Verklaring op Eer**

Ondergetekende, student aan de Universiteit Hasselt (UHasselt), faculteit Revalidatiewetenschappen aanvaardt de volgende voorwaarden en bepalingen van deze verklaring:

1. Ik ben ingeschreven als student aan de UHasselt in de opleiding Revalidatiewetenschappen en Kinesitherapie, waarbij ik de kans krijg om in het kader van mijn opleiding mee te werken aan onderzoek van de faculteit Revalidatiewetenschappen aan de UHasselt. Dit onderzoek wordt beleid door Prof dr. Annick Timmermans en drs. Sim Klaps en kadert binnen het opleidingsonderdeel Wetenschappelijke stage/masterproef deel 2. Ik zal in het kader van dit onderzoek creaties, schetsen, ontwerpen, prototypes en/of onderzoeksresultaten tot stand brengen in het domein van musculoskeletale revalidatie (hierna: "De Onderzoeksresultaten").
2. Bij de creatie van De Onderzoeksresultaten doe ik beroep op de achtergrondkennis, vertrouwelijke informatie<sup>1</sup>, universitaire middelen en faciliteiten van UHasselt (hierna: de "Expertise").
3. Ik zal de Expertise, met inbegrip van vertrouwelijke informatie, uitsluitend aanwenden voor het uitvoeren van hogergenoemd onderzoek binnen UHasselt. Ik zal hierbij steeds de toepasselijke regelgeving, in het bijzonder de Algemene Verordening Gegevensbescherming (EU 2016-679), in acht nemen.
4. Ik zal de Expertise (i) voor geen enkele andere doelstelling gebruiken, en (ii) niet zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van UHasselt op directe of indirecte wijze publiek maken.
5. Aangezien ik in het kader van mijn onderzoek beroep doe op de Expertise van de UHasselt, draag ik hierbij alle bestaande en toekomstige intellectuele eigendomsrechten op De Onderzoeksresultaten over aan de UHasselt. Deze overdracht omvat alle vormen van intellectuele eigendomsrechten, zoals onder meer – zonder daartoe beperkt te zijn – het auteursrecht, octrooirecht, merkenrecht, modellenrecht en knowhow. De overdracht geschiedt in de meest volledige omvang, voor de gehele wereld en voor de gehele beschermingsduur van de betrokken rechten.
6. In zoverre De Onderzoeksresultaten auteursrechtelijk beschermd zijn, omvat bovenstaande overdracht onder meer de volgende exploitatiewijzen, en dit steeds voor de hele beschermingsduur, voor de gehele wereld en zonder vergoeding:
  - het recht om De Onderzoeksresultaten vast te (laten) leggen door alle technieken en op alle dragers;
  - het recht om De Onderzoeksresultaten geheel of gedeeltelijk te (laten) reproduceren, openbaar te (laten) maken, uit te (laten) geven, te (laten) exploiteren en te (laten) verspreiden in eender welke vorm, in een onbeperkt aantal exemplaren;
  - het recht om De Onderzoeksresultaten te (laten) verspreiden en mee te (laten) delen aan het publiek door alle technieken met inbegrip van de kabel, de satelliet, het internet en alle vormen van computernetwerken;
  - het recht De Onderzoeksresultaten geheel of gedeeltelijk te (laten) bewerken of te (laten) vertalen en het (laten) reproduceren van die bewerkingen of vertalingen;

---

<sup>1</sup> Vertrouwelijke informatie betekent alle informatie en data door de UHasselt meegedeeld aan de student voor de uitvoering van deze overeenkomst, inclusief alle persoonsgegevens in de zin van de Algemene Verordening Gegevensbescherming (EU 2016/679), met uitzondering van de informatie die (a) reeds algemeen bekend is; (b) reeds in het bezit was van de student voor de mededeling ervan door de UHasselt; (c) de student verkregen heeft van een derde zonder enige geheimhoudingsplicht; (d) de student onafhankelijk heeft ontwikkeld zonder gebruik te maken van de vertrouwelijke informatie van de UHasselt; (e) wettelijk of als gevolg van een rechterlijke beslissing moet worden bekendgemaakt, op voorwaarde dat de student de UHasselt hiervan schriftelijk en zo snel mogelijk op de hoogte brengt.

- het recht De Onderzoeksresultaten te (laten) bewerken of (laten) wijzigen, onder meer door het reproduceren van bepaalde elementen door alle technieken en/of door het wijzigen van bepaalde parameters (zoals de kleuren en de afmetingen).

De overdracht van rechten voor deze exploitatiewijzen heeft ook betrekking op toekomstige onderzoeksresultaten tot stand gekomen tijdens het onderzoek aan UHasselt, eveneens voor de hele beschermingsduur, voor de gehele wereld en zonder vergoeding.

Ik behoud daarbij steeds het recht op naamvermelding als (mede)auteur van de betreffende Onderzoeksresultaten.

7. Ik zal alle onderzoeksdata, ideeën en uitvoeringen neerschrijven in een "laboratory notebook" en deze gegevens niet vrijgeven, tenzij met uitdrukkelijke toestemming van mijn UHasseltbegeleider **Prof dr. Annick Timmermans** en **drs. Sim Klaps**.
8. Na de evaluevaluatie van mijn onderzoek aan de UHasselt zal ik alle verkregen vertrouwelijke informatie, materialen, en kopieën daarvan, die nog in mijn bezit zouden zijn, aan UHasselt terugbezorgen.

Gelezen voor akkoord en goedgekeurd,

Naam: Matthias Meyskens

Adres: Rechtstraat 3A, 3570 Alken

Geboortedatum en -plaats : 6/10/1998, Antwerpen

Datum: 22/5/2022

Handtekening: 

## Bijlage 5 Verklaring op eer Timmermans Jens

### Verklaring op Eer

Ondergetekende, student aan de Universiteit Hasselt (UHasselt), faculteit Revalidatiewetenschappen aanvaardt de volgende voorwaarden en bepalingen van deze verklaring:

9. Ik ben ingeschreven als student aan de UHasselt in de opleiding Revalidatiewetenschappen en Kinesitherapie, waarbij ik de kans krijg om in het kader van mijn opleiding mee te werken aan onderzoek van de faculteit Revalidatiewetenschappen aan de UHasselt. Dit onderzoek wordt beleid door Prof dr. Annick Timmermans en drs. Sim Klaps en kadert binnen het opleidingsonderdeel Wetenschappelijke stage/masterproef deel 2. Ik zal in het kader van dit onderzoek creaties, schetsen, ontwerpen, prototypes en/of onderzoeksresultaten tot stand brengen in het domein van musculoskeletale revalidatie (hierna: "De Onderzoeksresultaten").
10. Bij de creatie van De Onderzoeksresultaten doe ik beroep op de achtergrondkennis, vertrouwelijke informatie<sup>2</sup>, universitaire middelen en faciliteiten van UHasselt (hierna: de "Expertise").
11. Ik zal de Expertise, met inbegrip van vertrouwelijke informatie, uitsluitend aanwenden voor het uitvoeren van hogergenoemd onderzoek binnen UHasselt. Ik zal hierbij steeds de toepasselijke regelgeving, in het bijzonder de Algemene Verordening Gegevensbescherming (EU 2016-679), in acht nemen.
12. Ik zal de Expertise (i) voor geen enkele andere doelstelling gebruiken, en (ii) niet zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van UHasselt op directe of indirecte wijze publiek maken.
13. Aangezien ik in het kader van mijn onderzoek beroep doe op de Expertise van de UHasselt, draag ik hierbij alle bestaande en toekomstige intellectuele eigendomsrechten op De Onderzoeksresultaten over aan de UHasselt. Deze overdracht omvat alle vormen van intellectuele eigendomsrechten, zoals onder meer – zonder daartoe beperkt te zijn – het auteursrecht, octrooirecht, merkenrecht, modellenrecht en knowhow. De overdracht geschiedt in de meest volledige omvang, voor de gehele wereld en voor de gehele beschermingsduur van de betrokken rechten.
14. In zoverre De Onderzoeksresultaten auteursrechtelijk beschermd zijn, omvat bovenstaande overdracht onder meer de volgende exploitatiewijzen, en dit steeds voor de hele beschermingsduur, voor de gehele wereld en zonder vergoeding:
  - het recht om De Onderzoeksresultaten vast te (laten) leggen door alle technieken en op alle dragers;
  - het recht om De Onderzoeksresultaten geheel of gedeeltelijk te (laten) reproduceren, openbaar te (laten) maken, uit te (laten) geven, te (laten) exploiteren en te (laten) verspreiden in eender welke vorm, in een onbeperkt aantal exemplaren;
  - het recht om De Onderzoeksresultaten te (laten) verspreiden en mee te (laten) delen aan het publiek door alle technieken met inbegrip van de kabel, de satelliet, het internet en alle vormen van computernetwerken;
  - het recht De Onderzoeksresultaten geheel of gedeeltelijk te (laten) bewerken of te (laten) vertalen en het (laten) reproduceren van die bewerkingen of vertalingen;

---

<sup>2</sup> Vertrouwelijke informatie betekent alle informatie en data door de UHasselt meegedeeld aan de student voor de uitvoering van deze overeenkomst, inclusief alle persoonsgegevens in de zin van de Algemene Verordening Gegevensbescherming (EU 2016/679), met uitzondering van de informatie die (a) reeds algemeen bekend is; (b) reeds in het bezit was van de student voor de mededeling ervan door de UHasselt; (c) de student verkregen heeft van een derde zonder enige geheimhoudingsplicht; (d) de student onafhankelijk heeft ontwikkeld zonder gebruik te maken van de vertrouwelijke informatie van de UHasselt; (e) wettelijk of als gevolg van een rechterlijke beslissing moet worden bekendgemaakt, op voorwaarde dat de student de UHasselt hiervan schriftelijk en zo snel mogelijk op de hoogte brengt.

- het recht De Onderzoeksresultaten te (laten) bewerken of (laten) wijzigen, onder meer door het reproduceren van bepaalde elementen door alle technieken en/of door het wijzigen van bepaalde parameters (zoals de kleuren en de afmetingen).

De overdracht van rechten voor deze exploitatiewijzen heeft ook betrekking op toekomstige onderzoeksresultaten tot stand gekomen tijdens het onderzoek aan UHasselt, eveneens voor de hele beschermingsduur, voor de gehele wereld en zonder vergoeding.

Ik behoud daarbij steeds het recht op naamvermelding als (mede)auteur van de betreffende Onderzoeksresultaten.

15. Ik zal alle onderzoeksdata, ideeën en uitvoeringen neerschrijven in een "laboratory notebook" en deze gegevens niet vrijgeven, tenzij met uitdrukkelijke toestemming van mijn UHasseltbegeleider Prof dr. Annick Timmermans en drs. Sim Klaps.
16. Na de eindevaluatie van mijn onderzoek aan de UHasselt zal ik alle verkregen vertrouwelijke informatie, materialen, en kopieën daarvan, die nog in mijn bezit zouden zijn, aan UHasselt terugbezorgen.

Gelezen voor akkoord en goedgekeurd,

Naam: Jens Timmermans

Adres: Blookstraat 45, 3511 Kuringen

Geboortedatum en -plaats : 07/07/1998, Hasselt

Datum: 22/05/2022

Handtekening:

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Jens Timmermans', with a large, sweeping flourish underneath.



In te vullen door de promotor(en) en eventuele copromotor aan het einde van MP2:


<b>Naam Student(e):</b> <u>Meyskens Matthias, Timmermans Jens</u> .....	<b>Datum:</b> <u>30/05/2022</u> .....
<b>Titel Masterproef:</b> <u>De aanwezigheid van inspanningsgeïnduceerde inspiratoire spiervermoeidheid bij gezonde personen: een cross-sectionele studie</u>	

- 1) Geef aan in hoeverre de student(e) onderstaande competenties zelfstandig uitvoerde:
- NVT: De student(e) leverde hierin geen bijdrage, aangezien hij/zij in een reeds lopende studie meewerkte.
  - 1: De student(e) was niet zelfstandig en sterk afhankelijk van medestudent(e) of promotor en teamleden bij de uitwerking en uitvoering.
  - 2: De student(e) had veel hulp en ondersteuning nodig bij de uitwerking en uitvoering.
  - 3: De student(e) was redelijk zelfstandig bij de uitwerking en uitvoering
  - 4: De student(e) had weinig tot geringe hulp nodig bij de uitwerking en uitvoering.
  - 5: De student(e) werkte zeer zelfstandig en had slechts zeer sporadisch hulp en bijsturing nodig van de promotor of zijn team bij de uitwerking en uitvoering.

Competenties	NVT	1	2	3	4	5
Opstelling onderzoeksvraag	0	0	0	0	✓	0
Methodologische uitwerking	0	0	0	0	✓	0
Data acquisitie	✓	0	0	0	0	0
Data management	0	0	0	0	0	0
Dataverwerking/Statistiek	0	0	0	0	✓	0
Rapportage	0	0	0	0	✓	0

- 2) Niet-bindend advies: Student(e) krijgt toelating/~~geen toelating~~ (schrappen wat niet past) om bovenvermelde Wetenschappelijke stage/masterproef deel 2 te verdedigen in bovenvermelde periode. Deze eventuele toelating houdt geen garantie in dat de student geslaagd is voor dit opleidingsonderdeel.
- 3) Deze wetenschappelijke stage/masterproef deel 2 mag wel/~~niet~~ (schrappen wat niet past) openbaar verdedigd worden.
- 4) Deze wetenschappelijke stage/masterproef deel 2 mag wel/~~niet~~ (schrappen wat niet past) opgenomen worden in de bibliotheek en docserver van de UHasselt.

Datum en handtekening  
Student(e)



  
30/05/2022

Datum en handtekening  
promotor(en)



30/05/2022

Datum en handtekening  
Co-promotor(en)



30/05/2022