

2016•2017
FACULTEIT GENEESKUNDE EN LEVENSWETENSCHAPPEN
*master in de revalidatiewetenschappen en de
kinesitherapie*

Masterproef

Onderscheid tussen fysieke fysiologische uitkomstmaten bij voetballers tijdens
laboratorium- en veldtesten

Promotor :
Prof. dr. Bert OP 'T EIJNDE

Thomas Van Haele , Stien Willekens

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

2016•2017
FACULTEIT GENEESKUNDE EN
LEVENSWETENSCHAPPEN
*master in de revalidatiewetenschappen en de
kinesitherapie*

Masterproef

Onderscheid tussen fysieke fysiologische uitkomstmaten
bij voetballers tijdens laboratorium- en veldtesten

Promotor :
Prof. dr. Bert OP 'T EIJNDE

Thomas Van Haele , Stien Willekens

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

Masterthesis Deel II

Onderscheid tussen fysieke fysiologische uitkomstmaten bij voetballers tijdens laboratorium- en veldtesten

Opgesteld volgens de richtlijnen van *Medicine & Science in Sports & Exercise*

Masterproef tot het behalen van de Master of Science in de Revalidatiewetenschappen en de Kinesitherapie

Door Thomas Van Haele & Stien Willekens

O.l.v. Prof. Dr. B. Op 't Eijnde, promotor

Woord vooraf:

Vele mensen hebben meegeholpen aan de totstandkoming van deze thesis. Wij willen van deze gelegenheid gebruik maken om hen te bedanken voor hun steun, inzet en vertrouwen. Vooreerst, willen we een woord van dank geven aan onze Prof. Dr. B. Op 't Eijnde voor zijn uitstekende begeleiding doorheen deze masterproef deel 1 en 2. Ook willen we Dhr. Charly Keysman bedanken voor het voorzien van de nodige instrumenten voor het afnemen van de veldtests. Zonder het Onderzoekscentrum REVAL, met zijn geavanceerde apparatuur voor het afnemen van maximale inspanningstests, had dit onderzoek niet kunnen plaatsvinden.

Ten slotte, richten we een speciaal dankwoord aan alle betrokken voetbalteams in deze studie namelijk Lommel United, K. Verbroedering Balen, F.C. Torpedo Hasselt, K.S. Hasselt, K. Sint-Truiden V.V., K.V.C. Westerlo, K. Patro Eisden Maasmechelen en S.C Donk voor hun toegewijde medewerking tijdens dit onderzoeksproject.

Situering van het onderzoek

Voetbal is één van de meest beoefende sporten wereldwijd, door tal van leeftijdscategorieën en niveaus. Het is echter een complexe sport [11] vermits de prestatie tijdens de wedstrijd bepaald wordt door verschillende componenten [12]. Eén van de voornaamste componenten blijkt de fysieke conditie te zijn [4]. Voetbal is daarenboven de laatste jaren op het professionele niveau geëvolueerd naar een bedeutend competitieve sport [8] waardoor de accurate beoordeling van componenten, zoals de fysieke conditie, steeds belangrijker worden. Bijgevolg ligt de nadruk op de optimalisatie van o.a. de fysieke conditie bij professionele voetballers door doelgerichtere trainingsmethoden.

Gelet op de duur van de wedstrijd en de talrijke periodes van lage intensiteit, gebruiken voetballers hoofdzakelijk hun aerobe capaciteit met als maat de relatieve VO_{2max} . Al betekent dit niet dat hun anaerobe capaciteit niet optimaal dient te zijn om de periodes van hoge intensiteit aan te kunnen [11]. De fysieke conditie omvat in essentie de combinatie van aerobe en anaerobe capaciteit [10]. Om de wedstrijdprestatie te verbeteren heeft men vastgesteld dat optimaliseren van de fysieke conditie cruciaal is. Lager gerangschikte teams beschikken immers over een lagere VO_{2max} dan hoger gerangschikte teams en bovendien is de VO_{2max} van deze laatst vernoemde de afgelopen decennia toegenomen in vergelijking met 1980 [11]. De wetenschap lijkt een consensus bereikt te hebben die luidt als volgt: om als professionele voetballer succesvol te zijn, moet de relatieve $VO_{2max} > 60 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ bedragen [10, 11, 13].

Uit de bovenste sectie blijkt duidelijk dat het als voetballer aangewezen is een optimale VO_{2max} te bezitten. Dit is uiteraard pas mogelijk als deze accuraat bepaald is. De gouden standaard hiervoor is een maximale laboratoriumtest in combinatie met spirometrie [2, 8]. Momenteel zijn er steeds meer alternatieve manieren om de VO_{2max} te bekomen. Een veel gebruikte manier is via maximale intermittente veldtests [8] zoals de veelgebruikte Yo-Yo intermittent recovery test level 1. De VO_{2max} wordt berekend via een formule op basis van de afgelegde afstand tijdens deze veldtest. Deze tests hebben als voordeel dat ze eenvoudig en in groep af te nemen zijn. Dit maakt het bijgevolg makkelijker om ze meerdere keren doorheen het seizoen te herhalen. Het voornaamste nadeel is dat deze berekende VO_{2max} minder nauwkeurig is dan deze gemeten tijdens de laboratoriumtest [2].

Tot op heden is het echter onduidelijk welk laboratorium testprotocol het meest geschikt is om de aerobe capaciteit eenduidig te bepalen. De meeste onderzoeken gebruiken protocollen met een toename in snelheid van één, twee of drie $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$, en dit om de 30 seconden, gedurende één of drie minuten en met verscheidene inclinaties [3, 5, 6, 9, 13]. Hieruit kan men besluiten dat er nog een consensus nodig is over het optimale protocol voor laboratoriumtests bij voetballers. Dit zou als gevolg hebben dat men resultaten van gelijkaardige studies beter kan vergelijken op vlak van spelersniveau en -positie.

Deze masterproef is een onderdeel van een lopend onderzoeksproject, gestart in 2012 “Beïnvloedt de aard van de inspanningstest de inspanningscapaciteit bij voetballers?”, onder leiding van Prof. Dr. B. Op ’t Eijnde, uitgevoerd in het REVAL Onderzoekscentrum voor revalidatieonderzoek en het ADLON Sportmedisch Adviescentrum van de Universiteit Hasselt (opleiding Revalidatiewetenschappen & Kinesithérapie).

Het huidige onderzoek werd uitgevoerd door twee masterstudenten van de opleiding Revalidatiewetenschappen & Kinesithérapie volgens de richtlijnen van Medicine & Science in Sports & Exercise. Voor deze studie werden, onafhankelijk van de proefpersonen van de afgelopen twee jaar, extra amateur- en professionele spelers gerekruteerd om de fysieke fysiologische uitkomstmaten te vergelijken tijdens twee laboratoriumtests en één veldtest. Gezien het om een vervolgstudie gaat was de methode van deze studie reeds vastgelegd.

De laboratoriumtests werden uitgevoerd in het REVAL onderzoekscentrum en ADLON Sportmedisch Adviescentrum, uitgerust met de meest geavanceerde instrumenten om het cardiorespiratoir profiel van sporters accuraat in kaart te brengen. Vervolgens werd de data-acquisitie onder supervisie van Prof. Dr. B. Op ’t Eijnde uitgevoerd. De veldtests echter werden afgenomen in lokale sporthallen in de buurt van de betrokken ploegen door de twee masterstudenten Thomas Van Haele en Stien Willekens. Tot slot, werd de dataverwerking, interpretatie en het academische schrijven hoofdzakelijk onafhankelijk uitgevoerd door de twee masterstudenten onder supervisie van Prof. Dr. B. Op ’t Eijnde.

Referenties

1. Bangsbo, J. and F. Lindquist, *Comparison of various exercise tests with endurance performance during soccer in professional players*. International Journal of Sports Medicine, 1992. 13(02): p. 125-132.
2. Bangsbo, J., F.M. Iaia, and P. Krstrup, *The Yo-Yo intermittent recovery test - A useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports*. Sports Medicine, 2008. 38(1): p. 37-51.
3. Boone, J., et al., *Physical fitness of elite Belgian soccer players by player position*. J Strength Cond Res, 2012. 26(8): p. 2051-7.
4. Hoff, J. and J. Helgerud, *Endurance and strength training for soccer players*. Sports medicine, 2004. 34(3): p. 165-180.
5. Krstrup, P., et al., *The Yo-Yo intermittent recovery test: Physiological response, reliability, and validity*. Medicine and Science in Sports and Exercise, 2003. 35(4): p. 697-705.
6. Machado, F.A., et al., *Effect of stage duration on maximal heart rate and post-exercise blood lactate concentration during incremental treadmill tests*. J Sci Med Sport, 2013. 16(3): p. 276-80.
7. Mohr, M., P. Krstrup, and J. Bangsbo, *Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue*. J Sports Sci, 2003. 21(7): p. 519-28.
8. O'Reilly, J. and S.H. Wong, *The development of aerobic and skill assessment in soccer*. Sports medicine, 2012. 42(12): p. 1029-1040.
9. Rampinini, E., et al., *Physiological determinants of Yo-Yo intermittent recovery tests in male soccer players*. Eur J Appl Physiol, 2010. 108(2): p. 401-9.
10. Reilly, T., J. Bangsbo, and A. Franks, *Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer*. Journal of Sports Sciences, 2000. 18(9): p. 669-683.
11. Stolen, T., et al., *Physiology of soccer: an update*. Sports Med, 2005. 35(6): p. 501-36.
12. Svensson, M. and B. Drust, *Testing soccer players*. Journal of sports sciences, 2005. 23(6): p. 601-618.
13. Tønnessen, E., et al., *Maximal Aerobic Power Characteristics of Male Professional Soccer Players, 1989–2012*. International Journal of Sports Physiology and Performance, 2013. 8(3): p. 323-329.

ARTIKEL

Onderscheid tussen fysieke fysiologische uitkomstmaten bij voetballers tijdens laboratorium- en veldtesten

Thomas Van Haele¹, Stien Willekens¹, Bert Op 't Eijnde²

¹Faculteit van gezondheid en Revalidatie Wetenschappen, Master studenten in Revalidatie Wetenschappen en Kinesithérapie, Universiteit Hasselt, B-3590 Diepenbeek

²Biomedisch Onderzoeks Instituut (BIOMED), Revalidatie Onderzoekscentrum (REVAL), Faculteit Geneeskunde en Levenswetenschappen, B-3590 Diepenbeek

Corresponderend auteur: Prof. Dr. B. Op 't Eijnde: Universiteit Hasselt, Faculteit van gezondheid en Levenswetenschappen, bert.opteijnde@uhasselt.be, +32-11292121

ABSTRACT

Achtergrond: Fysieke conditie is een zeer belangrijke factor in het moderne voetbal. Deze wordt momenteel op diverse manieren gemeten via laboratorium en veldtests. Het is evenwel nog onduidelijk of deze tests verschillende resultaten opleveren in het meten van de fysieke conditie.

Doel: Het primaire doel van deze studie was te onderzoeken in welke mate de fysieke prestatieparameters bij voetbal worden beïnvloed door het type inspanningstest (laboratorium vs. voetbalspecifieke veldtest). Secundair werd onderzocht of het niveau (professioneel vs. amateur) en de positie (verdediger, middenvelder, aanvaller) een rol spelen.

Participanten: Het onderzoek werd uitgevoerd bij 30 amateurvoetballers uit 1^{ste}, 2^{de} en 3^{de} provinciale klasse en 50 professionele voetballers uit 1^{ste} en 2^{de} hoogste klasse.

Metingen: Via een cross-over studie design ondergingen de voetballers in willekeurige volgorde een voetbalspecifieke Yo-Yo Intermittent Recovery Level 1 (YYIR1) veldtest, een maximale gegradeerde inspanningstest met een kort (1min/+1,1km⁻¹) en een lang (3min/+1,8km⁻¹) inspanningsprotocol. Hierbij werden de fysieke prestatieparameters (VO_{2max}, HS_{max}, HS_{herstel}, Borg score, RER en Lactaat piek) nagegaan.

Resultaten: Bij amateurvoetballers werden zowel voor het korte (+13,2%) als het lange (+11,2%) laboratoriumprotocol hogere ($p < 0,05$) relatieve VO_{2max} waarden gemeten dan bij de YYIR1. Bij professionele voetballers was enkel de relatieve VO_{2max} waarde hoger (+5,2%) gemeten met een kort laboratoriumprotocol in vergelijking met de YYIR1. De professionele voetballers legden significant meer (+20,2%) afstand af op de YYIR1 dan de amateurvoetballers. Rekening houdend met de positie bleek dit verschil enkel nog bij de aanvallers aanwezig.

Conclusie: Het type inspanningstest heeft meer invloed op de relatieve VO_{2max} bij amateur- dan bij professionele voetballers. De afgelegde afstand op de YYIR1 lijkt een betere maat dan de relatieve VO_{2max} om spelers te onderscheiden wat betreft de fysieke conditie en wat betreft niveau.

Sleutelwoorden: fysieke conditie, VO_{2max}, inspanningstests, voetbal.

INLEIDING

Voetbal is één van de meest populaire sporten ter wereld en wordt gespeeld door verschillende leeftijden en niveaus, waaronder professionele en amateurvoetballers. [13]. Evenwel is voetbal een uiterst complexe sport waarbij de wedstrijdprestatie bepaald kan worden door tal van componenten zoals tactiek, techniek, genetica en tegenwoordig vooral de fysieke conditie [14]. Een voetbalwedstrijd duurt doorgaans twee keer 45 minuten waarbij men op professioneel niveau gemiddeld 10 tot 14 km aflegt [13]. Tijdens de tweede helft vindt logischerwijs dikwijls een afname in prestatie plaats. De totale afgelegde afstand in de tweede helft neemt gemiddeld af met 5 tot 10% en de afstand afgelegd aan hoge intensiteit ($\geq 15 \text{ km h}^{-1}$) zelfs met 35-45%, dit onafhankelijk van niveau en spelerspositie [7]. Vandaar dat de gemiddelde inspanningsintensiteit van voetballers tijdens een wedstrijd hun anaerobe drempel benadert (80-90% HS_{\max}). Periodes van hoge intensiteit tijdens de wedstrijd dienen afgewisseld te worden met laag intensieve periodes om verwijdering van lactaat uit de spieren mogelijk te maken [13].

Tijdens de voetbal belast men hoofdzakelijk het aerobe metabolisme, maar door minder frequente, anaerobe inspanningen zoals korte sprints, sprongen, tackles en duels ook het anaerobe metabolisme [10]. Uit de vorige onderzoeken is zelfs gebleken dat professionelen, meer dan amateurspelers, hun anaeroob systeem aanspreken in beide wedstrijdhalften. Bovendien zijn wedstrijdgebepalende acties voornamelijk anaeroob [13]. Dit duidt op het belang van zowel de aerobe als anaerobe capaciteit, namelijk de fysieke conditie, van de voetballer te optimaliseren. Daarenboven vereisen middenvelders en professionele voetballers de hoogste fysieke conditie ,aangezien ze de langste afstand afleggen tijdens de wedstrijd [7, 13].

Bovenstaande studies benadrukken het belang van de accurate meting van de relatieve $VO_{2\max}$. Als gouden standaard wordt hiervoor een maximale laboratoriumtest gecombineerd met spirometrie gebruikt [2, 8]. Deze test is echter duur en complex [14] gezien de nodige apparatuur. Bovendien blijkt deze niet sensitief genoeg voor het meten van specifieke aspecten van het voetbal tijdens wedstrijden [2, 4, 8, 14]. Men gebruikt hierbij immers vaak continue protocollen terwijl een voetbalwedstrijd eerder een discontinue inspanningspatroon heeft. Daarom werden diverse discontinue of intermitterende veldtests ontwikkeld, waaronder de valide en betrouwbare Yo-Yo intermittent recovery test level 1 (YYIR1), die de voetbalspecifieke fysieke conditie simuleren. Door de eenvoudige opstelling en de lage kost kunnen deze tests vaker en makkelijker afgenomen worden, wat hun populariteit vooral bij amateurteams enorm heeft

doen toenemen [2, 8]. Ook kunnen deze tests gebruikt worden om de relatieve VO_{2max} te berekenen op basis van een veelgebruikte formule [2]. De bekomen waarde is dan echter minder nauwkeurig dan die gemeten tijdens een laboratoriumtest. Vandaar dat men vaak de zuivere afgelegde afstand als uitkomstmaat gebruikt om een uitspraak te doen over de voetbalspecifieke fysieke conditie [1]. Het is desondanks nog onduidelijk hoe deze laatste waarde zich verhoudt tot de algemene fysieke conditie, meer bepaald de relatieve VO_{2max} .

Zoals reeds aangegeven zijn de meeste maximale laboratorium protocollen van continue aard. Dit maakt hun uiterst geschikt om het lactaatprofiel, de HS_{max} en de relatieve VO_{2max} te meten in tegenstelling tot hun intermitterende tegenhanger. De gemeten waarden kunnen bijgevolg gebruikt worden om verschillen in aerobe fysieke conditie vast te stellen in het begin van het seizoen [14] waardoor er gericht getraind kan worden doorheen het seizoen. Hiertoe rest tot op heden de vraag 'welke invloed heeft het type protocol op de te meten fysiologische waardes zoals VO_{2max} , HS_{max} , $HS_{herstel}$, Borg, RER en Lactaat piek en speelt niveau hierbij een rol?'. Deze studie zal de eerste zijn die bij twee verschillende voetbalniveaus drie verschillende inspanningstests gaat afnemen. Ten slotte, zal dit de eerste studie zijn die de mogelijke invloed van positie nagaat op het niveauverschil in sportspecifieke fysieke conditie, meer bepaald de afgelegde afstand op de YYIR1.

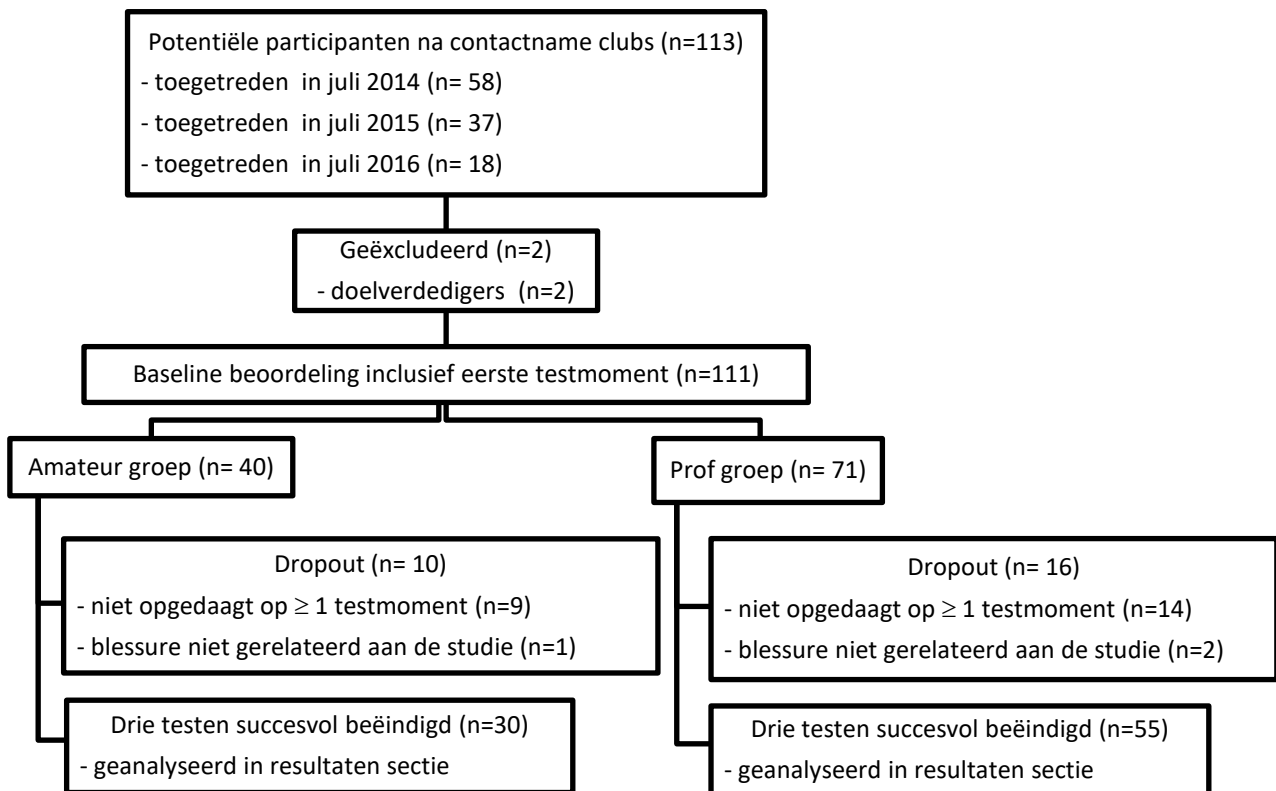
Dus deze studie gaat na of **(I)** er een verschil is in fysiologische uitkomstmaten tussen de twee soorten laboratoriumtests en de YYIR1, rekening houdend met niveau. Daarnaast **(II)** zal onderzocht worden of deze fysiologische uitkomstmaten ook verschillen tussen professionele en amateurvoetballers, rekening houdend met de soort inspanningstest. Uiteindelijk **(III)** zal nagegaan worden of er eveneens een verschil is tussen professionele en amateurvoetballers op de YYIR1, rekening houdend met positie.

De auteurs verwachten dat **(I)** de fysiologische uitkomstmaten (relatieve VO_{2max} , HS_{max} , $HS_{herstel}$, Borg Score, RER en La piek) hoger zijn bij beide laboratoriumtests dan de YYIR1 en dit zowel bij amateur- als bij professionele voetballers. Tevens **(II)** zullen deze fysiologische parameters ook hoger zijn bij de professionele dan de amateurvoetballers onafhankelijk van welke test er wordt gebruikt. Ten slotte, **(III)** wordt verwacht dat de professionele voetballers en middenvelders een langere afstand kunnen afleggen op de YYIR1 en daarom een hogere sportspecifieke fysieke conditie vertonen dan de andere posities en de amateurvoetballers.

METHODEN

2.1. Participanten

Dit onderzoek werd uitgevoerd bij voetballers (zie Fig. 1 voor een schematische voorstelling van de participanten) van amateur- (n=30) en professioneel niveau (n=55) aangesloten bij regionale amateur- (1^{ste}, 2^{de} en 3^{de} provinciale) en professionele voetbalclubs (1^{ste} en 2^{de} klasse) uit de Belgische competitie. De proefpersonen werden gerekruteerd via persoonlijke contacten met hun respectievelijke clubs (rekruteringsbrief, Appendix A). De spelers moesten voldoen aan de onderstaande in- en exclusiecriteria en werden voorafgaand tot in detail geïnformeerd over alle onderzoeksprocedures die ze dienden te volgen. Hierna werd hen gevraagd een informed written consent (Appendix B) te ondertekenen.

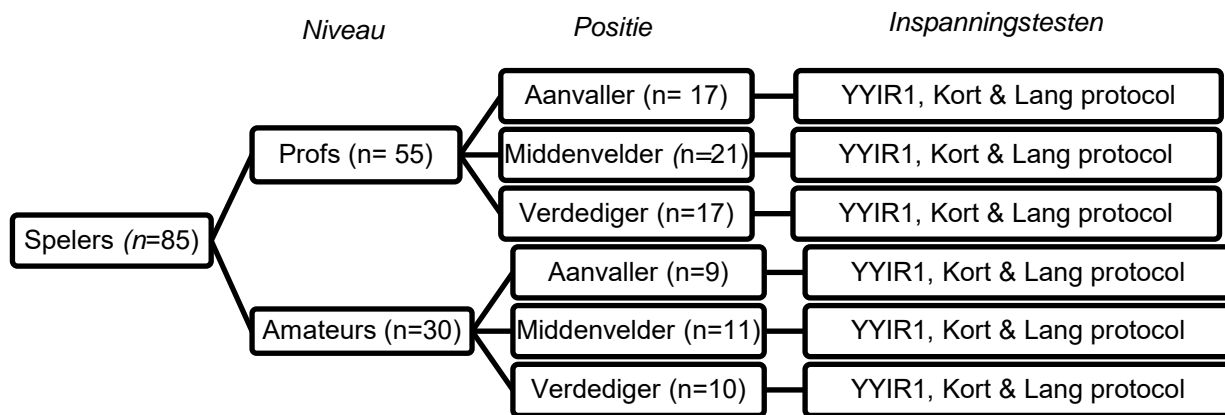


FIGUUR 1. Schematische voorstelling van de participanten.

Inclusiecriteria voor deelname waren: deel uitmaken van een voetbalploeg uit provinciale klasse (amateur) of eerste en tweede hoogste klasse (professioneel), tussen 18 en 40 jaar oud zijn en meer dan drie trainingen per week afleggen (inclusief wedstrijd).

Exclusiecriteria waren: een blessure hebben die minder dan een half jaar geleden opgetreden is, onder de 16 jaar of boven de 40 jaar zijn en de aanwezigheid van contra-indicaties voor het uitvoeren van een maximale inspanningstest. Tot slot, werden ook doelverdedigers weerhouden, volgende posities (aanvaller, middenvelder en verdediger) werden toegelaten. De posities werden geïdentificeerd op basis van zelfrapportage door de spelers (zie Fig.1).

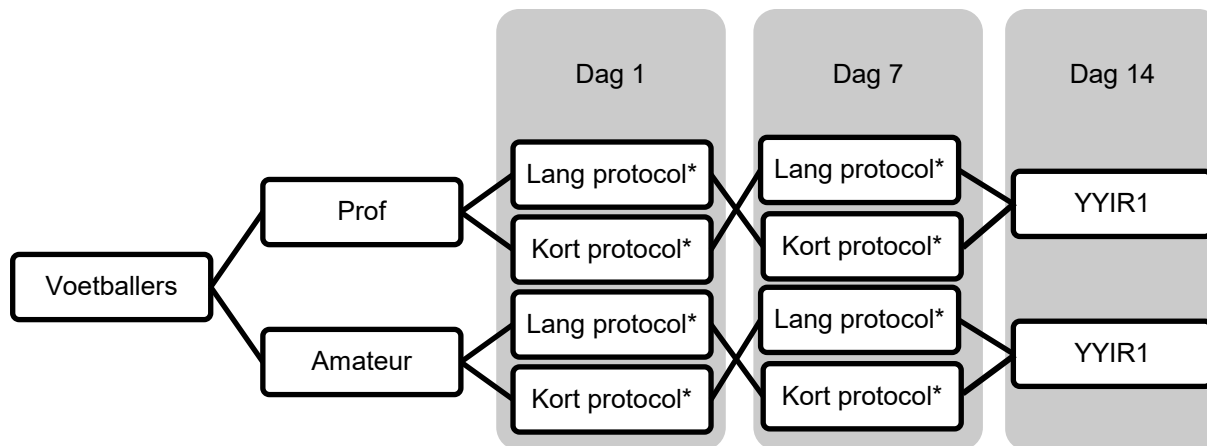
Dit onderzoek werd goedgekeurd door de Ethische Commissie op 17 oktober 2014 (Appendix C). De code voor goedkeuring bedroeg 14.64/rev14.08. De huidige studie werd uitgevoerd volgens de regels van de 'Clinical Good Practice' in overeenstemming met de Verklaring van Helsinki.



FIGUUR 2. Opdeling participanten.

2.2. Onderzoeksdesign

Na inclusie in de studie ondergingen de amateur- (n=30) en professionele (n=55) voetballers, volgens een cross-over studie design (Fig. 3.), drie metingen, namelijk een voetbalspecifieke Yo-Yo Intermittent Recovery Level 1 veldtest (YYIR1), een maximale gegradeerde inspanningstest met een kort (1min/+ 1km·h⁻¹) en een lang (3min/+1,8km·h⁻¹) protocol. Deze tests vonden plaats binnen een tijdspanne van 17-18 dagen en tussen elke test werden er zes tot zeven recuperatiedagen aangehouden.



FIGUUR 3. Cross-over studie design. *Onderverdeeld op basis van randomisatie door computer.

Tests: De meetsessies van het korte en het lange laboratoriumprotocol vonden plaats in het ADLON sportmedisch adviescentrum te Diepenbeek (Agoralaan, Gebouw A). De meetsessie van de YYIR1 vond plaats in een sporthal in de buurt van de voetbalploegen namelijk te Balen en te Lommel.

Test 1-2: Voor het laboratoriumprotocol werd elke proefpersoon in de mate van het mogelijke op hetzelfde tijdstip van de dag getest. Het was belangrijk dat er zo gestandaardiseerd mogelijk te werk werd gegaan, bv. door de ruimtes op dezelfde temperatuur te houden (constant 19°C). Vooraf aan elke meting werd ook het gewicht bepaald met behulp van een weegschaal (KORONA GmbH & Co, Langgöns, Germany), de lengte werd bepaald a.d.h.v. een stadiometer (SECA 213, Hamburg, Duitsland), de leeftijd werd bekomen a.d.h.v. een bevraging van de proefpersonen en het vetpercentage werd bekomen door de som van vier huidplooiingen (Harpending Skinfold Caliper, West Sussex, United Kingdom) (Tabel 3). Vooraleer men aan de test kon beginnen moest elke proefpersoon een gestandaardiseerde opwarming van tien minuten uitvoeren, op een loopband (Technogym S.p.A., JOG EXC 500, Cesena, Italy) aan 7-8 km·h⁻¹. Wanneer men klaar was met de opwarming werd een hartslagmeter (Polar H7 borstband, Kempele, Finland) rond de thorax bevestigd en werd er een mond/neusmasker aansluitend op het aangezicht bevestigd. Na dit gedaan te hebben, was de proefpersoon klaar voor de maximale inspanningstest. De inspanningstests gebeurden onder begeleiding van Prof. Dr. B. Op't Eijnde. De beide laboratoriumprotocollen gebeurden op een elektronische loopband (Saturn, HP Cosmos, Nussdorf - Traunstein, Duitsland).

Test 1: Het korte laboratoriumprotocol maakte gebruik van trappen van één minuut, vervolgens werd hierbij de intensiteit per minuut verhoogd. Het korte laboratoriumprotocol startte aan een snelheid van vier $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ met een basisinclinatie van één graad. Na twee minuten, werd de snelheid verhoogd naar vijf en zes $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$. Daarna werd de snelheid iedere minuut verder verhoogd met één $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ tot de maximale snelheid van $18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ bereikt werd. Wanneer een proefpersoon dit punt bereikt had en de test nog niet vrijwillig stop had gezet werd na elke minuut de inclinatie met twee graden verhoogd totdat er maximale uitputting optrad.

TABEL 1. Kort laboratoriumprotocol.

Tijd (min)	Snelheid ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)	Inclinatie ($^{\circ}$)	Lactaat afname	Tijd (min)	Snelheid ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)	Inclinatie ($^{\circ}$)	Lactaat afname
0-2	$4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	1°		11-12	$13 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	1°	X
2-4	$5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	1°		12-13	$14 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	1°	
4-5	$6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	1°		13-14	$15 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	1°	X
5-6	$7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	1°		14-15	$16 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	1°	
6-7	$8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	1°		15-16	$17 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	1°	X
7-8	$9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	1°	X	16-17	$18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	1°	
8-9	$10 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	1°		17-18	$18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	3°	X
9-10	$11 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	1°	X	18-19	$18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	5°	
10-11	$12 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	1°		19-..	$18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	7°	

Test 2: Het lange laboratoriumprotocol maakte gebruik van trappen van drie minuten en hierbij werd de intensiteit om de drie minuten verhoogd. Er werd gestart aan een snelheid van $5,4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ en een inclinatie van één graad. Bij het lange laboratoriumprotocol werd om de drie minuten de snelheid verhoogd met $1,8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ tot er een maximale snelheid van $18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ bereikt werd. Als de proefpersoon de test nog niet vrijwillig stop had gezet, werd de inclinatie per drie minuten verhoogd met twee graden totdat er maximale uitputting optrad.

TABEL 2. Lang laboratoriumprotocol.

Tijd (min)	Snelheid ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)	Inclinatie ($^{\circ}$)	Lactaat afname
0-3	$5,4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	1°	
3-6	$7,2 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	1°	X
6-9	$9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	1°	X
9-12	$10,8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	1°	X
12 -15	$12,6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	1°	X
15-18	$14,4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	1°	X
18 -21	$16,2 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	1°	X
21 -24	$18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	1°	X
24 -27	$18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	3°	X
27 -30	$18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	5°	X
30 -...	$18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	7°	X

Tijdens het korte en het lange laboratoriumprotocol werd ook de lactaatconcentratie bepaald tijdens de diverse inspanningstrappen. Dit gebeurde a.d.h.v. een vingerprik (capillair bloed). De hoogste lactaatwaarde tijdens de test werd geregistreerd. Bij het korte laboratoriumprotocol werd lactaat geprikt vanaf acht $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ en om de twee $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (Tabel 1). In het lange laboratoriumprotocol werd dit gedaan vanaf 7.2 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ en om de 1.8 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (Tabel 2).

Wanneer de test beëindigd was, bleef de proefpersoon nog twee minuten stilstaan om de recuperatiehartslag en het pieklactaat te registreren. Na de test werd ook het vermoeidheidsgevoel bevestigd a.d.h.v. de BORG RPE-schaal (Rate of Perceived Exertion, 6-20). De proefpersonen moesten daarna nog tien minuten loslopen op de loopband.

Zowel test één als twee maakten gebruik van continue laboratoriumprotocollen aangezien er geen rust was voorzien na elke tempo verhoging. Tijdens het laboratoriumprotocol met korte (1 min) en lange (3 min) trappen ging men de $\text{VO}_{2\text{max}}$, de lactaatwaardes en de hartslag na. De $\text{VO}_{2\text{max}}$ werd gemeten a.d.h.v. spirometrie (Jaeger Oxycon Pro, Ench Jaeger GmbH, Hoechberg, Germany) en werd beschouwd als de hoogste gemiddelde VO_2 per minuut. Verder werd de lactaatanalyse uitgevoerd met het toestel Accutrend Plus (Roche, Mannheim, Germany). Ten laatste, werd de hartslag consistent geregistreerd met behulp van een hartslagmeter (Tabel 3).

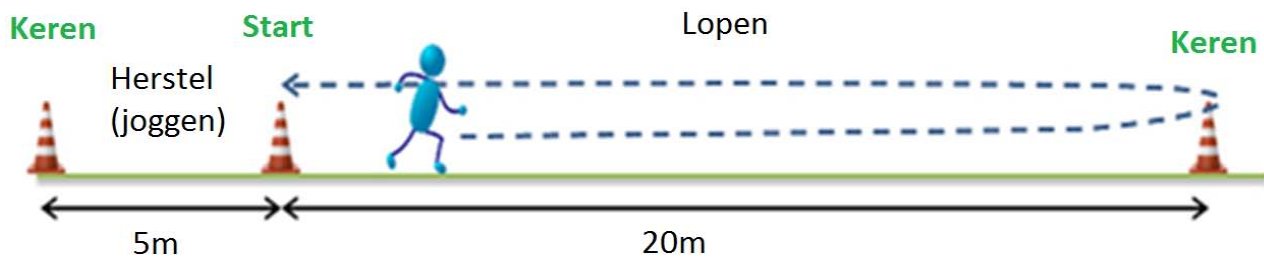
TABEL 3. Metingen veld- en laboratoriumtests

Secundaire uitkomstmaten	Primaire uitkomstmaten			
	Bij aanvang testdag 1	Kort protocol	Lang protocol	YYIR1
Gewicht (kg)			$\text{VO}_{2\text{max}}$ ($\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$)	
Lengte (cm)			$\text{HS}_{\text{max/herstel}}$ (spm)	
Leeftijd (j)		La piek ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	La piek ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	Afgelegde afstand (m)
Vetpercentage (%)		RER	RER	/
BMI (kg/m^2)			Borg (RPE)	

VO_{2max}: maximale zuurstof opname, HS_{max}: maximale hartslag, HS_{herstel}: hartslag na 2 minuten recuperatie, Borg RPE: Rate of Perceived Exertion, RER: Respiratory Exchange Rate, La piek: piek bloedlactaat (mmol l^{-1}) en BMI: Body Mass Index.

Test 3: De YYIR1 werd uitgevoerd in een sporthal in de buurt van de voetbalploegen. De omgeving en testprocedure waren zoveel mogelijk gestandaardiseerd. De proefpersonen moesten ook een gestandaardiseerde opwarming van tien minuten uitvoeren aan een tempo van zeven tot acht

km·h⁻¹ aangegeven door geluidsignalen van een app (Team Bleep Test, Bitworks Design, Cheltenham, V.K.). Na de opwarming werd de YYIR1 afgenomen met dezelfde app. De spelers moesten 20 meter lopen, draaien aan de kegel en dan 20 meter terug lopen (Fig. 4). Hierbij moesten ze binnen een bepaalde tijd terug over de finishlijn zijn. Daarna hielden ze tien seconden actieve rust, d.w.z. dat men ging joggen tussen de kegels die op vijf meter van elkaar stonden. Wanneer een speler twee maal niet binnen de tijd over de finishlijn kwam, werd deze afstand genoteerd en als resultaat genomen. In dit onderzoek werd de YYIR1 gebruikt waarbij men telkens de afstand en de snelheid ging verhogen. Beginnend met 160 meter aan een snelheid van 10 tot 13 km·h⁻¹, dan van 160 tot 440 meter aan een snelheid van 13,5-14 km·h⁻¹ en vanaf dan ging men na 760, 1080, 1400 en 1720 meter de snelheid telkens verhogen met 0,5 kmh⁻¹ totdat er uitputting optrad. De afname van deze test gebeurde steeds door dezelfde personen. Gedurende het driejarige verloop van de studie waren er elk jaar wel verschillende testafnemers, maar telkens werden de richtlijnen van Bangsbo et al gevolgd [2].



FIGUUR 4. Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1 (YYIR1)

Na het uitvoeren van de test kregen de spelers twee minuten recuperatietijd, werd de herstelhartslag genoteerd en het vermoeidheidsgevoel bevraagd a.d.h.v. BORG RPE-schaal. Nadien moesten de proefpersonen nog tien minuten loslopen. Tijdens de YYIR1 ging men de afgelegde afstand in meter, de RPE en de maximale hartslag na. Op basis van de afgelegde afstand in meter werd de VO_{2max} a.d.h.v. de volgende formule geschat: afgelegde afstand in meter*0,0084+36,4 [2]. De Borg score (RPE) werd gemeten a.d.h.v. de Borg RPE-schaal (RPE 6-20) en de hartslag werd gemeten met behulp van een hartslagmeter (Polar H7 borstband, Kempele, Finland) (Tabel 3).

2.3. Statistische analyse

De data-analyses werden uitgevoerd met JMP software (JMP[®], Version pro12. SAS Institute Inc., Cary, NC, 1989-2007). De verzamelde gegevens werden weergegeven als gemiddelde met de bijhorende standaardfout van het gemiddelde (\pm SEM). Om de voorwaarden voor normaliteit en homoscedasticiteit na te gaan werden systematisch en voorafgaand aan elke analyse de Shapiro – Wilk en Brown-Forsythe geïnterpreteerd. Elke analyse bleek aan de voorwaarde voor normaliteit en homoscedasticiteit te voldoen waardoor eventuele transformaties overbodig werden.

De gelijkheid in subjectkarakteristieken (Tabel 4) tussen professionele en amateurvoetballers werden geverifieerd met een ongepaarde tweezijdige t-test. Voor de vergelijking van de algemene fysieke conditie prestatieparameters (relatieve VO_{2max} , HS_{max} , $HS_{herstel}$, Borg, RER en La piek) tussen het type test*niveau (tabel 5) werd een mixed-model voor herhaalde metingen gebruikt. Hierna werd stelselmatig een post hoc (Tukey) uitgevoerd. Bij de vergelijking van de sportspecifieke fysieke prestatieparameter (afgelegde afstand op YYIR1) tussen professionele en amateurvoetballers werd een 2-way ANOVA uitgevoerd. Waarna ook een post hoc (Tukey) werd uitgevoerd om te vergelijken tussen niveaus (Tabel 6) en niveau*positie (Tabel 7). Voor de aftoetsing in berekende relatieve VO_{2max} uit de YYIR1 afgelegde afstand tussen de type test*niveau*positie (Tabel 7) werd een mixed-model voor herhaalde metingen gebruikt. Hierna werd stelselmatig een post hoc (Tukey) uitgevoerd.

Ten slotte werd er een steekproefanalyse gedaan, ter controle of de steekproef voldoende groot was om de relatieve VO_{2max} per type inspanningstest te kunnen vergelijken tussen professionele en amateurvoetbalspelers. Bij deze analyse werd het niveau voor statistische significantie op $p < 0,05$ en de power op 80% gesteld. Voor het korte laboratoriumprotocol bleek op basis van voorgaand onderzoek [17], bij een gemiddeld verschil van $3,5 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ relatieve VO_{2max} en een aangenomen standaarddeviatie van $5,61 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ tussen professionele en amateurvoetbalspelers, een totaal van 83 spelers nodig te zijn. Voor het lange laboratoriumprotocol (met aangenomen standaarddeviatie: $5,21 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$) bleken 72 spelers nodig. Voor de YYIR1 test (met aangenomen standaarddeviatie: $3,8 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$) waren 40 spelers noodzakelijk. Rekening houdende met een dropout van 30% werden daarom 85 spelers geïnccludeerd in deze studie.

RESULTATEN

Subject karakteristieken

Lengte, gewicht, BMI en vetpercentage waren niet verschillend ($p > 0,05$) tussen professionele- en amateurvoetballers (Tabel 4), al neigden de groep professionele voetballers ($p = 0,06$) jonger te zijn dan de groep amateurvoetballers.

TABEL 4. Subject karakteristieken

	Prof (n=55)	Amateur (n =30)	p-waarde	Totaal (n =85)
Leeftijd (j)	21,8 ± 0,46	23,3 ± 0,6	0,06	22,5 ± 0,4
Lengte (cm)	178 ± 0,88	176,5 ± 1,2	0,3	177,5 ± 0,7
Gewicht (kg)	71,7 ± 0,11	71,6 ± 0,1	1	71,7 ± 0,8
BMI (kg/m²)	22,1 ± 0,25	22,4 ± 0,3	0,5	22,2 ± 0,2
Vetpercentage (%)	11,1 ± 0	12,3 ± 0	0,1	11,5 ± 0,4

Waardes zijn gemiddelde ± SEM, BMI: Body Mass Index.

Vergelijking tussen drie inspanningstests rekening houdend met spelersniveau

Bij de amateurvoetballers werden voor zowel het korte (+13,2%) als het lange (+11,2%) laboratoriumprotocol hogere ($p < 0,05$) relatieve VO_{2max} waarden gemeten dan bij de YYIR1 (Tabel 5). Professionele voetballers hadden enkel een hogere ($p < 0,05$, +5,2%) VO_{2max} tijdens het korte laboratoriumprotocol vergeleken met de YYIR1. Bij de overige prestatieparameters zoals HS_{max} , $HS_{herstel}$, Borg, RER en La piek bleek er geen significant verschil tussen de drie tests en dit zowel voor de professionele als amateurvoetballers.

Vergelijking tussen spelersniveau rekening houdend met type inspanningstest

Enkel de subjectief ervaren vermoeidheid (RPE, Borg Score), bleek bij de YYIR1 significant hoger ($p < 0,05$, +10%) te zijn bij de professionele voetballers dan bij de amateurvoetballers (Tabel 5). Bij de overige parameters kwam er geen significant verschil ($p > 0,05$) naar voor tussen de professionele en amateurvoetballers. Bovendien wees een trend ($p = 0,06$) erop dat de professionele voetballers een hogere relatieve VO_{2max} (+4,8%) behaalden dan de amateurvoetballers tijdens de YYIR1 (Tabel 5).

TABEL 5. Vergelijking tussen zowel type inspanningstest als spelersniveau.

	Niveau	Korte protocol	Lange protocol	YYIR1
VO_{2max} (mL·min⁻¹·kg⁻¹)	Amateur	59,2 ± 0,9*	58,2 ± 0,9*	52,3 ± 0,9
	Prof	57,6 ± 0,7*	56,5 ± 0,7	54,8 ± 0,7
HS_{max} (bpm)	Amateur	193 ± 1,5	193,1 ± 1,5	191,9 ± 1,6
	Prof	194,5 ± 1,2	194,5 ± 1,2	192,2 ± 1,2
HS_{herstel} (bpm)	Amateur	134 ± 2,5	127,9 ± 2,5	131,2 ± 3,2
	Prof	134,7 ± 1,9	134,4 ± 1,9	135,7 ± 2
Borg (RPE)	Amateur	16,3 ± 0,3	17 ± 0,3	16 ± 0,3
	Prof	16,7 ± 0,2	16,9 ± 0,2	17,6 ± 0,2 [§]
RER (VCO₂/VO₂)	Amateur	1,1 ± 0	1,1 ± 0	N.O.
	Prof	1,1 ± 0	1,1 ± 0	N.O.
La piek (mmol·L⁻¹)	Amateur	11,5 ± 0,5	11,5 ± 0,6	N.O.
	Prof	12,3 ± 0,4	12 ± 0,4	N.O.

Waardes zijn gemiddelden ± SEM. VO_{2max}: maximale zuurstof opname, HS_{max}: maximale hartslag, HS_{herstel}: hartslag na 2 minuten recuperatie, Borg RPE: Rate of Perceived Exertion, RER: Respiratory Exchange Rate, La piek: piek bloedlactaat (mmol l⁻¹). N.O.: niet onderzocht. *Significant verschillend met YYIR1 (p<0,05). [§] Significant verschillend tussen professionele en amateur (p<0,05).

Vergelijking tussen spelersniveau

De sport specifieke fysieke conditie uitgedrukt in maximale afgelegde afstand op de YYIR1 lag hoger (p<0,05, +20,2%) bij de professionele dan de amateurvoetballers. Hierbij werd geen rekening gehouden met de positie die ze innemen op het veld (Tabel 6).

TABEL 6. Vergelijking van sport specifieke fysieke conditie (afgelegde afstand op de YYIR1) tussen de twee spelersniveaus zonder rekening te houden met de positie.

	Amateur	Prof	P-waarde
Afgelegde afstand (m)	1817 ± 80	2184 ± 59	0,0004*

Waardes zijn gemiddelden ± SEM. *Significant verschillend tussen prof en amateur (p<0,05).

Vergelijking tussen spelersniveau rekening houdend met positie

Bij het vergelijken van de sport specifieke fysieke conditie tussen de amateur- en professionele voetballers, rekening houdend met de positie, bleken enkel de professionele aanvallers meer (p<0,05, +39,4%) afstand af te leggen op de YYIR1 dan de amateuraanvallers. Wanneer de afgelegde afstand werd omgezet naar relatieve VO_{2max} met een veelgebruikte formule (afstand*0,0084+36,4) [2], verdween het significant verschil (Tabel 7).

TABEL 7. Vergelijking tussen spelersniveau rekening houdend met positie voor zowel de afgelegde afstand als de relatieve VO_{2max} berekend uit de afgelegde afstand op de YYIR1

	Positie	Amateur	Prof	P-waarde
Afgelegde afstand (m)	A	1578 ± 145	2200 ± 105	0,0105*
	M	2108 ± 131	2167 ± 95	0,9991
	V	1764 ± 137	2186 ± 105	0,1561
VO_{2max}(in mL·min⁻¹·kg⁻¹)	A	49,7 ± 1,6	54,9 ± 1,2	0,4474
	M	54,2 ± 1,5	54,7 ± 1,1	1
	V	51,2 ± 1,5	54,8 ± 1,2	0,9302

*Waardes zijn gemiddelden ± SEM. A: aanvallers, M: middenvelders en V: verdedigers. De relatieve VO_{2max} is berekend op de gemiddelde afgelegde afstand op de YYIR1 met de formule: (afstand*0,0084+36,4)/2]. *Significant verschillend tussen prof en amateur (p<0,05).*

DISCUSSIE

De BMI en het vetpercentage van zowel amateur- als professionele voetballers bleken vergelijkbaar in dit onderzoek. Hiermee bevestigen wij een eerdere Nederlandse studie met 456 amateurvoetballers (4^{de} klasse) en 217 professionele voetballers (1^{ste} klasse) waarbij eveneens geen verschillen in BMI werden aangetoond [16]. In een Noorse studie [15] waar 439 amateurvoetballers (3-5^{de} klasse) werden vergeleken met 754 professionele voetballers (1-2^{de} klasse) werd dezelfde vaststelling gedaan. Dit terwijl men zou verwachten dat de BMI bij professionele voetballers lager ligt door een mogelijks lager vetpercentage. Onze resultaten en deze van de 2 vernoemde studies wijken wel af van Sedano et al. [11] die aantoonde dat 100 professionele voetballers een hogere BMI-score hadden dan 90 amateurvoetballers. Zij verklaarden dit door de mogelijks hogere spiermassa en het lagere vetpercentage van professionele voetballers. Deze studie betrof evenwel vrouwelijke sporters waardoor een goede vergelijking met de huidige studie moeilijk is. Ten eerste wijst dit erop dat antropologische karakteristieken tussen mannelijke en vrouwelijke voetballers verschillen van elkaar. Ten tweede, is reeds aangetoond dat de positie van de spelers een belangrijkere factor is dan het niveau in het discrimineren tussen spelers op basis van antropologische karakteristieken. Tal van onderzoeken wijzen namelijk op verschillen tussen spelersposities op basis van BMI, vetpercentage en spiermassa [3, 10, 12, 13, 15]. Desondanks is er bijkomend onderzoek nodig om te achterhalen of er ook een interactie is met spelersniveau.

Verder trachtte de huidige studie te bepalen welke inspanningstest het meest geschikt is om de aerobe capaciteit eenduidig in kaart te brengen bij voetballers van een verschillend niveau, aangezien tot op heden nog geen richtlijnen hieromtrent beschikbaar zijn. Voorgaande masterproeven aangaande dit onderwerp [17] onderzochten eveneens de verschillen in de prestatieparameters op drie verschillende inspanningstests, weliswaar met een kleinere steekproef (n=73). Zij concludeerden dat het type inspanningstest (continu vs. intermitterend) de relatieve VO_{2max} van een speler sterk beïnvloedt. Zo resulteerde zowel het korte ($p < 0.05$) als het lange laboratorium testprotocol ($p < 0.05$) in hogere relatieve VO_{2max} waardes (+7,48% en +4,86%) dan tijdens de YYIR1. Hierbij werd echter geen rekening gehouden met een eventuele invloed van het niveau van de spelers.

De huidige studie, met een iets grotere steekproef ($n=85$), toont aan dat het niveau van de spelers eveneens een invloed heeft. Bij de professionele voetballers was er immers geen verschil tussen de relatieve VO_{2max} afgeleid uit de intermittente veldtest (YYIR1) en deze gemeten tijdens het lange laboratoriumprotocol. Dit zou er kunnen op wijzen dat de kostenefficiëntere veldtest evenzeer gebruikt kan worden in het begin van het seizoen om een beeld te krijgen van de relatieve VO_{2max} van professionele voetballers. Bij de amateurvoetballers bleek dit echter niet het geval te zijn en was de relatieve VO_{2max} berekend uit de YYIR1 met eerder vermelde formule [2] systematisch lager dan deze gemeten tijdens de continue laboratoriumtests (korte en lange protocol). M.a.w. bij amateurspelers wordt de relatieve VO_{2max} afgeleid uit de YYIR1 afgelegde afstand met minimum 10% onderschat. Bijkomend kan de HS_{max} , $HS_{herstel}$ en Borg score bij de amateurvoetballers even nauwkeurig bepaald worden tijdens de eenvoudige YYIR1 vergeleken met de geavanceerde korte en lange laboratoriumprotocollen. Krstrup et al. [5] toonde dit eveneens aan voor de HS_{max} bij 17 amateurvoetballers tijdens de YYIR1 en een continue laboratoriumtest ($30s/+1\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$).

Al rest er nog steeds de volgende vraag: 'welk soort continu laboratoriumprotocol gebruikt men nu best om de fysieke conditie parameters accuraat bij voetballers in kaart te brengen'? In de huidige studie bleek alvast geen significant verschil tussen alle voorgaande fysiologische prestatieparameters, op zowel het korte als het lange protocol, en dit zowel bij professionele als amateurvoetballers. Eerder [6] werd bij 34 recreatieve uithoudingsatleten een significant ($p<0,05$) lagere lactaatpiek op een lang laboratoriumprotocol ($3\text{min}/+1\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) vastgesteld in vergelijking met een kort laboratoriumprotocol ($1\text{min}/+1\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$). Dit doet vermoeden dat het soort protocol toch een bepalende invloed heeft bij het meten van de pieklactaat concentratie. Verder onderzoek is noodzakelijk om uitspraken te kunnen doen over de andere parameters zoals de relatieve VO_{2max} , HS_{max} , HS_{recup} en RER.

Zoals hierboven werd aangegeven, heeft het niveau van voetballers wel degelijk invloed op welke soort inspanningstest men gebruikt. Maar, 'kunnen deze diverse tests ook verschillen aantonen tussen voetbalniveaus?', deze vraag blijft tot op heden nog onbeantwoord. Een voorgaande studie [17], onderzocht reeds verschillen in enkele fysiologische prestatieparameters tussen professionele en amateurvoetballers. In hun conclusie kwam naar voor dat zowel de relatieve VO_{2max} (+5,8%) als de Borg

score (+10,2%) significant ($p < 0,05$) hoger lag bij de professionele voetballers in vergelijking met de amateurvoetballers op de YYIR1. Waardoor er ook in deze studie verwacht kon worden dat professionele voetballers betere waarden zouden hebben voor de fysiologische prestatie parameters dan amateurvoetballers op de YYIR1. De huidige studie resulteerde in een verassend, maar minimaal verschil in fysiologische prestatieparameters tussen beide niveaus voor de drie tests. Zo was er geen verschil in relatieve VO_{2max} tussen professionele en amateurvoetballers op de drie tests. Een Engelse studie [18] vergeleek eveneens de relatieve VO_{2max} op een laboratoriumtest (1-min /+ 1 km·h⁻¹) bij 18 professionele en 18 amateurvoetballers en vond ook geen significant ($p > 0,05$) verschil tussen de beide niveaus. Bovendien bleek de relatieve VO_{2max} tussen professionele (n=13) en amateurvoetballers (n=12) in een Italiaanse studie [9] op een kort laboratoriumprotocol (1-min /+ 1 km·h⁻¹) ook niet significant ($p > 0,05$) te verschillen. In een meer recentere studie [15] vond men echter wel een significant ($p < 0,001$) hogere (+3,7%) relatieve VO_{2max} bij de profs (2^{de} klasse, n=156) dan bij de amateurs (3^{de}-5^{de} klasse, n=439) op een kort laboratoriumprotocol (1min/+1 km·h⁻¹). Dit doet allereerst vermoeden dat de regio en kwaliteit van de voetbalcompetitie een verschil kunnen geven in de relatieve VO_{2max} tussen verschillende voetbalniveaus, indien gemeten met een kort laboratoriumprotocol. Ten tweede wijst dit er op dat het kort laboratoriumprotocol eerder geschikt lijkt om de verschillen op de relatieve VO_{2max} in spelersniveau aan te tonen. Als laatste, zou dit kunnen betekenen dat het korte laboratoriumprotocol eerder geschikt lijkt om spelers te screenen. Toch, zijn verdere kwalitatieve studies nodig om deze hypothesen te bevestigen.

Voorts bleek uit de voorgaande studie [17] en de huidige studie dat de Borg scores significant ($p < 0,05$) hoger liggen bij professionele dan amateurvoetballers op de YYIR1. Dit is in fel contrast met Rampinini et al. [9] waar men tijdens een intermittente laboratoriumtest juist het omgekeerde vaststelde. Mogelijks wijst dit er op dat professionals tijdens een intermittente veldtest, waar ze gelijktijdig naast elkaar lopen, meer interne stress opbouwen dan tijdens een individuele intermittente laboratoriumtest. Bij het afnemen van een veldtest in groep en bij afname tijdens intensievere training- of wedstrijdperiodes, dient er met deze bevinding zeker rekening gehouden te worden door de trainersstaf.

Ten laatste, zoals hierboven aangegeven, was de huidige studie niet in staat om verschillen aan te geven tussen professionele en amateurvoetballers op basis van de relatieve VO_{2max} berekend via de afgelegde afstand op de YYIR1 met een veelgebruikte formule ($afstand * 0,0084 + 36,4$) [2]. Echter, als men de zuivere waarde, de afgelegde afstand op de YYIR1 tussen beide niveaus vergeleek, legden de professionele voetballers kennelijk een significant hogere afstand af dan de amateurvoetballers. In een recentere Italiaanse studie [9] kwamen auteurs eveneens tot dezelfde vaststelling bij 13 professionals en 12 amateurvoetballers. Een mogelijke oorzaak van dit verschil kan zijn dat de hierboven vermelde omzettingsformule de relatieve VO_{2max} niet accuraat genoeg kan weergeven of bepalen en bijgevolg ook geen verschillen in spelersniveau kan aantonen. In een review over de YYIR1 van Bangsbo et al kwam men tot dezelfde conclusie [2]. Ten tweede, dient men er mee rekening te houden dat de YYIR1 in hogere mate het anaerobe energie systeem meet in tegenstelling tot de relatieve VO_{2max} gemeten door continue laboratoriumtests [5]. Uit deze alinea blijkt dat de praktische YYIR1 gebruikt kan worden om te differentiëren in spelersniveau.

Tot op heden werd in bovenstaande redenering geen rekening gehouden met de positie van de spelers. Uit deze studie blijkt dat het discriminerend vermogen van de YYIR1 in spelersniveau mede beïnvloed wordt door de positie van de spelers. De professionele aanvallers bleken immers een significant hogere afstand af te leggen op de YYIR1 dan hun amateur tegenhangers. Mogelijk wijst dit erop dat de YYIR1 voornamelijk bij deze spelerspositie een betekenisvolle waarde heeft voor de trainersstaf voor het bepalen van het vermogen om herhaalde sprints uit te voeren. Dit sluit aan bij een onderzoek dat aantoont dat professionele aanvallers het snelst zijn op korte sprintafstanden (5, 10 en 20 meter) in vergelijking met de andere posities [12]. Bij middenvelders en verdedigers kwamen er echter geen significante verschillen in niveau naar voren op de afgelegde afstand op de YYIR1. Dit kan betekenen dat de sportspecifieke fysieke conditie voor deze spelposities niet zo zeer door spelersniveau wordt bepaald. Toch, zijn verder kwalitatieve onderzoeken hieromtrent nodig.

Een belangrijke **sterkte** van dit onderzoek is de spreiding in tijd. Door het onderzoek te spreiden over drie jaar en telkens extra nieuwe proefpersonen toe te voegen vergrootte niet alleen het aantal proefpersonen tegenover voorgaande jaren, maar kunnen we ook mogelijke prestatieverbeteringen van voetballers uitsluiten doorheen de jaren. Vervolgens hebben de

onderzoekers de invloed van vermoeidheid, training- en wedstrijd-effect proberen uit te schakelen voor het korte en lange laboratoriumprotocol door deze testdagen te randomiseren via een cross-over studie design te gebruiken. Ten derde, werden de laboratoriumtests per persoon, in de mate van het mogelijke, over de drie testmomenten op hetzelfde tijdstip afgenomen en werd hetzelfde dieetadvies voor elke test gegeven om het diurnaal ritme en het dieet op de testdag als confounder uit te sluiten. Ten vierde, werden de tests afgenomen bij aanvang van het voetbalseizoen. Dit gaf de inspanningscapaciteit van de voetballers optimaal weer zonder invloed van het verschil in training tussen de proefpersonen. Vervolgens werden alle laboratoriumprotocollen afgenomen in een gestandaardiseerde omgeving namelijk in het een sportmedisch centrum ADLON. Ten slotte, werd standaardisatie nagestreefd in elke testafname zelfs tijdens de veldtests door ook daar de opwarming te standaardiseren met een app.

Er zijn ook enkele **beperkingen** in deze studie. Door de studie over drie opeenvolgende jaren te laten plaatsvinden met over de jaren steeds verschillende testafnemers exclusief de centrale projectleider verhoogde dit het risico op een lagere interbeoordelaarsbetrouwbaarheid. Dit werd beperkt door voor elke test een uiterst gedetailleerd afnameprotocol te gebruiken. Ten tweede, kon de YYIR1 testdag omwille van praktische redenen niet in de randomisatie via het cross-over design worden betrokken. Dit maakt dat de YYIR1 testdag steeds als derde en laatste test werd afgenomen en waarbij de invloed van vermoeidheid bij de spelers het hoogste was. Vermoeidheid dient daarom ook als mogelijke confounder gezien te worden bij het interpreteren van de YYIR1 resultaten. Ten derde, kon tijdens de YYIR1 geen lactaat afgenomen worden omwille van praktische redenen waardoor de vergelijking met de laboratoriumtests niet mogelijk was voor deze parameter. Daarnaast bestond de uiteindelijke steekproef na de drie onderzoeksjaren uit 55 professionele en 30 amateurvoetballers en deze verhouding is duidelijk uit balans. Dit werd statistisch gecorrigeerd, maar het blijft slechts een benadering van de werkelijkheid. Vervolgens was de YYIR1 minder gestandaardiseerd dan de laboratoriumtests zodat temperatuur- en luchtvochtigheidsverschillen de testprestaties beïnvloed kunnen hebben. Tot slot, merkten de onderzoekers op dat de YYIR1 toch een hogere belasting heeft op het MSK stelsel. Zo gaven drie spelers na de YYIR1 aan vroegtijdig te zijn gestopt door kniepijn.

Conclusie:

De huidige studie toont aan dat de relatieve VO_{2max} m.n. bij professionele voetballers gelijkenissen vertonen afhankelijk van het type inspanningstest. Bijgevolg kan de YYIR1 evenzeer gebruikt worden bij deze groep om een beeld te krijgen van de relatieve VO_{2max} (gemeten door een lang laboratorium protocol). Dit in tegenstelling tot onze hypothese waarbij verwacht werd dat de relatieve VO_{2max} ook op het lange laboratoriumprotocol voor de professionele voetballers hoger zou liggen dan deze berekend uit de YYIR1. Daarenboven, bleken de professionele voetballers geen hogere relatieve VO_{2max} , of aerobe capaciteit, te bezitten dan de amateurs. Dit was voor alle drie inspanningstests van toepassing. Verdere kwalitatieve studies zijn echter nodig om deze hypothesen te bevestigen. Deze studie toont eveneens aan dat de zuiver afgelegde afstand uit de YYIR1 een betere waarde is dan de relatieve VO_{2max} als men voetballers van verschillende niveaus wil onderscheiden op basis van hun fysieke conditie. Nieuw is echter dat men hierbij eveneens aandacht dient te besteden aan de spelerspositie.

Verder onderzoek is echter nodig waarbij men de YYIR1 wel mee in de randomisatie van de verschillende inspanningstests betreft en waarbij men bloedlactaat afneemt voor en na de YYIR1. Ten slotte, is het includeren van een groter aantal amateurvoetballers aangewezen om een realistischere vergelijking tussen professionele en amateurvoetballers te kunnen maken.

Referenties

1. Bangsbo, J. and F. Lindquist, *Comparison of various exercise tests with endurance performance during soccer in professional players*. International Journal of Sports Medicine, 1992. 13(02): p. 125-132.
2. Bangsbo, J., F.M. Iaia, and P. Krstrup, *The Yo-Yo intermittent recovery test - A useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports*. Sports Medicine, 2008. 38(1): p. 37-51.
3. Hazir, T., *Physical Characteristics and Somatotype of Soccer Players according to Playing Level and Position*. Journal of Human Kinetics, 2010. 26(-1).
4. Hoff, J. and J. Helgerud, *Endurance and strength training for soccer players*. Sports medicine, 2004. 34(3): p. 165-180.
5. Krstrup, P., et al., *The yo-yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity*. Med Sci Sports Exerc, 2003. 35(4): p. 697-705.
6. Machado, F.A., et al., *Effect of stage duration on maximal heart rate and post-exercise blood lactate concentration during incremental treadmill tests*. J Sci Med Sport, 2013. 16(3): p. 276-80.
7. Mohr, M., P. Krstrup, and J. Bangsbo, *Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue*. J Sports Sci, 2003. 21(7): p. 519-28.
8. O'Reilly, J. and S.H. Wong, *The development of aerobic and skill assessment in soccer*. Sports medicine, 2012. 42(12): p. 1029-1040.
9. Rampinini, E., et al., *Physiological determinants of Yo-Yo intermittent recovery tests in male soccer players*. Eur J Appl Physiol, 2010. 108(2): p. 401-9.
10. Reilly, T., J. Bangsbo, and A. Franks, *Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer*. Journal of Sports Sciences, 2000. 18(9): p. 669-683.
11. Sedano, S., et al., *Anthropometric and anaerobic fitness profile of elite and non-elite female soccer players*. J Sports Med Phys Fitness, 2009. 49(4): p. 387-94.
12. Sporis, G., et al., *Fitness profiling in soccer: physical and physiologic characteristics of elite players*. J Strength Cond Res, 2009. 23(7): p. 1947-53.
13. Stolen, T., et al., *Physiology of soccer: an update*. Sports Med, 2005. 35(6): p. 501-36.
14. Svensson, M. and B. Drust, *Testing soccer players*. Journal of sports sciences, 2005. 23(6): p. 601-618.
15. Tønnessen, E., et al., *Maximal Aerobic Power Characteristics of Male Professional Soccer Players, 1989–2012*. International Journal of Sports Physiology and Performance, 2013. 8(3): p. 323-329.
16. van Beijsterveldt, A.M., et al., *Differences in injury risk and characteristics between Dutch amateur and professional soccer players*. J Sci Med Sport, 2015. 18(2): p. 145-9.
17. Vandendorpe P, V.d.S., Op 't Eijnde B. , *Does the type of exercise test affect exercise capacity measures in soccer players?* . University of Hasselt, 2016: p. 38.
18. Wells, C.M., et al., *Sport-specific fitness testing differentiates professional from amateur soccer players where VO2max and VO2 kinetics do not*. J Sports Med Phys Fitness, 2012. 52(3): p. 245-54.

APPENDIX

Appendix A: Rekruteringsbrief

Universiteit Hasselt
Faculteit Geneeskunde en Levenswetenschappen
opleiding revalidatiewetenschappen & kinesithherapie
Martelarenlaan 42; B-3500 Hasselt



Betreft: deelname onderzoek inspanningstests bij voetballers

16/03/2016

Beste,

Binnen de context van het onderzoekscentrum REVAL (onderdeel van de opleiding Revalidatiewetenschappen & Kinesithherapie, faculteit Geneeskunde & Levenswetenschappen, Universiteit Hasselt) en het Sportmedisch Adviescentrum ADLON werd recent een onderzoeksproject opgestart, getiteld: "Beïnvloedt de aard van de inspanningstest de inspanningscapaciteit bij voetballers?". Het onderzoek staat onder de leiding van Prof. Dr. B. Op 't Eijnde en gaat na welk type van inspanningstest het best de fysieke conditie (basisconditie, trainingsdrempels, verzuringsprofiel) bij voetballers meet. Voor dit onderzoek willen we graag voetballers van hoog niveau rekruteren. De voetballers van uw A-team komen hiervoor in aanmerking.

Voor het onderzoek worden inspanningstests (laboratoriumtest, 2 keer) en een veldtest (Yo-Yo-test, 1 keer) afgenomen. Deze worden afgenomen in het onderzoekscentrum REVAL en het sportmedische adviescentrum ADLON binnen een tijdspanne van maximaal 2,5 weken en duren ongeveer 45 minuten. Om voor beide partijen tot een adequate planning te komen, zullen de tests plaatsvinden tijdens of na de voorbereiding van seizoen 2016-2017 dit is in de periode vanaf half augustus tot half september.

Deelname aan dit onderzoek is volledig gratis en heeft voor U als voordeel dat U een goed zicht krijgt op de fysieke fitheid van uw spelers. Hiernaast zal worden voorzien in een adequate terugkoppeling van de testresultaten aan uw trainers. Dit betekent dat de testresultaten aan de testpersonen en het begeleidingsteam zullen worden meegedeeld en verduidelijkt. De testresultaten zullen voor de voetballers en de begeleiders dus ook een reële meerwaarde bieden naar het nieuwe seizoen toe.

Indien U graag meer informatie wenst of interesse heeft om aan dit onderzoek mee te werken, kan U ons hierover contacteren via mail of telefonisch.:

Met sportieve groeten,

Studenten Revalidatiewetenschappen en Kinesithherapie

Stien Willekens

stien.willekens@student.uhasselt.be;

Tel. : +32 476 51 65 07

Thomas Van Haele

thomas.vanhaele@student.uhasselt.be

+32 477 80 38 83

O.l.v.

Prof. Dr. B. OP 'T EIJNDE

Revalidatiewetenschappen & Kinesithherapie

ADLON Sportmedisch Adviescentrum

Faculteit Geneeskunde & Levenswetenschappen

Universiteit Hasselt

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'B. Op 't Eijnde', written over a horizontal line.

Diepenbeek, 07-03-2016

Appendix B: informed written consent

I. Patiëntinformatie

Titel van de studie:	Beïnvloedt de aard van de inspanningstest de inspanningscapaciteit?
Opdrachtgever:	Prof. Dr. B. Op't Eijnde Faculteit geneeskunde en levenswetenschappen, Universiteit Hasselt
Onderzoeksinstelling:	REVAL – Rehabilitation Research Center Agoralaan, gebouw A B-3590 Diepenbeek
Comité voor Medische Ethiek:	Comité Medische Ethiek Faculteit geneeskunde en levenswetenschappen, Universiteit Hasselt Campus Diepenbeek, Agoralaan, gebouw D 3590 Diepenbeek
Lokale artsen-onderzoekers:	Prof. Dr. B. Op 't Eijnde & Prof. Dr. Dominique Hansen

U wordt uitgenodigd om vrijwillig deel te nemen aan een experimentele studie over het meten van de inspanningscapaciteit van voetballers. Alvorens deel te nemen aan deze studie moet u schriftelijk instemmen. Om een correct beeld te geven over het verloop van het onderzoek is het van belang onderstaande informatie goed te begrijpen. Indien deze brochure informatie bevat die u niet begrijpt, wordt er uiteraard graag extra toelichting gegeven. U zult een kopie ontvangen van deze brochure en van het formulier dat u dient te ondertekenen. U dient beide kopieën te bewaren. Het onderzoeksteam zal eveneens een kopie van dit ondertekend toestemmingsformulier bewaren. Hierin worden het doel, de onderzoeken, de voordelen, de risico's en de ongemakken die gepaard gaan met deze studie beschreven. Ook de beschikbare alternatieven en het recht om op elk moment de studie te verlaten, worden hieronder beschreven.

Als u aan deze klinische studie deelneemt, dient u het volgende te weten:

- ❖ Deze klinische studie werd opgestart na evaluatie door één of meerdere ethische comité(s).
- ❖ Uw deelname is vrijwillig, u hebt het recht om op elk moment de studie te verlaten. Voor deelname is uw ondertekende toestemming nodig. Ook nadat u hebt getekend, kan u de onderzoekers laten weten dat u uw deelname wil stopzetten. De beslissing om al dan niet (verder) deel te nemen zal geen enkele negatieve invloed hebben op de kwaliteit van de zorgen noch op de relatie met de onderzoekers.
- ❖ De gegevens die in het kader van uw deelname worden verzameld, zijn vertrouwelijk. Bij de publicatie van de resultaten is uw anonimiteit verzekerd.
- ❖ Er worden u geen kosten aangerekend voor specifieke onderzoeken in het kader van deze studie.
- ❖ Er is een verzekering afgesloten voor het geval u schade zou oplopen in het kader van uw deelname.
- ❖ Indien u extra informatie wenst, kan u altijd contact opnemen met de arts-onderzoeker of een medewerker van zijn of haar team.

Doel en beschrijving van de studie:

Dit is een experimenteel-wetenschappelijk onderzoek waaraan naar verwachting ongeveer 110 Belgische voetballers zullen deelnemen, bestaande uit zowel professionele als amateurvoetballers.

Allereerst willen we onderzoeken in welke mate de aard van een inspanningstest de inspanningscapaciteit van een voetballer meet. Hiervoor gaan we twee laboratoriumtests met elkaar vergelijken, namelijk maximale inspanningstests met korte vs. lange inspanningstrappen. Concreet betekent dit dat in het korte protocol de snelheid van de loopband elke minuut verhoogt, terwijl dit in het lange protocol om de drie minuten zal gebeuren. Vervolgens onderzoeken we in welke mate deze laboratoriumtests gerelateerd zijn met een voetbalgevalideerde veldtest. Tot slot wordt nagegaan of het niveau van de voetballer (amateur of professioneel) en de positie op het voetbalveld (verdediger, middenvelder, aanvaller) hierin een rol speelt.

Na rekrutering worden de geïnteresseerde voetballers cardiologisch gescreend door het onderzoeksteam en al dan niet opgenomen in de studie. Hierna volgen de proefpersonen drie meetsessies: het korte- en lange protocol op de loopband en een veldtest.

De eerste en tweede meetsessie worden uitgevoerd in een cross-over onderzoeksdesign met een tussenpauze van maximaal twee weken. Dit wil zeggen dat de voetballers willekeurig worden ingedeeld in één van de twee laboratoriumprotocollen voor het uitvoeren van de eerste inspanningstest en vervolgens binnen een periode van twee weken ook de tweede inspanningstest uitvoeren.

De derde meetsessie is een voetbalspecifieke veldtest, namelijk de Yo-Yo veldtest. Deze veldtest zal plaatsvinden in een hiervoor geschikte sporthal in de buurt van uw voetbalclub.

Metingen in het kader van de studie:

Indien u instemt tot deelname aan de studie zullen de volgende tests en metingen worden uitgevoerd/afgenomen:

1. Meten van de lichaamssamenstelling:

Vooraf aan elke laboratoriumtest wordt ook het gewicht (weegschaal), de lengte (lengtemeter), de leeftijd en het vetpercentage (som van de vier huidplooien) bepaald met hiervoor geschikte apparatuur.

2. Meten van de inspanningscapaciteit in laboratoriumcontext:

Deze test wordt uitgevoerd op een loopband van TechnoGym (Technogym S.p.A., JOG EXC 500, Cesena, Italy) die manueel wordt aangepast in snelheid of hellingsgraad door de onderzoekers. Voor het laboratoriumprotocol gaat elk proefpersoon op hetzelfde tijdstip van de dag getest worden. De spelers worden 30 minuten voor aanvang van de meetsessie in het onderzoekscentrum REVAL verwacht. Het is belangrijk dat er zo gestandaardiseerd mogelijk te werk wordt gegaan (zoals de ruimte op dezelfde temperatuur proberen te houden). In deze 30 minuten wordt de test nog eens uitgelegd en krijgen ze de mogelijkheid om zich om te kleden. Vooraf aan elke meting wordt ook het gewicht, de lengte, de leeftijd en het vetpercentage bepaald.

Vooraleer men aan de test kan beginnen moet elk proefpersoon een gestandaardiseerde opwarming van tien minuten uitvoeren, op een loopband aan zeven à acht $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$. Wanneer men klaar is met de opwarming wordt een hartslagmeter rond de thorax bevestigd en wordt een mond/neusmasker bevestigd op het aangezicht. Pas dan is de proefpersoon klaar voor de maximale inspanningstest. De inspanningstests gebeuren onder begeleiding van Prof. Dr. B. Op't Eijnde.

Het korte laboratoriumprotocol gebruikt trappen van één minuut, waarbij de intensiteit per minuut verhoogd wordt. Het korte laboratoriumprotocol start aan een snelheid van vier $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ met een basisinclinatie van één graad. Na twee minuten, gaat de snelheid verhogen naar vijf en zes $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$. Vervolgens wordt de snelheid iedere minuut verhoogd met één $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ tot de maximale snelheid van 18 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ bereikt wordt. Wanneer een proefpersoon dit punt bereikt heeft en de test nog niet vrijwillig heeft stopgezet wordt elke minuut de inclinatie met twee graden verhoogd totdat er maximale uitputting optreedt.

Het lange laboratoriumprotocol gebruikt trappen van drie minuten, waarbij de intensiteit om de drie minuten verhoogd. Hierbij wordt er gestart aan een snelheid van vijf komma vier $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ en een inclinatie van één graad. Bij het lange laboratoriumprotocol wordt om de drie minuten de snelheid verhoogd met één komma acht $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ tot er een maximale snelheid van $18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ bereikt wordt. Als de proefpersoon de test nog niet vrijwillig heeft stopgezet, wordt de inclinatie per minuut verhoogd met twee graden totdat er maximale uitputting optreedt.

Dit zijn beide continue protocollen. Tijdens het korte en lange laboratoriumprotocol wordt ook de lactaatconcentratie bepaald. Dit gebeurt a.d.h.v. een vingerprik. Wanneer de test beëindigd is, moet de proefpersoon nog twee minuten blijven staan om de recuperatie van hartfrequentie en lactaat te laten registeren. Na de test wordt ook het vermoeidheidsgevoel bevestigd a.d.h.v. de BORG RPE-schaal. De proefpersonen moeten daarna nog tien minuten uitlopen.

3. Meten van de inspanningscapaciteit door middel van een veldtest:

De Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1 (YYIR1) wordt uitgevoerd in een sporthal in de buurt van de voetbalploegen. Het is belangrijk dat de omgeving zoveel mogelijk gestandaardiseerd wordt. Er wordt verwacht dat de proefpersonen 20 minuten op voorhand aanwezig zijn in de sporthal. Zo kan men nog eens informeren over de test en hebben de proefpersonen de mogelijkheid zich nog om te kleden. De proefpersonen moeten ook een opwarming van tien minuten uitvoeren.

Na de opwarming wordt de YYIR1 afgenomen. De proefpersonen moeten allemaal een hartslagmeter dragen aan de thorax. De spelers moeten 20 meter lopen, draaien rond een kegel en lopen dan 20 meter terug. Ze moeten binnen een bepaalde tijd terug over de finishlijn zijn. Daarna houdt men tien seconden actieve rust, d.w.z. dat men gaat joggen tussen de kegels die op vijf meter van elkaar staan. Wanneer een speler tweemaal niet binnen de tijd over de finishlijn komt, wordt deze afstand genoteerd en als resultaat genomen (Krustrup et al., 2003; Bangsbo, Marcello, & Krustrup, 2008; Rampinini et al., 2009; Mohr, & Krustrup, 2014). Wij gebruiken de YYIR1, waarbij men 160 meter loopt aan een snelheid van $10\text{-}13 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, van 160 tot 440 meter aan $13,5\text{-}14 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, hierna gaat men na 760, 1080, 1400, 1720 meter de snelheid verhogen met nul komma vijf $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ totdat er uitputting optreedt.

Na het uitvoeren van de test krijgt men twee minuten recuperatietijd en gaat men de hartslag noteren en het vermoeidheidsgevoel nog eens bevestigen a.d.h.v. BORG RPE-schaal. Nadien moeten de proefpersonen nog tien minuten uitlopen.

Opdrachtgever en locatie van de studie:

Dit onderzoek zal worden uitgevoerd onder de verantwoordelijkheid van Prof. Dr. B. Op 't Eijnde (Faculteit Geneeskunde & Levenswetenschappen, Universiteit Hasselt). Locatie: REVAL – Rehabilitation Research Center; Agoralaan, gebouw A; B-3590 Diepenbeek.

Duur van de klinische studie:

Indien u toestemt om aan deze studie deel te nemen, zal u zich tweemaal naar het onderzoekscentrum REVAL moeten verplaatsen voor het uitvoeren van de laboratoriumtests en het meten van de lichaamssamenstelling binnen een periode van twee weken. Ook zal er een moment voorzien worden voor het uitvoeren van de veldtest, hiervoor heeft men een week de tijd.

Vrijwillige deelname:

Deelnemen aan het onderzoek is geheel vrijwillig. Om de deelname te bevestigen, gelieve bijbehorend toestemmingsformulier te ondertekenen. U hebt het recht om uw deelname op elk ogenblik stop te zetten, zelfs nadat

u het toestemmingsformulier ondertekend heeft. U hoeft geen reden te geven voor het intrekken van uw toestemming tot deelname.

Het onderzoeksteam kan u zonder uw toestemming uit het onderzoek terugtrekken en bijgevolg uw deelname stopzetten in de volgende gevallen:

- ❖ U houdt zich niet aan de instructies voor de deelname aan de studie.
- ❖ U kan door een ziekte of een blessure niet deelnemen aan een meemoment.
- ❖ Het plots ontstaan van absolute of relatieve (contra-) indicaties.

Risico's en ongemakken:

Het onderzoek wordt zodanig uitgevoerd dat er een minimale kans op risico's is. Hiernaast kunnen deelnemers een aantal mogelijke ongemakken ondervinden:

- ❖ Om de lactaatconcentratie te bepalen is het noodzakelijk enkele druppels bloed af te nemen. Dit gebeurt via een vingerprik. Mogelijk ervaart u hiervan een lichte pijnsensatie.
- ❖ Tijdens de inspanningstest wordt een mond/neusmasker aansluitend bevestigd op het aangezicht. De proefpersoon kan hierdoor mogelijks een benauwd gevoel ervaren.
- ❖ De inspanningstests gebeuren pas na een cardiologische controle. De inspanningstests zijn van maximale aard waarbij in het geval van de laboratoriumtests de snelheid op de loopband waarden kan bereiken die ver boven de normale training- of wedstrijdintensiteit liggen. Dit brengt mogelijk een kans op vallen of blessure met zich mee. Hiernaast kan spierstijfheid voorkomen na elke inspanningstest. De uitgevoerde opwarming en het uitlopen zullen dit evenwel beperken.

Veiligheid/maatregelen:

Door het toepassen van een opwarming en het uitlopen reduceren we het risico op spierblessures/-pijn. Een gewenningssessie zal het valrisico verkleinen. Andere veiligheidsmaatregel rondom het lopen op de loopband, is het geven van instructies omtrent de noodstop. De voetballers worden voorafgaand aan de inspanningstests nog eens cardiologisch gescreend.

Indien u aan deze studie deelneemt, kan de bepaling van uw inspanningscapaciteit nuttig zijn voor het bepalen van trainingsintensiteiten, alsook voor het opstellen van specifieke individuele trainingsprogramma's. Indien er een goede relatie kan aangetoond worden tussen de inspanningsparameters van de veldtest en de laboratoriumtests wijst dit er op dat de veldtest een valide instrument is en ook geïntegreerd kan worden in de trainingssessies van uw voetbalteam.

De resultaten van uw eigen inspanningstest zullen bezorgd en toegelicht worden. U kan ze gebruiken ter verbetering van uw fysieke conditie. Voor deelname aan deze studie is er geen vergoeding voorzien.

Verzekering:

Indien u of uw rechthebbenden (familie) schade ondervinden die verband houdt met dit onderzoek, zal deze schade door de opdrachtgever van dit onderzoek worden vergoed, overeenkomstig met de wet inzake experimenten op de menselijke persoon van 7 mei 2004. De opdrachtgever heeft een burgerlijke aansprakelijkheidsverzekering afgesloten die de risico's en de schade, die zouden voortvloeien uit dit onderzoek, dekken. U of uw rechthebbenden kunnen de verzekeraar rechtstreeks in België dagvaarden.

Bescherming van de persoonlijke levenssfeer:

Uw identiteit en deelname aan deze studie zijn strikt vertrouwelijk. U zult niet bij naam of op een andere herkenbare wijze worden genoemd in dossiers, resultaten of publicaties die in verband staan met dit onderzoek. Overeenkomstig

de richtlijnen van goede klinische praktijk zal uw medische voorgeschiedenis, voor zover dit verband houdt met de studie, ingezien worden door het onderzoeksteam. Uw identiteit blijft geheim aangezien informatie over u enkel aan de hand van een uniek patiëntnummer (dus gecodeerd) zal worden aangeduid.

Mogelijk gebruikt de opdrachtgever uw informatie voor andere onderzoeksdoeleinden of in het kader van de gezondheidszorg met betrekking tot vervolgstudies in kader van dit onderzoeksdomein. Enkel uw gecodeerde informatie zal voor dit doel worden gebruikt. De persoonlijke informatie wordt mogelijk vrijgegeven aan regelgevende overheden, aan de commissie voor ethiek en aan andere organisaties die samenwerken met de opdrachtgever. Dit bereikt ook andere vestigingen van de opdrachtgever in dit land en in andere landen waar de normen inzake beheer van persoonlijke gegevens wellicht verschillend of minder strikt zijn. De opdrachtgever zal dezelfde normen inzake gegevensbescherming toepassen binnen het wettelijk kader van de betrokken landen.

De informatie zal elektronisch of handmatig worden verwerkt en geanalyseerd om de resultaten van dit onderzoek te bepalen. U hebt het recht aan de onderzoeker te vragen welke gegevens worden verzameld in het kader van het onderzoek en wat de bedoeling hiervan is. U hebt ook het recht om aan de onderzoeker inzage te vragen in uw persoonlijke informatie en er eventueel de nodige verbeteringen in te laten aanbrengen. De bescherming van de persoonlijke gegevens is wettelijk bepaald door de wet van 8 december 1992 betreffende de bescherming van de persoonlijke levenssfeer.

Wanneer u aan dit onderzoek deelneemt, betekent dit dat u ook toestemming geeft voor het gebruik van uw gecodeerde medische gegevens voor de hierboven beschreven doelen en het overmaken ervan aan bovenvermelde personen en/of instanties.

Kennisgeving van nieuwe informatie:

Soms komt er in de loop van een onderzoeksproject nieuwe informatie aan het licht over de bestudeerde onderzoeksmethode. Indien dit het geval is zal u op de hoogte gebracht worden over de nieuwe informatie die uw bereidheid om aan deze studie verder deel te nemen kan beïnvloeden.

In dat geval zal er gevraagd worden een nieuw toestemmingsformulier te ondertekenen. Mocht u naar aanleiding van de nieuwe informatie besluiten met het onderzoek te willen stoppen, dan zal de onderzoeksarts ervoor zorgen dat u op de beste manier verder wordt behandeld.

Indien u aan deze studie deelneemt, vragen wij u het volgende:

- ❖ Ten volle mee te werken voor een correct verloop van de studie.
- ❖ Geen informatie over uw gezondheidstoestand te verzwijgen zoals de geneesmiddelen die u gebruikt of de symptomen die u ervaart.
- ❖ Niet deel te nemen aan een andere klinische onderzoek met een experimentele behandeling -ongeacht of het een studiegeneesmiddel, medisch hulpmiddel of een procedure betreft- tijdens uw deelname aan de huidige studie.

Commissie voor ethiek:

Deze studie is beoordeeld door een onafhankelijke commissie voor ethiek, nl. de commissie Ethiek van de Universiteit Hasselt, die een gunstig advies heeft gegeven op 17/10/2014.

Contactpersonen:

Als er vragen zijn in verband met het onderzoek, nu tijdens of na uw deelname, dan kan u contact opnemen met:

stien.willekens@student.uhasselt.be; thomas.vanhaele@student.uhasselt.be. Tel. : +32 476 51 65 07.

II. Toestemmingsformulier

Titel van de studie: Beïnvloedt de aard van de inspanningstest de inspanningscapaciteit?

Deel enkel bestemd voor de patiënt(e) of de wettelijke vertegenwoordig(st)er:

U wordt uitgenodigd om vrijwillig deel te nemen aan een experimentele studie over het meten van de inspanningscapaciteit van voetballers. Alvorens deel te nemen aan deze studie moet u hier schriftelijk mee instemmen.

Ik, ondergetekende....., verklaar hierbij dat ik vrijwillig deelneem aan het onderzoek over het nagaan van de inspanningscapaciteit bij voetballers nadat ik volledig geïnformeerd ben over de procedure van het onderzoek. Ik heb voldoende informatie gekregen over de tests die zullen worden afgenomen, de variabelen die zullen worden gemeten,... Mijn deelname aan dit onderzoek is op vrijwillige basis. Ik verklaar hierbij dat ik de drie inspanningstests onderga op eigen risico en het Sportmedisch Adviescentrum noch de onderzoeker niet verantwoordelijk zal stellen bij ongevallen. Ik geef hierbij de onderzoekers ook de toestemming om mijn resultaten op een anonieme wijze te bewaren, statistisch te verwerken en te rapporteren. Ik ben ervan op de hoogte dat ik een samenvatting zal krijgen van de testresultaten en van de onderzoeksbevindingen.

Gelezen en goedgekeurd te..... (plaats) op (datum).

Deel enkel bestemd voor het onderzoeksteam:

Ik, ondergetekende,....., verklaar hierbij dat ik, (naam van de sporter voluit of de wettelijke gegevens van de vertegenwoordig(st)er) volledig heb geïnformeerd en dat hij vrijwillig zijn toestemming geeft om deel te nemen aan dit onderzoek.

Gelezen en goedgekeurd te..... (plaats) op (datum).

Appendix C: Goedkeuring Ethische Commissie

CORRESPONDENTIEADRES
Campus Virga Jesse
Stadsomvaart 11
3500 Hasselt

JESSA
ZIEKENHUIS

Ethische Toetsingscommissie

ADVIESFORMULIER

- studieprotocol
- amendement protocol
- medical need program

VOORZITTER
dr. Koen Magerman

SECRETARIAAT
Katrien Jaemers
katrien.jaemers@jessazh.be

CONTACT
ethische.toetsingscommissie@jessazh.be

ONS KENMERK
14.64/rev14.08

Hasselt, 22 augustus 2014

Titel protocol: Beïnvloedt de aard van de inspanningstest ook de inspanningscapaciteit bij voetballers?

Acroniem:
Firma: /
Belgisch registratienº:
Onderzoeker(s): Dominique Hansen
Bert Op 't Eijnde

Geachte collega,

Op 22/08/2014 maakte de Ethische Toetsingscommissie opmerkingen in verband met het ingediende studiedossier.
Hierbij bevestigen wij dat we uw **aangepaste** studieaanvraag ontvingen:

- informatie- en toestemmingsformulier, versie oktober 2014

De gewijzigde documenten voldoen aan de gestelde opmerkingen en zullen aan het studiedossier toegevoegd worden.
De Ethische Toetsingscommissie geeft hierbij haar **definitieve goedkeuring** voor de start van het onderzoek.

De Ethische Toetsingscommissie is georganiseerd en handelt volgens de richtlijnen van GCP/ICH.

In bijlage vindt u de ledenlijst van de Ethische Toetsingscommissie.

Met vriendelijke groeten,

Ter goedkeuring,

Dr. Koen Magerman
Voorzitter Ethische Toetsingscommissie
Jessa Ziekenhuis

17 oktober 2014

Adviesformulier studie 14.64/rev14.08

tel: 0434 21 21 21 | E-mail: ethische.toetsingscommissie@jessazh.be
Vlgbg: Ethische Toetsingscommissie | 14.64/rev14.08

Maatschappelijke zetel:
Salvatorstraat 20, 3500 Hasselt

1/2

Ledenlijst Ethische Toetsingscommissie 2014

Dr. Koen Magerman, voorzitter – klinisch bioloog
Dr. Johan Vanwalleghem, ondervoorzitter – nefroloog
Dr. Brigitte Maes, secretaris – klinisch biologe
Mevr. Mieke Bieghs – apotheek
Dr. Marcel De Ruyter – klinisch bioloog
Mevr. Chris Desmet – zorgmanager, verpleegkundige
Mevr. Lies De Waele – apotheek
Mevr. Katrien Jaemers – management assistant
Dhr. Pros Vanhelmont – jurist
Dr. Herman Kuppens – huisarts
Dr. Bjorn Stessel – anesthesist
Dr. Nikolaos Mortzos – endocrinoloog
Dr. Wendy Werckx – pediater
Mevr. Nathalie Cardinaels – psychologe

Auteursrechtelijke overeenkomst

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling:
Onderscheid tussen fysieke fysiologische uitkomstmaten bij voetballers tijdens laboratorium- en veldtesten

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

Jaar: **2017**

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,

Van Haele, Thomas

Willekens, Stien