

‘Wat is het effect van opgelegd vermogen op de vertragingstijd berekend op de tweede ventilatoire drempel bij een blok fietstest uitgevoerd door amateursporters tussen de 18 en 44 jaar’?



Naam auteur:	Alice Baltussen
Opleiding:	Fontys sporthogeschool, Eindhoven, Sport&Bewegingseducatie, Sports&Wellness.
Studentnummer:	2201577
Klas:	SWL4A
Onderzoeksdocent:	Servé Huijben
Opdrachtgever:	Sportmax, Veldhoven
Datum:	30-06-2016

Samenvatting

Literatuur

Steeds meer sporters optimaliseren hun training door gebruik te maken van een vermogensmeter. Om optimaal te kunnen presteren kunnen hartslagzones opgesteld worden aan de hand van fysiologische parameters zoals de VO_{2MAX} en de ventilatoire drempels. Deze processen kunnen gemeten worden middels een ademgasanalyse in combinatie met een ECG tijdens een RAMP protocol. Onderzoek laat een vertragingstijd van $76,9 \pm 13,0$ seconde zien, geconstateerd bij de tweede ventilatoire drempel. Ook wel VO_2 -overshoot genoemd. De verklaring van dit fenomeen is dat het lichaam aanpassingstijd nodig heeft om zich te corrigeren naar de nieuwe omstandigheden.

Methode

De onderzoekspopulatie zal bestaan uit vijftien mannelijke amateursporters in de leeftijdscategorie tussen de 18 en 44 jaar, die minimaal $2 \times 1,5$ uur in de week sporten. De testen werden uitgevoerd op het Maxima Medisch Centrum op de afdeling van Sportmax waarbij er gebruik is gemaakt van één fietskamer. De fietsergometer werd gebruikt om allereerst een maximaal inspanningstest af te nemen volgens het RAMP protocol. Hierna vond de bloktest plaats. Deze test bevat twee blokken waarvan eerste blok 70% van AT bevat en tweede blok 70% van RCP bevat.

Resultaten

Drie testpersonen voldeden na de eerste fietstest niet aan de onderzoekseisen. Het onderzoek bestudeerd twaalf respondenten. Hieruit komt naar voren dat één testpersoon een vertragingstijd laat zien van 112 seconden op de AT en een vertragingstijd van 110 seconden op de RCP. Waarbij deze testpersoon op de AT een vermogen verdroeg van 289W en op de RCP 355W. Het verschil van 66W met een verschil van -2 seconden vertragingstijd in vergelijking met de behaalde waarden op de AT.

Discussie

In de eerste fietstest, de maximaal inspanningstest, zijn geen onverwachte resultaten verschenen. Uit de tweede fietstest, de bloktest, kwam een gemiddelde maximale AT en RCP score onverwachts overeen wat niet te verklaren is uit de literatuur. Een respondent laat een responstijd zien van 112 seconden op AT en 110 seconden op RCP. Een opmerkelijke, onverklaarbare verschijning.

Conclusie

Het geleverde vermogen, >80 omwentelingen per minuut weergegeven in wattage, heeft een lineair verband met de vertragingstijd op de eerste ventilatoire drempel. Dit wordt statistisch significant bevestigd door SPSS met $p \leq 0.05$. Op de tweede ventilatoire drempel is geen bewijsmateriaal gevonden van een significant verband tussen wattage en vertragingstijd.

Aanbevelingen

In de toekomst zou het waardevol zijn om dit onderzoek uit te voeren met >20 respondenten op een fietsergometer maar ook op een loopband. Een voeding- en slaapdagboek zou in het vervolg bijgehouden kunnen worden. Vermogensmeters kunnen van innovatieve waarde zijn door ze aan te passen naar de daadwerkelijke parameters. Daarbij is het voor Maxima Medisch Centrum een meerwaarde om afnemers te voorzien van de individuele vertragingstijd.

Voorwoord

Voor u ligt mijn scriptie met de onderzoeksvraag: *Wat is het effect van opgelegd vermogen op de vertragingstijd berekend op de tweede ventilatoire drempel bij een blok fietstest uitgevoerd door amateursporters tussen de 18 en 44 jaar?*

Dit onderzoek is uitgevoerd uit opdracht van Maxima medisch centrum te Veldhoven op de afdeling Sportmax. Deze scriptie is geschreven uit opdracht van de opleiding bewegingseducatie richting Sports&Wellness aan de Fontys Sporthogeschool te Eindhoven.

Dit onderzoek is tot stand gekomen door een voorgaand onderzoek van Dr. Hoogveen. Deze dokter is werkzaam op de afdeling Sportmax en heeft onderzoek gedaan naar het overshoot-fenomeen. Een vervolgonderzoek was nodig waarbij ik een aandeel mocht leveren. Twee bewegingswetenschappers Martijn van Hooff en Joep van Kesteren hebben mij tijdens dit onderzoek ondersteund door testen af te nemen bij de respondenten. Daarbij heeft ook altijd een van de sportartsen als eindverantwoordelijke gefungeerd. Lex Houweling, mijn stagebegeleider op sportmax en Servé Huijben, mijn onderzoeksbegeleider van de sporthogeschool hebben mij telkens voorzien van feedback op deze scriptie.

Via deze weg wil ik graag alle sportartsen, Marike vd Cruisen, Goof Schep, Adwin Hoogeween, Edwin Achterberg, Tessa Backhuijs, Michelle Breuer en Camiel Aldershof, bedanken voor de inzet en tijd om dit onderzoek mogelijk te maken. Daarbij wil ik Martijn van Hooff en Joep van Kesteren bedanken voor alle moeite en tijd die zij in dit onderzoek hebben gestopt. Tenslotte ben ik Servé Huijben en Lex Houweling erg dankbaar dat zij mij gesteund hebben in dit proces en mij telkens van goede feedback voorzien hebben. Zonder deze samenwerking had ik niet hetzelfde resultaat kunnen bereiken.

Alice Baltussen
Eindhoven, 14-06-2016

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	2
Voorwoord	3
Inleiding.....	6
Concrete onderzoeksvraag.....	7
Literatuurstudie.....	8
Hartslagzones	8
Inspanningstesten	8
Methode.....	13
Type onderzoek.....	13
Onderzoeksopzet.....	13
Populatie	13
Inclusiecriteria	13
Gegevensverzameling	14
Gegevensanalyse.....	14
Validiteit en betrouwbaarheid	15
Resultaten	16
<i>Figuur 1: Lineaire verband vermogen en ventiatloire responstijd op AT.....</i>	<i>18</i>
<i>Figuur 2: Vermogen en ventilatoire responstijd op RCP</i>	<i>18</i>
Discussie	19
Kritische terugblik op het eigen handelen	21
Conclusie	23
Aanbevelingen.....	24
Bibliografie	26
Bijlagen	28
Bijlagen methode	28
Figuur 1: Benaderen deelnemers via e-mail.....	28
Figuur 2: Bijlagen testmogelijkheden, e-mail benaderen deelnemers	29
Figuur 3. Vragenlijst Sportmàx in combinatie met Lausanne protocol.....	31
Figuur 4. Meetinstrumenten	33
Figuur 5. Maximaal inspanningstest volgens RAMP protocol voor het bepalen voor het respiratoire compensatie punt.....	35
Figuur 6. Blokbepaling volgens het blokprotocol voor het bepalen van het ventilatoire respons.	35
Figuur 7. Verklaring 70% van AT en RCP in fietstest 2.....	36

Bijlagen resultaten.....	37
Vergelijking 1: 70% Wattage AT/RCP	37
Vergelijking 2: Het verschil in seconde tussen VRT1 en VRT2 per proefpersoon	37
Vergelijking 3: Het nettoverschil in seconde tussen VRT1 en VRT2 per proefpersoon	38

Inleiding

Dit onderzoek heeft plaatsgevonden op het Maxima Medisch Centrum te Veldhoven op de afdeling: Sportmax. Na aanleiding van een onderzoek van Hoogeveen & Keizer (2003) was een vervolg onderzoek gewenst waarbij er gekeken werd welk effect vermogen zou hebben op de vertragingstijd gemeten op de tweede ventilatoire drempel.

Een hartslagmeter is in de sportwereld een handig hulpmiddel om prestaties te verbeteren tijdens trainingen en wedstrijden. Voor een optimaal trainingseffect is het namelijk noodzakelijk dat er getraind wordt op de juiste inspanningsintensiteit. Met behulp van een hartslagmeter kan de juiste inspanningsintensiteit bepaald worden, aangezien de hartslag beschouwd wordt als een valide en betrouwbare indicator van de trainingsintensiteit (Owen, Forsyth, Wong, Dellal, Connelly & Chamari, 2015).

De laatste jaren wordt echter steeds meer gebruik gemaakt van zogenaamde vermogensmeters, met name binnen het wielrennen en triatlons (Kirkland et al., 2008). Een vermogensmeter meet het mechanische vermogen dat geleverd moet worden om vooruit te komen, oftewel de hoeveelheid arbeid per tijdseenheid, uitgedrukt in Watt (W). Door dit te vergelijken met hartslaggegevens, cadans en snelheid kan men inzicht verkrijgen in de conditie- en prestatieverbetering.

Een mogelijke verklaring voor de opmars van de vermogensmeters is dat ze, in vergelijking met de klassieke hartslagmeter, nauwkeuriger zijn. Een vermogensmeter kan namelijk direct de verandering van geleverde arbeid per tijdseenheid aangeven, terwijl een verandering van hartslag meer tijd nodig heeft eer deze zichtbaar is. Bovendien zijn er veel verschillende interne en externe factoren van invloed op de hartslag (bijvoorbeeld temperatuur, mate van vermoeidheid, mate van dehydratatie, stressniveau) waardoor er bij hartslagmeting regelmatig sprake is van over- of onderschatting van de intensiteit. Bij een vermogensmeting zal dit minder het geval zijn, aangezien deze meting minder beïnvloed wordt door dergelijke factoren (Kirkland et al., 2008). Kortom, met behulp van een vermogensmeter kan dus exacter de trainingsintensiteit worden bepaald.

Zoals reeds aangegeven is het voor het optimaliseren van het trainingseffect en prestatievermogen van belang dat er getraind wordt op de juiste inspanningsintensiteit, ofwel in afgebakende trainingszones. Het bepalen van de juiste trainingszones gebeurt meestal aan de hand van ergospirometrie; een progressieve opbouwende inspanningstest met ademgasanalyse uitgevoerd op een fietsergometer in een gestandaardiseerde omgeving. Tijdens een dergelijke test worden fysiologische processen gemeten, zoals zuurstofopnamen en aanwezigheid van melkzuur, waardoor men kan bepalen wanneer het lichaam overgaat van aerobe energielevering naar anaerobe energielevering. Op basis van omslagpunten, ook wel 'aerobe drempel' (VT1) en 'anaerobe drempel' (VT2) genoemd, kunnen individuele trainingszones berekend worden, uitgedrukt in hartslag- of vermogenszones. Het omslagpunt functioneert dus als een drempel tussen twee gebieden waar in het ene gebied (aerobe drempel) de energiebehoefte van de spier grotendeels door de aerobe energielevering verwerkt wordt met voldoende zuurstof en weinig tot geen ophoping van melkzuur terwijl in het andere gebied (anaerobe drempel) de verzuring snel toe zal nemen aangezien hier onvoldoende zuurstof aanwezig is.

De twee omslagpunten, namelijk VT1 en VT2, zijn van belang om beter te kunnen trainen. De VT1 en VT2 drempel geven inzicht over welke momenten er melkzuur aangemaakt wordt in het lichaam en men dus minder zal presteren dan wanneer men net voor dat moment gaat trainen. Tijdens een maximaal inspanningstest kunnen omslagpunten bepaald worden aan de hand van de ergospirometrie. Gedurende een maximaal inspanningstest wordt de weerstand geleidelijk opgevoerd wat zal resulteren in lineaire stijging van de zuurstofopname (VO₂), uitgeademde koolstofdioxide (VCO₂) en in de ventilatie (VE). De weerstand zal worden opgevoerd tot het moment dat de inspanning zorgt voor lactaat. Lactaat is een zuur dat vrij komt in het lichaam zodra er inspanning geleverd wordt en aerobe verbranding niet meer volstaat om de gevraagde arbeid te leveren. De VT1, ook wel AT (anaerobic threshold), staat voor een drempel tussen twee gebieden. Vanaf het punt dat de CO₂ uitademing sneller stijgt dan de O₂ opname bevindt het individu zich boven de VT1. De VE zal mee stijgen met de VCO₂.

Als het vermogen (uitgedrukt in wattage) na het bereiken van het VT1 verder wordt opgevoerd, stijgt de VE sneller dan de CO₂ uitstoot wat zal resulteren in een hyperventilatie. Het punt dat VE meer stijgt dan voor de CO₂ nodig is wordt het VT2 (RCP, respiratory compensation point) genoemd.

Door het monitoren van de ventilatie van de fietser middels het ergospiometrie apparaat zou men er dus achter kunnen komen waar de ventilatoire drempels zich bevinden per individu. Een fietser zou idealiter standaard op zijn tweede ventilatoire drempel willen fietsen aangezien hij dit dus lang kan volhouden. Het moment dat er een langere tijd op de RCP wordt gefietst wordt het steady-state genoemd.

Tijdens de maximaal inspanningstest wordt geleidelijk het wattage verhoogd tot het individu niet aan de cadanseis van de omwentelingen van de trappers kan voldoen. Er kan tijdens deze test exact worden afgelezen wat de hoeveelheid wattage is op het moment dat de gasademanalyse aangeeft dat de ventilatoire drempels bereikt zijn. Zo kunnen er met een vermogenmeter trainingszones bepaald worden.

In onderzoek van Hoogeveen (2003) is er een vertragingstijd geconstateerd bij het begin van de VT2, ook wel VO₂ overshoot genoemd. Een vertragingstijd ontstaat zodra het lichaam zich moet aanpassen aan de activiteit die op dat moment geleverd wordt. Dit zou betekenen dat de tot nu toe altijd geregistreerde tweede ventilatoire drempel niet correct zou zijn. Het onderzoek meet een vertragingstijd van ongeveer 80 seconden bij de tweede ventilatoire drempel wat zou betekenen dat het RCP eigenlijk 80 seconde eerder plaats zou vinden.

Nu bekend is dat er een vertragingstijd aanwezig is voor het optreden van de tweede ventilatoire drempel, wil Sportmax verder onderzoek doen naar de beïnvloedingseffecten. Dit onderzoek richt zich op de vraag op welke wijze vermogen (wattage) invloed heeft op de duur van de vertragingstijd, gemeten vanaf de tweede ventilatoire drempel. Deze onderzoeksresultaten dragen bij aan het nauwkeurig berekenen van de ventilatoire drempel en een beter begrip van het VO₂-overshoot fenomeen.

De tijd die het lichaam erover doet om van 0 watt naar het wattage te gaan dat gelijk staat aan RCP tot aan steady state is de exacte tijd. Steady state mag gezien worden als een punt dat theoretisch oneindig lang volgehouden kan worden. De tijd die vlak voor het bereiken van de steady state boven de steady state lijn uitstijgt mag gezien worden als vertragingstijd. De tijd die dus extra gemaakt wordt, mag achteraf van de totale tijd afgetrokken worden om zo de exacte tijd te genereren. Zo kan per individu de vertragingstijd verkregen worden en kan dit onderzoek hier de vergelijking tussen maken. Hierdoor wordt de invloed van wattage op de vertragingstijd duidelijk gemaakt.

Concrete onderzoeksvraag

Wat is het effect van opgelegd vermogen op de vertragingstijd berekend op de tweede ventilatoire drempel bij een blok fietstest uitgevoerd door amateursporters tussen de 18 en 44 jaar?

Hypothese

Zodra het lichaam meer arbeid moet leveren (het vermogen verhoogd wordt door Wattage) zou het logisch zijn dat het lichaam meer tijd nodig heeft om zich aan te passen. Dus de vertragingstijd zal langer van duur zijn als er wattage wordt toegevoegd.

De vertragingstijd berekend op de tweede ventilatoire drempel bij een blok fietstest zal toenemen bij het verhogen van het opgelegd vermogen.

Literatuurstudie

Voor het verbeteren van de sportprestatie is het belangrijk dat er op het juiste inspanningsniveau getraind wordt. Een vrij betrouwbare indicator voor het juiste inspanningsniveau is de hartslag. Deze blijkt namelijk vrijwel lineair te stijgen met de inspanning, tot de zogenaamde anaerobe drempel is bereikt. In de volksmond ook wel 'verzuren' genoemd (Vitor B. Nascimento, 2012). Daarna stijgt de hartslag niet veel meer. Door tijdens het trainen gebruik te maken van een hartslagmeter heeft men continu inzicht in de intensiteit waarmee men traint. Hoe en met welke intensiteit er getraind moet worden, is afhankelijk van het type training (bijvoorbeeld duurtraining of interval training). In de trainingsleer worden voor de verschillende typen trainingen bepaalde trainingszones ofwel hartslagzones gegeven. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de fysiologische processen die tijdens inspanningstesten worden gemeten en de wijze waarop individuele trainingszones worden bepaald.

Hartslagzones

Voor een optimaal trainingseffect is het noodzakelijk dat er getraind wordt op de juiste inspanningsintensiteit. Binnen inspanningsintensiteit valt onder andere het duuruithoudingsvermogen. Dit vermogen is noodzakelijk bij langdurig onafgebroken bewegen (Wilmore, Costill, & Kenney, 2008). Duuruithoudingsvermogen differentieert twee soorten uithoudingsvermogens: het cardiorespiratoir- en spieruithoudingsvermogen. Het eerst genoemde speelt een grote rol bij duuruithoudingsvermogen waarbij door gebruikmaking van aerobe training een verbetering plaatsvindt in de centrale en perifere doorbloeding (Wilmore et al., 2008).

Een stijging van cardiovasculaire parameters, die onmisbaar zijn tijdens cardiorespiratoir uithoudingsvermogen, is daarom belangrijk bij de totstandkoming van de trainingseffecten in de duursport (Wiles et al., 2007). De hartslag is een van de belangrijke cardiovasculaire parameters en dus een belangrijke maatstaf om een indicatie te krijgen van het inspanningsniveau. Er wordt gesuggereerd door Wiles et al., (2007) dat training volgens hartslag nuttig is voor het aanduiden van de totale lichamelijke belasting. Met behulp van je hartslag kan dus de juiste inspanningsintensiteit bepaald worden, aangezien de hartslag beschouwd wordt als een valide en betrouwbare indicator van de trainingsintensiteit (Owen et al., 2015; Wiles et al., 2007).

Om die juiste inspanningsintensiteit te categoriseren wordt er in de sportwereld gewerkt met trainingszones (Meeusen, 2013). Deze zones worden aan de hand van de hartslag afgebakend (Machado et al., 2013). Trainingszones, ook wel hartslagzones, kunnen gebruikt worden om de trainingsintensiteit te monitoren (Sell, 2016).

De hartslag, ook wel hartfrequentie (HF), speelt dus een erg belangrijke rol om hartslagzones af te bakenen. De belangrijkste twee fysiologische factoren zijn de (niet beïnvloedbare) maximale hartslag en de (door training te verlagen) hartslag in rust. De hartslag in rust wordt beïnvloed door de fitheid van een individu. Hoe fitter het individu, hoe lager de hartslag in rust zal zijn. De maximale hartslag wordt ook wel gezien als een standaard maatstaf voor het weergeven van een indicatie van de hartslag. Zo kan men bijvoorbeeld de snelle, maar onnauwkeurige formule: '220 min je leeftijd = maximale hartslag' toepassen. Deze is echter gebaseerd op gemiddeldes en is dus onzorgvuldig (Jinhua, Hitoshi, Koji, Yasuhiro, & Hashimoto, 2015).

Van Karvonen (Karvonen, Kentala, & Mustalo, 1957) heeft een formule bedacht die niet beïnvloed wordt door leeftijd of fitheid. Deze is als volgt: $HF_{rust} \text{ plus } (HF_{max} \text{ min } HF_{rust}) \text{ vermenigvuldigd met het percentage waarop men wilt trainen.}$ Hier komt een percentage uit dat men kan monitoren tijdens het beoefenen van duursport, bijvoorbeeld tijdens het fietsen met een hartslagmeter om (Jinhua et al., 2015). Een nog betrouwbaardere manier is het aan de hand van inspanningstesten hartslagzones bepalen (Wiles et al., 2007).

Inspanningstesten

Om een specifiek beeld te krijgen van de hartslag en die vervolgens te gebruiken voor het bepalen van de hartslagzones, kan door middel van een inspanningstest. Volgens Wiles et al., (2007) is het uitvoeren van een inspanningstest de beste manier om een nauwkeurige hartslag te meten. Een maximaal inspanningstest is daar een voorbeeld van. Een maximaal inspanningstest kan worden afgenomen op een loopband of op een

fietsergometer. Een fietsergometer is het meest functioneel als personen al ooit eerder op een fiets getraind hebben (Wilmore et al., 2008). De test op de ergometer zal met een oplopend vermogen, ook wel wattage (W), toenemen tot uitputting. Uit onderzoek van Gezond sporten, (2015) blijkt dat een amateuristische mannelijke sporter tussen de 4,5 en 5,0 kilogram per wattage zou moeten kunnen verdragen. Dit is een richtlijn gebaseerd op gemiddelden.

Tijdens een cadans van vijftig tot tachtig omwentelingen per minuut worden het hoogste zuurstofopnamevermogen (VO_{2max}) en hartslag waardes gemeten (Fletcher et al., 2001). Zodra het individu niet een cadans aan kan houden van boven de vijftig omwentelingen per minuut zal de test beëindigd worden en kan de maximale hartslagscore gegenereerd worden.

Een voorbeeld van een maximaal inspanningstest protocol op een fietsergometer is het RAMP protocol (Adami, Sivieri, Moia, Perini, & Ferretti, 2013). Het RAMP protocol is een uitermate geschikte test om inspanningscapaciteit in kaart te brengen (Werkman, et al., 2011).

Deze inspanningstest wordt volgens een stapsgewijs oplopend protocol uitgevoerd waarbij de weerstand op de fiets per minuut wordt opgevoerd met wattage. Er wordt gestart met vijf minuten warming-up waarbij er gefietst zal worden op tien procent van de geschatte maximale vermogen (W). Deze waarde wordt op basis van het gewicht van de respondent geschat met de formule: vijf keer het lichaamsgewicht. Na de warming-up zal de weerstand progressief opgevoerd worden. Het aantal wattage waarmee wordt opgevoerd is individueel afhankelijk. De test zal beëindigd worden zodra de respondent geen cadans (ritme) kan aanhouden van tachtig omwentelingen per minuut (Casaburi, Marciniuk, Beck, Zeballos, Swanson, Myers & Sciurba, 2001). Er wordt gesteld dat het merendeel van de personen dat deze inspanningstest ondergaat de maximale inspanning bereikt tussen de acht en twaalf minuten (Werkman et al., 2011).

Het positieve ondervonden verschil met andere maximaal inspanningstesten is dat het RAMP protocol minder grote cardiopulmonale belasting geeft, waardoor men langer doet over het bepalen van de maximale inspanning. Wat daarentegen nadelig zou kunnen uitpakken, is dat er bij de fietsergometertesten ongemak zoals vermoeidheid van de M. quadriceps (bovenbeen spieren) kan optreden (Wilmore et al., 2008). Bij onervaren duursporters zou dit kunnen leiden tot het vervroegd beëindigen van de inspanningstest waardoor ze geen maximale hartfrequentie (HF_{max}) kunnen behalen.

Een andere erg belangrijke indicator die nauwlettend in de gaten gehouden moet worden voor een nauwkeurige meting is de ademhaling (Davenport, Charlesworth, Vanderspank, Sopper, & Mottola, 2008). Dit kan middels ergospirometrie; een progressieve opbouwende inspanningstest met ademgasanalyse uitgevoerd op een fietsergometer in een gestandaardiseerde omgeving. Tijdens deze test worden fysiologische processen gemeten, zoals zuurstof opname (O_2), koolstofdioxide op- en afname (CO_2) en aanwezigheid van melkzuur. In de sportwereld wordt er altijd gesproken over ' VO_2 ' en ' VCO_2 ' waar de 'V' voor volume staat.

Een gouden standaard om het aerobe level te meten wordt gedaan middels het meten van de VO_{2MAX} . De VO_{2MAX} meet de maximale hoeveelheid zuurstof die je iedere minuut op kan nemen. Door het gebruik van een ademgasanalyse tijdens een inspanningstest worden de variabelen direct weergegeven in een grafiek op een beeldscherm. Zo wordt procentueel inzichtelijk gemaakt hoeveel O_2 de in- en uitgeademde lucht bevat en hoeveel CO_2 deze in- en uitgeademde lucht telt (Wilmore et al., 2008). Het volume O_2 van de in- en uitgeademde lucht wordt ook wel ventilatie genoemd, wat in de literatuur afgekort wordt met ' VE '.

Het blijkt uit onderzoek van Stanula, Gabry's, Rocznik, Szmatlan-Gabry's, Ozimek & Mostowiks (2015) dat tijdens een maximaal inspanningstest middels de hartslag de maximale uitputting in combinatie met zuurstofopname (VO_2), ventilatie per minuut (VE) en de productie van uitgeademde lucht (ook wel koolstofdioxide (VCO_2)), geanalyseerd kan worden. Dit proces is belangrijk aangezien hartslagzones met deze informatie nog nauwkeuriger bepaald kunnen worden.

Hartslagzones in combinatie met inspanningstesten

Om hartslagzones adequaat af te bakenen, is eerst meer informatie nodig over waar welke grenzen liggen en hoe deze bepaald worden (Meeusen, 2013). Zoals reeds aangegeven, kan er tijdens maximaal inspanningstesten heel precies gasuitwisseling gemeten worden om aan de hand daarvan fysiologische

respons te evalueren (Myers, Walsh, Buchanan, & Froelichier, 1989). Zo kan er ook een indicatie gegeven worden van de melkzuurproductie (lactaat) en kunnen de gasuitwisselingen geanalyseerd worden (Mendia-Iztueta, Monahan, Kyröläinen, & Hynynen, 2016).

Lactaat is een lichaamseigen stof die geproduceerd wordt in de spieren indien er onvoldoende zuurstof aanwezig is. Lactaat is altijd aanwezig in het lichaam maar wordt in kleine concentraties aangetroffen. Zodra het lichaam aangedreven wordt, verbruiken de spieren extra zuurstof waardoor er een tekort aan lactaat kan ontstaan en het lichaam extra lactaat gaat aanmaken.

Uit onderzoek van (Stanula et al., 2015) blijkt dat wanneer er veranderingen optreden in de VO_2 en de VE deze kunnen dienen voor het bepalen van twee fysiologische drempels. Deze drempels, ook wel omslagpunten genoemd, worden van elkaar onderscheiden door een bepaalde energielevering. Zo bestaat er een aerobe en een anaerobe energielevering.

Allereerst zal de aerobe drempel worden tegengekomen, ook wel ventilatoire drempel, afgekort VT1 of AT (aerobic threshold) genoemd (Stanula et al., 2015). Hier zal de energiebehoefte van de spier grotendeels door de aerobe energielevering verwerkt worden met voldoende zuurstof en weinig tot geen ophoping van melkzuur. Men bereikt de VT1 als de CO_2 uitademing sneller stijgt dan de O_2 opname. Op dat moment zal de VE mee stijgen met de VCO_2 (Sousa, Magosso, Pereira, Souza, Vieira, Marine, Perez & Baldissera 2012). Deze variabelen kunnen geregistreerd worden door de ergospirometrie (ademgasanalyse). Deze drempel is voor een sporter lang vol te houden aangezien er weinig gevraagd wordt qua intensiteit van de spier en er nog (bijna) geen lactaatproductie is.

Als tweede grens wordt de anaerobe drempel aangegeven, oftewel respiratoire compensatiepunt, afgekort RCP of VT2 (Stanula et al., 2015). Hier zal de verzuring in de spier snel toenemen omdat er onvoldoende zuurstof aanwezig is. Dit komt doordat de VE, tussen VT1 en VT2 sneller zal toenemen dan de CO_2 uitstoot. Dit resulteert in een hyperventilatie. Op het punt dat de VE meer stijgt dan voor de CO_2 nodig is, wordt het VT2 bereikt (Sousa et al., 2012). Beide drempels worden ook wel lactaat drempels genoemd (LT) omdat ze op basis van lactaatkwantiteit kunnen worden begrensd (Mendia-Iztueta et al., 2016).

Gezond sporten (2015) beschreef een standaard methode hoe de bovengrens en ondergrens van de anaerobe drempel geïnterpreteerd kunnen worden. De minimaal richtlijn bestond uit 70% van de HF_{max} en de bovengrens was 90% van de HF_{max} . Deze methode is gebaseerd op gemiddelden en verzorgt een globaal beeld van referentiepunten.

Kortom, door een ademgasanalyse af te nemen tijdens een maximaal inspanningstest kunnen de VT1 en VT2 drempel worden bepaald op basis van het beoordelen van de VE, voortkomend uit VO_2 opname en VCO_2 afname (Sousa et al., 2012). Dit geeft inzicht in de momenten waarop er melkzuur wordt aangemaakt in het lichaam. Deze informatie kan gebruikt worden voor het opstellen van een ideaal trainingsschema.

Tijdens de ademgasanalyse zal ook het monitoren van de hartslagen per minuut plaatsvinden. Deze informatie wordt verkregen doordat er middels een ECG (hartfilm) de hartslag gemeten wordt. Via het beeldscherm kan afgelezen worden tijdens welk weggetrapt wattage gedurende de maximaal inspanningstest welke hartfrequentie hoort. Door het oplopend vermogen zal het hart sneller moeten werken waardoor de hartslag omhoog zal gaan.

Hartslagzones kunnen dus aan de hand van deze ventilatoire drempels in combinatie met hartslag vastgelegd worden. Er blijkt echter tijdens een inspanningstest ook een relatie te zijn tussen hartslag en werktempo (vermogen) die gebruikt wordt voor het definiëren van trainingsszones (Impellizzeri, Sassi, Rodriguez-Alonso, Mognoni & Marcora, 2002; Lucia, Hoyos, Carvajal, & Chicharro, 1999; Padilla et al., 2001).

Vermogen

De laatste jaren wordt er veel gebruik gemaakt van de zogenaamde vermogenmeters, met name binnen het wielrennen en triatlons (Robinson, Plasschaert, & Kisaalita, 2011); (Dijk, Megen, & Vroemen, 2015); (Meeusen, 2013). Een vermogensmeter meet het mechanische vermogen dat geleverd moet worden om vooruit te

komen, ofwel de hoeveelheid arbeid per tijdseenheid, uitgedrukt in wattages (W). Door dit te vergelijken met hartslaggegevens, cadans en snelheid kan men inzicht verkrijgen in de conditie- en prestatieverbetering (Dijk et al., 2015).

Dijk et al., (2015) en Meeusen (2013) beschrijven een paar mogelijke verklaringen voor de opmars van de vermogensmeter in vergelijking met de klassieke hartslagmeter. Een vermogensmeter is nauwkeuriger omdat die direct de verandering van geleverde arbeid per tijdseenheid kan aangeven, terwijl een verandering van hartslag meer tijd nodig heeft eer deze zichtbaar is. Bovendien zijn er veel verschillende interne en externe factoren van invloed op de hartslag. Voorbeelden hiervan zijn temperatuur, mate van vermoeidheid, mate van dehydratatie en het stressniveau. Hierdoor treedt er regelmatig bij hartslagmeting een over- of onderschatting van de intensiteit op. Bij een vermogensmeting zal dit minder het geval zijn, aangezien deze meting minder beïnvloed wordt door dergelijke factoren. Kortom, met behulp van een vermogensmeter kan dus exacter de trainingsintensiteit worden bepaald.

Zoals reeds aangegeven kan een vermogensmeter ook een rol spelen in het bepalen van hartslagzones. In elke afzonderlijke zone wordt een ander energiesysteem de hoofdleverancier van de benodigde energie. Vanuit hier kan men dus bepalen welke zone het meest geschikt is voor de inspanning die geleverd moet worden. De vermogen-trainingszones hebben als referentiepunt het kritisch vermogen (P_{KV}). Het begrip kritisch vermogen wordt gebruikt wanneer men het heeft over het theoretisch oneindig lang volhouden van inspanning. In de literatuur wordt dit punt vaak vergeleken met de VT2. Coggan & Allen (2010) maken onderscheid in vijf verschillende soorten trainingszones: de herstelzone (H), duurtraining extensief (D1), duurtraining intensief (D2), omslagpunttraining (D3) en weerstand-tempo-interval training. Iedere trainingszone heeft een andere trainingsdoelstelling.

Herstelzone (H) is de zone die gebruikt wordt na een zware inspanning. Deze zone staat er om bekend dat al bewegend afvalstoffen afgevoerd worden. Doordat de inspanning nog niet veel energie vraagt van het lichaam is dit ook een ideale zone om je warming-up mee te starten. Deze zone bevindt zich onder de 55 procent van het kritisch vermogen.

In de D1 zone wordt vetverbranding gestimuleerd door het aerobe energiesysteem. Tevens is deze trainingszone ook geschikt voor warming-up en cooling-down en bevindt het zich tussen de 56 en 75 procent van het kritisch vermogen.

De D2-zone houdt zich bezig binnen het aerobe uithoudingsvermogen. De inspanning die je moet leveren om je in deze zone te bevinden, ligt een stuk hoger in vergelijking met D1. In deze zone vindt koolhydraatverbranding plaats en bevindt zich tussen 76 en 90 procent van het kritisch vermogen.

Wanneer er vooral getraind wordt op het volhouden van zware inspanning zal men trainen in de D3-zone. Deze zone steekt rond het anaerobe omslagpunt en bevindt zich tussen 91 en 105 procent van het kritisch vermogen.

De laatste zone, ook wel de weerstandzone, bestaat voornamelijk uit anaerobe verbranding. De hartslag bevindt zich tussen de anaerobe drempel en het maximale vermogen in.

Vertragingstijd

Er zijn een aantal fysiologische principes waar onderzoekers rekening mee moeten houden tijdens onderzoek bij inspanning. Wilmore et al., (2008) wijst er op dat het lichaam zich fysiologisch moet aanpassen aan de acute stress van inspanning of lichamelijke activiteit. Dat zou dus betekenen dat als er inspanning geleverd wordt het lichaam niet direct kan reageren waardoor er een vertragingstijd opspeelt in de pulmonaire zuurstofopname. Deze vertragingreactie wordt ook wel ventilatoire responstijd genoemd (Hoogeveen, 2001).

Uit onderzoek van Hoogeveen (2001) werd dit fenomeen geconstateerd in twee afzonderlijke laboratoria waar elite wielrenners onderzocht werden op een overshoot-fase bij aanvang van een constante belasting. Doordat het lichaam plotseling actief wordt, moet er snel gereageerd worden door meer zuurstof te verspreiden naar de spieren (Hoogeveen, 2001). Er ontstaat een zuurstofschuld, wat in dit onderzoek

beschreven wordt als het overshoot verschijnsel. Hoogeveen verklaart dat het overshoot verschijnsel tot stand komt door de spierdoorstroming.

Hoogeveen & Keizer (2003) hebben twee jaar later dit fenomeen verder onderzocht. Ze onderzochten vijftien ervaren wielrenners (leeftijd $26,3 \pm 3,3$ jaar, lengte $180,7 \pm 5,3$ cm, body mass $72,5 \pm 3,6$ kg). De respondenten voerden het onderzoek uit op een fietsergometer waarbij een bloktest gestart werd met vijf minuten warming-up waarna twee minuten rust volgde. Hierna werd het vermogen met 250 Watt verhoogd en zou ook dit vijf minuten volgehouden moeten worden. Een bloktest heeft als karaktereigenschap dat er van rust (twee minuten) naar het gewenste vermogen gefietst moet worden. Doordat respondent van stilstand zo snel mogelijk naar 250 Watt (gemiddeld Watt rond het RCP) moest fietsen zou een gasademanalyse kunnen uitwijzen of dat er een overshoot-fase aanwezig zou zijn zodra er wattage wordt toegevoegd aan de belasting. Na deze vijf minuten werd het vermogen weer verlaagd voor een herstelfase en werd uiteindelijk de fietstest beëindigd. Tijdens deze fietstest werd de ventilatie en gasuitwisseling nauwlettend bestudeerd door een ademgasanalyse.

Volgens Hoogeveen & Keizer (2003) zou de tot nu toe altijd geregistreerde tweede ventilatoire drempel niet correct zijn. Uit zijn onderzoek bleek namelijk dat de tweede ventilatoire drempel pas later wordt waargenomen dan het moment waarop deze daadwerkelijk plaatsvindt. De geconstateerde vertragingstijd aan het begin van de VT2, ook wel de VO_2 -overshoot genoemd, bedroeg $76,9 \pm 13,0$ seconde. De verklaring hiervoor is dat het lichaam tijd nodig heeft om zich aan te passen aan de nieuwe gevraagde omstandigheden. Kortom, bij het meten van de tweede ventilatoire drempel dient men rekening te houden met een vertragingstijd.

Conclusie literatuuronderzoek

Om optimaal te kunnen presteren kunnen hartslagzones opgesteld worden aan de hand van fysiologische parameters zoals de VO_{2MAX} en de ventilatoire drempels (VT1 en VT2). Deze drempels kunnen gemeten worden middels een ademgasanalyse in combinatie met een ECG tijdens een RAMP protocol.

Uit onderzoek van Hoogeveen & Keizer (2003) wordt er een vertragingstijd van $76,9 \pm 13,0$ seconde geconstateerd bij de tweede ventilatoire drempel. Deze ventilatoire responstijd wordt ook wel VO_2 -overshoot genoemd. De verklaring van dit fenomeen is dat het lichaam aanpassingstijd nodig heeft om zich te corrigeren naar de nieuwe omstandigheden.

Er blijft onduidelijkheid bestaan over dit fenomeen aangezien er nog weinig onderzoek naar gedaan is. Er is nog geen evidentie over de verhouding tussen vermogenkwantiteit en de ventilatoire drempels. Dit onderzoek zal bestuderen of er een verband is tussen vermogen en de ventilatoire drempels.

Methode

Type onderzoek

Het doel van het onderzoek is om te achterhalen wat de invloed is van diverse wattages tijdens een fietstest op de hartslag van de respondent tijdens de overshoot-fase. Er is echter nog nauwelijks onderzoek gedaan naar dit overshoot fenomeen. Daarom is gekozen voor een verkennende onderzoeksopzet.

Het onderzoek is kwantitatief van aard aangezien er objectieve, numerieke meetgegevens worden verzameld, en statistische data-analyses worden uitgevoerd.

Onderzoeksopzet

Dit onderzoek zal bestaan uit twee fietstesten. Allereerst zal er een maximaal inspanningstest afgenomen worden om inzicht te krijgen waar de ventilatoire drempels (VT1 en VT2) zich bevinden en welk wattages hieraan gekoppeld zijn.

Vervolgens zal er minimaal één week later het tweede testmoment plaatsvinden. Dit is een blokprotocol fietstest. Aan de hand van de waardes die in de eerste fietstest behaald zijn, worden de blokken in het blokprotocol gebaseerd op 70% van het aantal wattage dat gefietst is op de ventilatoire drempels. Het eerste blok zal dus gefietst worden op 70% van de eerste ventilatoire drempel (AT/W), (VT1/W) en het tweede blok op 70% van de tweede ventilatoire drempel (RCP/W), (VT2/W). Voor het concrete protocol wordt verwezen naar de bijlagen.

Zodra de resultaten verwerkt zijn, zal het wattage tijdens VT1 en VT2 vergeleken kunnen worden met de daarbij vrijkomende ventilatoire responstijd. Zo zal dit onderzoek uitwijzen of dat het aantal wattage invloed heeft op de ventilatoire responstijd ofwel vertragingstijd die de overshoot veroorzaakt.

Populatie

De steekproefselectie van dit onderzoek betreft een mannelijke populatie met sportervaring op amateurniveau. Er is voor één bepaald geslacht gekozen omdat resultaatvergelijking tussen mannen en vrouwen niet realistisch is. Vrouwen hebben in vergelijking met mannen een lager hemoglobinegehalte, bloedvolume, slagvolume van het hart, minder spiermassa en zij hebben gemiddeld een 17%-33% lager VO_{2max} (Ooij, Takken, Houtkooper, & Hulst, 2009). Op basis hiervan is er gekozen voor één geslacht binnen het onderzoek. Aangezien de overshoot-fase aangetoond is bij mannelijke elite-wielrenners en ervaren wielrenners bleef de mannelijke amateurgroep nog onbekend (Hoogeveen, 2001; Hoogeveen & Keizer 2003). Dit verklaart de keuze voor het mannelijke geslacht voor dit onderzoek.

De deelnemers zijn via een e-mailbericht benaderd waarbij in de bijlagen de testmogelijkheden bijgevoegd waren. Voor inzicht in verzonden brief wordt verwezen naar de bijlagen (figuur 1 e-mail en figuur 2 bijlagen e-mail).

De steekproefgrootte bevat vijftien mannen. Een doelgroep van vijftien personen binnen een kwantitatief onderzoek kan voldoende informatie bieden maar lijkt niet helemaal betrouwbaar. Dit kan consequenties hebben voor het onderzoek (Hair & Black, 2009).

Fletcher et al., (2001) geeft aan dat een maximumwaarde van VO_{2max} optreedt vanaf vijftien jaar en dat deze vanaf 60 jaar kan dalen met 8-10% per decennium. Om zeker te zijn van valide waarden is er in dit onderzoek gekozen voor een leeftijdscategorie tussen de 18 en 44 jaar. Hierdoor worden grensgevallen qua leeftijd uitgesloten en neemt toch een zo breed mogelijk scala aan testpersonen deel. Het onderzoek heeft een groot mogelijk impact terwijl het wel zeker weet dat het te maken heeft met mensen die optimaal presteren.

Inclusiecriteria

Om geïnccludeerd te worden aan het onderzoek werden onderstaande eisen gesteld:

Geslacht: Mannelijk

Leeftijdscategorie: 18-52 jaar

Niveau:	Amateur, minimaal 2× á 1,5 uur sporten.
Presentie:	Ieder testmoment aanwezig
Gezondheid:	Geen hart en/of longklachten (verkregen vanuit Lausanne protocol)

Exclusiecriteria

Bij de volgende exclusiecriteria werd de persoon niet meegenomen in het onderzoek:

- Geen zichtbare overshoot tijdens de tweede fietstest.
- Blessures voor/tijdens onderzoeksperiode

Gegevensverzameling

Voor deelname aan dit onderzoek moest er eerst een vragenlijst ingevuld worden door de respondenten. Hieruit kan een indicatie opgemaakt worden of dat deelnemers risico's lopen of hebben gelopen aan hart-/vaat-/longziekten. Deze vragenlijst is toegevoegd aan de bijlage (figuur 3).

Hierna werden er lichamelijke testen afgenomen en was de respondent gereed om te starten met het eerste deel van het onderzoek. De lichamelijke testen worden beschreven in de bijlagen (figuur 4).

De eerste fietstest bestaat uit een maximaal inspanningstest. In deze fietstest wordt gekeken waar het eerste omslagpunt (AT/VT1) en waar het tweede omslagpunt (RCP/VT2) zich bevinden. Er wordt gekeken naar het aantal wattage dat op deze momenten weggetrapt wordt en aan de hand van deze informatie zal de volgende fietstest opgesteld worden.

Het aerobe omslagpunt (AT) wordt bepaald aan de hand van de volgende drie parameters: a) ventilatoire equivalente methode, b) CO₂ toename en de c) gemodificeerde V-slope methode. Het anaerobe omslagpunt (RCP) wordt bepaald volgens de methode van Beaver (Beaver, Wasserman, & Whipp, 2012).

Fietstest twee bestaat uit een bloktest. Er zullen twee blokken gefietst moeten worden. Het eerste blok bevat een wattage dat afgeleid is van zeventig procent van het AT, wat behaald is in test één. Het tweede blok wordt afgeleid van zeventig procent van het eerder behaalde RCP. Voor het concrete protocol wordt verwezen naar de bijlagen (figuur 4, 5, 6 en 7).

Alle fietstesten zullen plaatsvinden op het Maxis Medisch Centrum op de afdeling SportMax waar een fietskamer aanwezig is. In deze fietskamer bevindt zich één fietsergometer (Lode Excalibur Sport (Lode Excalibur Sport, Lode, Groningen, Nederland) waar alle fietstesten op afgenomen zullen worden. Verder bevindt er zich een Elektrocardiogram (ECG), (Quark CPET, Cosmed, Rome, Italië), om een indicatie te krijgen van de hartslag en een breath-by-breath spirometrie apparaat (Quark CPET, Cosmed, Rome, Italië), om middels een gasanalyse het ventilatoire respons te meten.

In de periode van 14 maart tot en met 28 april zijn alle testgegevens verzameld. Per deelnemer werd er 45 minuten gerekend voor fietstest één en 30 minuten voor fietstest twee. Binnen de bovenstaand beschreven tijdsplanning viel tevens het omkleden vooraf en douchen na afloop.

De twee individuele fietstesten zijn op twee aparte dagen, binnen twee mogelijke tijdstippen (maandag en donderdag om 12.00-13.30 of 16.30-18.00 u) in twee unieke weken afgenomen door een bewegingswetenschapper onder toezicht van een verantwoordelijke sportarts.

Gegevensanalyse

Om alle gegevens te verzamelen en te berekenen is er voor dit onderzoek gebruik gemaakt van het programma Matlab. Een programma dat schema's kan opstellen waarbij geautomatiseerd resultaten geanalyseerd kunnen worden (Matlab 8.5.0.197613 (R2015a), Matlab Mathworks, Natick, Verenigde Staten). De testresultaten werden in het programma Excel (Excel, Microsoft Software, Redmond, Washington, VS) opgeslagen. Per test waren er data geselecteerd. De selectieve data werd vervolgens verwerkt in SPSS (SPSS, versie 23, IBM SPSS, Chicago, VS).

Er is gekozen voor een non-parametrische toets. Daarbij is er gekozen voor de Wilcoxon signed rank test. De keuze is gebaseerd op de volgende aannames:

Gepaarde data uit dezelfde populatie, gerandomiseerd en onafhankelijk, data zijn gemeten op een continue schaal.

Validiteit en betrouwbaarheid

Om de kwaliteit van dit onderzoek te verhogen moet de betrouwbaarheid en validiteit gegarandeerd worden. Alle uitgevoerde protocollen zijn op dezelfde plek in het M&M Medisch Centrum te Veldhoven afgenomen. Dit houdt in dat alle testen op dezelfde fietsergometer zijn. Doordat er op eenzelfde plek dit onderzoek werd gecontinueerd, moest er rekening gehouden worden met de standaard keuringen die hier dagelijks afgenomen worden. Dit houdt voor het onderzoek in dat er op twee verschillende momenten getest kan worden. Op maandag en donderdag tussen 12:00-13:30 u. en 16:30 – 18:00 u. Omdat de testen lichamelijk intensief kunnen zijn voor amateursporters is er in dit onderzoek uitgegaan van een minimale herstelperiode van zeven dagen. De literatuur toont aan dat spierpijn binnen 24-48 uur kan opspelen (Wilmore et al.,2008). Om zeker er van te zijn dat dit geen beïnvloedende rol kan spelen, is er voor gekozen om één week tussen ieder testmoment aan te houden.

Alle fietstesten zijn door eenzelfde, ervaren bewegingswetenschapper afgenomen. De fietstest bestaat uit een voorgeprogrammeerd protocol waardoor persoonlijk feilen en ingaan op respondentenvoorkeur onmogelijk is. Alle gegevens die voortkwamen uit de fietstesten werden berekend en geanalyseerd middels het programma Matlab (Matlab, R2015a v 8.5.0.197613). Dezelfde bewegingswetenschapper heeft de invoer van programmering plus invoer van resultaten in dit programma gedaan om geen afwijkingen in beredenering te krijgen. Tevens heeft deze persoon ook de conclusies getrokken.

De onderzoeksruijnte is standaard voorzien van alle faciliteiten die voor dit onderzoek gebruikt moeten worden. De fietsergometer, Lode excaliber sport 2006, een klimaat-kast waardoor de ruijnte zich geautomatiseerd kan aanpassen op luchtvochtigheid en temperatuur, een ECG en breath-by-breath spiromergometrie apparaat.

Om de kwaliteit te waarborgen en de analyse betrouwbaar te maken werd het breath-by-breath spiromergometrie voor elke test gekalibreerd volgens voorgeschreven protocol door de fabrikant en werd de fietsergometer (Lode BV, Groningen) jaarlijks geijkt.

Resultaten

Kenmerken responsgroep

In totaal hebben vijftien personen toestemming gegeven om deel te nemen aan dit onderzoek. De gemiddelde leeftijd van deze groep was 30 jaar met een gemiddelde lengte van 184,2 cm en gewicht van 76,9 kg. Op basis van deze gemiddelde variabelen wordt het gemiddelde BMI berekend wat 22,6 bedraagt. De RAMP protocollen worden individueel bepaald aan de hand van lengte en gewicht wat uitkomt op een gemiddeld RAMP protocol van 375 W.

Voorafgaand hebben de deelnemers een Lausanne protocol ingevuld wat inzicht geeft in de situatie van hart- en longziekten per individu. Uit het Lausanne protocol bleek dat geen enkel respondent in het verleden en in de huidige situatie hart- en longklachten vertoonde. Tijdens de eerste fietstest kwam er echter voor een van de respondenten een negatieve hartuitslag vooruit uit één ECG-scan. Na de uitvoering van de tweede test bleek dat twee respondenten niet aan de eis van het vertonen van een overshoot voldeden. Uiteindelijk werden drie respondenten niet gepermitteerd aan dit onderzoek deel te nemen, aangezien zij niet aan de onderzoekvoorwaarden voldeden. Daardoor worden de resultaten gebaseerd op twaalf respondenten. Hieronder zijn in tabel 1 de kenmerken van de responsgroep weergegeven.

Tabel 1: Kenmerken responsgroep

Variabelen 12 personen:	Gemiddeld	Maximaal	Minimaal	Standaard deviatie
Leeftijd (jaar)	30	44	20	7,83
Lengte (cm)	184,25	200	171	7,31
Gewicht (kg)	79,97	90	65	7,65
Protocol (W)	375	400	350	26,11

Fietstest 1: Maximaal inspanningstest

Uit fietstest één, de maximaal inspanningstest via RAMP protocol, zijn verschillende waardes af te lezen. Zo is in tabel 2 te zien dat het gemiddelde maximale vermogen 399W bedraagt en er een maximaal wattage behaald is van 483W. De maximale hartslag bedroeg 187 slagen per minuut (b.p.m.). Door middel van de ademgasanalyse is het resultaat van de gemiddelde hartslag en wattage gemeten op de eerste en de tweede ventilatoire drempel. Gemiddeld hadden de respondenten een hartslag van 152 b.p.m. waarbij een wattage van 244W werd geleverd op de eerste ventilatoire drempel. Op de tweede ventilatoire drempel werd een gemiddelde hartslag gemeten van 173 b.p.m. met 326W aan geleverd vermogen.

Tabel 2: Respons fietstest 1

Variabelen	Gemiddeld	Maximaal	Minimaal	Standaard deviatie
Maximaal vermogen (W)	399	483	291	58,99
Maximale HR (b.p.m.)	187	205	173	9,65
HR AT (b.p.m.)	152	175	125	15,22
HR RCP (b.p.m.)	173	192	161	10,34
Vermogen AT (W)	244	310	119	55,53
Vermogen RCP (W)	326	3	217	52,15

Fietstest 2: bloktest

Tijdens de tweede test werd er een bloktest gefietst. Er werden twee verschillende blokken aangeboden waarbij het aantal wattage individueel bepaald werd aan de hand van 70% van het eerder behaalde wattage dat afgelezen werd per ventilatoire drempel tijdens de maximaal inspanningstest. De respondenten behaalde op de eerste ventilatoire drempel gemiddeld 170W, terwijl op de tweede drempel dit vermogen 228W

bedroeg. In de bijlagen is ‘vergelijking 1’ toegevoegd waarin het verschil tussen 70% Wattage op AT en 70% wattage op RCP schematisch weergegeven staat.

Tabel 3: Respons fietstest 2

Variabelen	Gemiddeld	Maximaal	Minimaal	Standaard deviatie
Vermogen 70% AT (W)	170	217	83	38,87
Vermogen 70% RCP (W)	228	269	151	36,51

Ventilatoire responstijd

Test twee geeft ook inzicht in de vertragingwaardes die vastgesteld zijn op de ventilatoire drempels, ook wel de ventilatoire responstijd. Het gemiddelde aantal vertragingseconde op de eerste ventilatoire drempel bedraagt 108,92 seconden (S). Op de tweede ventilatoire drempel is dit gemiddeld 119 seconden. Opmerkelijk is dat de maximaal vastgelegde vertragingstijd op beide ventilatoire drempels even hoog is. De minimale waardes met betrekking tot de eerste en tweede ventilatoire drempel laten een verschil zien van 24 seconden waarbij de tweede ventilatoire drempel de meeste vertragingstijd bevat. Voor het verschil in tijd tussen de ventilatoire responstijd op de AT (VTR1) en de ventilatoire responstijd op de RCP (VTR2) wordt verwezen naar de bijlagen waarin dit beschreven staat in ‘vergelijking 2’. Voor het nettoverschil tussen VTR1 en VTR2 wordt verwezen naar ‘vergelijking 3’, te vinden in de bijlagen.

Tabel 4: Ventilatoire responstijd

Variabelen	Gemiddeld	Maximaal	Minimaal	Standaard deviatie
VTR AT (S)	108,92	174	70	25,99
VTR RCP (S)	119	174	94	20,24

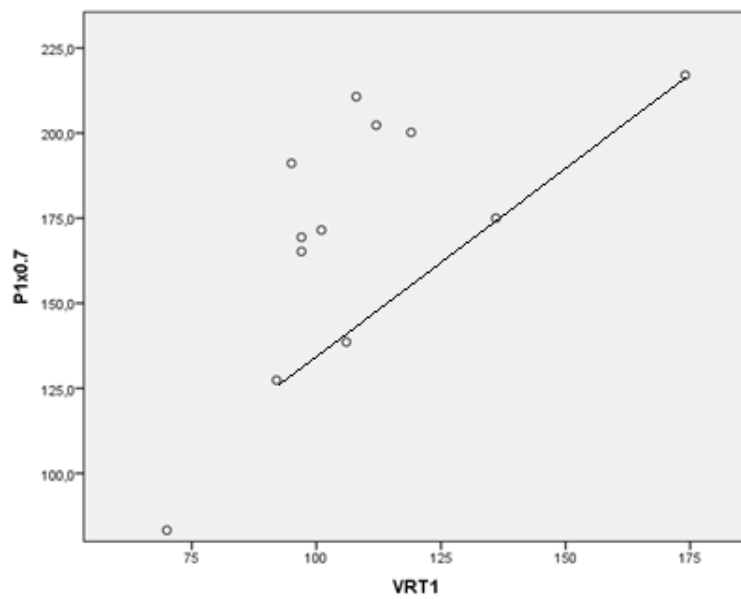
Verband tussen vermogen en ventilatoire responstijd

Er is duidelijk een significant lineair verband te zien tussen vermogen en de ventilatoire responstijd op de eerste ventilatoire drempel. Dit verband wordt weergegeven in figuur 1.

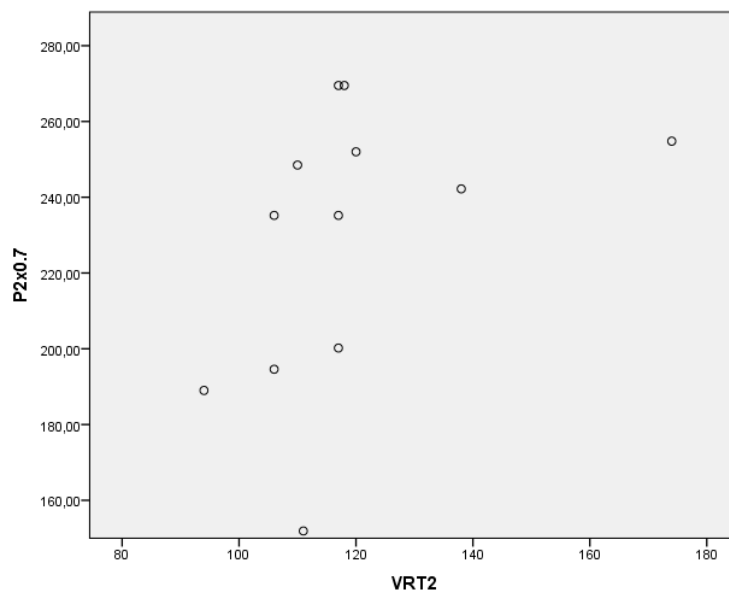
De variabelen die gebruikt zijn om deze resultaten te verkrijgen zijn: de ventilatoire responstijd op de AT (VTR1) en de waardes van 70% van het vermogen (W) gemeten op de AT.

Op de tweede ventilatoire drempel is geen significant lineair verband geconstateerd tussen vermogen en ventilatoire responstijd. De variabelen die gebruikt zijn voor het berekenen van deze resultaten zijn: de ventilatoire responstijd op de RCP (VTR2) tegenover de 70% van het vermogen (W) op de RCP.

Figuur 1: Lineaire verband vermogen en ventialtoire responstijd op AT



Figuur 2: Vermogen en ventilatoire responstijd op RCP



Discussie

Het hoofddoel van deze studie was om vast te stellen of er sprake is van invloed van het wattage op de vertragingstijd gemeten op de tweede ventilatoire drempel (VT2). Eerder onderzoek van Hoogeveen en Keizer (2003) vormde hiertoe de aanleiding: zij ontdekten een vertragingstijd in de pulmonaire zuurstofopname zodra er vanuit stilstand zo snel mogelijk naar constante belasting werd gefietst. Er ontstond een zuurstofschuld, het overshoot fenomeen. Doordat de vermogensmeter een sterke ontwikkeling doormaakt op de markt kijkt deze studie of dat dit effect heeft op het overshoot fenomeen.

Dit werd onderzocht door twaalf respondenten eerst een maximaal inspanningstest uit te laten voeren.

Deze standaardwaarden werden gebruikt voor de tweede fietstest waarin twee verschillende wattage blokken gefietst moesten worden.

De verwachtingen van deze studie waren: Zodra het lichaam meer arbeid moet leveren (meer wattage moet wegtrappen) zou het logisch zijn dat het lichaam meer tijd nodig heeft om zich aan te passen. Dus de vertragingstijd zal langer van duur zijn als er wattage wordt toegevoegd.

De vertragingstijd berekend op de tweede ventilatoire drempel bij een blok fietstest zal toenemen met het verhogen van het vermogen.

In de 1^e fietstest, de maximaal inspanningstest, kwam een gemiddelde maximale hartslag van 187 b.p.m. naar voren. In de literatuur volgde een standaard formuleren waarmee een snelle berekening gemaakt zou kunnen worden van de maximale hartslag. '220 min je leeftijd = maximale hartslag' zou een schatting kunnen geven wat gebaseerd is op gemiddelden (Jinhua et al., 2015). De gemiddelde leeftijd van de twaalf respondenten was ongeveer 29 jaar. Dit zou leidde tot: $220 \text{ min } 29 = 191 \text{ b.p.m.}$

Een hartslag kan niet gecategoriseerd worden. Per individu varieert de hartslag wat niks kan zeggen over je conditionele gesteldheid (Wilmore et al., 2008).

Een verklaring van deze gemiddelde hartslag kan dus niet gegeven worden. Aannemelijk is wel dat het gemiddelde uit de testresultaten en het gemiddelde uit de formule op 4 b.p.m. na overeenkomen, en dat gezien mag worden als geen onverwachts, en erg afwijkend resultaat.

Hetzelfde geldt voor de hartslagen die gemeten zijn op de eerste en tweede ventilatoire drempel. Zo blijkt uit de eerste fietstest dat op de AT gemiddeld 152 b.p.m. werd gemeten en op de RCP gemiddeld 173 b.p.m. Dit is individueel bepaald en kan dus tot zo ver verklaard worden (Wilmore et al., 2008). De literatuur bood wel een methode aan waarin beschreven stond hoe deze getallen theoretisch geïnterpreteerd kunnen worden op de anaerobe drempel. De minimale richtlijn bestond uit 70% van de $HF_{\max}$ en de bovengrens was 90% van de $HF_{\max}$ (Gezond sporten, 2015). Gemiddeld gezien vanuit deze studie is $70\% HF_{\max} = 130,9 \text{ b.p.m.}$ (minimaal) en $90\% HF_{\max} = 168,3 \text{ b.p.m.}$ (maximaal). De schatting blijkt 4,7 b.p.m. verwijderd te zijn van de gemiddelde gemeten hartslag op RCP. Hierbij is het ook aannemelijk dat dit geen groot afwijkend resultaat is.

Uit de eerste fietstest kwam ook naar voren dat het gemiddelde vermogen bij de eerste en tweede ventilatoire drempel gemiddeld respectievelijk 244W en 326W bedroeg. Dat het wattage bij deze getallen een oplopend karakter heeft is logisch te verklaren doordat de eerste ventilatoire drempel eerder plaatsvindt dan de tweede ventilatoire drempel (Wilmore et al., 2008). De maximaal inspanningstest via het RAMP protocol heeft een oplopend vermogen wat dus te zien is in deze resultaten.

Als laatste werd er vanuit de resultaten uit test 1 een gemiddeld maximaal wattage uitgesproken van 399W. Dit getal is wederom niet interpreteerbaar aangezien dit individueel bepaald is. De literatuur gaf aan dat er ook hier gemiddelde richtlijnen voor opgesteld zijn. Zo blijkt dat een amateuristische mannelijke sporter tussen de 4,5 en 5,0 kg/W zou moeten kunnen verdragen (Gezond sporten, 2015). Terugrekenend zou dat betekenen voor deze studie: $399\text{W} / \text{gemiddelde kg: } 77\text{kg} = 5,18 \text{ kg/W}$. Dat dit relatieve getal wat hoger ligt dan de formule voorspeld had is te verklaren doordat de formule berekend is voor mannelijke deelnemers van 30 jaar. De literatuur geeft aan dat voor mannen boven de 30 jaar -1% per jaar gerekend kan worden en mannen onder de 30 jaar + 1% per jaar. Aangezien het leeftijdsverschil met +30jaar lager ligt dan het leeftijdsverschil - 30jaar zou dit een reden kunnen zijn waarom 5,18kg/W uit deze schattende berekening komt.

Uit fietstest 2, de bloktest, kwam naar voren dat de respondenten op de eerste ventilatoire drempel een vertragingstijd hadden van 108,92 seconden. Op de tweede ventilatoire drempel bedraagt dit 119 seconden. Een opmerkelijke verschijning is dat de maximaal vastgelegde vertragingstijd op beide ventilatoire drempels even hoog is. Uit de data blijkt dit ook eenzelfde respondent te zijn. Voor deze gelijk behaalde waarden is geen verklaring vanuit de literatuur. Er zou mogelijk sprake kunnen zijn van een meetfout of een toevalskwestie.

Een onverwachte uitkomst uit de resultaten blijkt als er gekeken wordt naar respondent 14 tijdens de tweede fietstest. Deze persoon laat een maximaal Wattage zien van 436W met daarbij een maximale hartslag van 188 slagen per minuut waarbij de hartslag op AT 156 s/pm is en 171 s/pm op de RCP. Het Wattage op AT bedraagt 289W en op RCP 355W. Het frappante van deze uitslag is dat deze proefpersoon een vertragingstijd laat zien van 112 seconden op de AT, wat in vergelijking met de rest van de respondenten geen vreemde score is, maar op zijn RCP een vertragingstijd scoort van 110 seconden. Dit betekent dat deze persoon minder vertragingstijd had wanneer hij meer wattage verdroeg op de fiets. Letterlijk afgelezen verdroeg hij 66W meer op zijn RCP ten opzichte van zijn AT en had zijn lichaam er minder lang voor nodig gehad om het aan te passen in vergelijking met de aanpassingen op de AT. Geen enkel andere persoon laat deze score zien vanuit dit onderzoek. Vanuit de literatuur is er geen directe verklaring voor deze situatie.

Een mogelijke verklaring voor dit resultaat zou kunnen zijn dat het aantal wattage wat tijdens een maximaal inspanningstest verdragen wordt op het moment dat de tweede ventilatoire drempel bereikt wordt, niet exact overeenkomt met het daadwerkelijke vermogen bij het RCP (Vossenbergh, 2016). Dit zou dus kunnen betekenen dat het referentiepunt (de ventilatoire drempel wat aangegeven wordt met Wattage) geen realistisch beeld weergeeft. Het zou dus kunnen zijn dat het RCP bij persoon 14 later plaatsvond, waardoor de vertragingstijd ook langer zou kunnen worden.

De pilotstudy van Vossenbergh (2016) is niet significant bewezen maar geeft wel aanleiding tot een mogelijke verklaring.

Door een laag aantal respondenten gedurende dit onderzoek zijn een aantal situatie onverklaarbaar. Verder onderzoek met minimaal 20 respondenten is gewenst waardoor hoogstwaarschijnlijk meerdere antwoorden verworven kunnen worden.

Kritische terugblik op het eigen handelen

Respondenten

In het onderzoek zijn in totaal vijftien personen benaderd om deel te nemen aan het onderzoek. Kwantitatief onderzoek met vijftien respondenten kan voldoen mits er sprake is van sterke correlaties. Sterke effecten zijn makkelijk waarneembaar en daarom zijn er minder observaties nodig (Hair & Black, 2009). Doordat er drie personen niet voldeden aan de eisen van het onderzoek, is het onderzoek uitgevoerd met twaalf respondenten. Het wegvallen van drie respondenten had als reden hartfalen en het niet vertonen van een VO_2 -overshoot. Uit de resultaten blijkt dat wattage wel degelijk een verband heeft met de eerste ventilatoire drempel. Dit wordt met een statistisch significant effect bevestigd door SPSS. Dit verband werd niet statistisch significant bewezen op de tweede ventilatoire drempel. Aannemelijk is dat dit effect het gevolg is van te weinig respondenten. Hoewel dit effect wel plaatsvindt op de eerste ventilatoire drempel. Daarbij zou het gemiddeld gezien SPSS statistisch mogelijk kunnen zijn dat als het aantal respondenten verdubbeld zou worden er wel een significante uitkomst zou zijn. Het is van belang dat in de toekomst minimaal twintig respondenten deelnemen aan het onderzoek (Hair & Black, 2009).

Beïnvloedingsfactoren

Om zeker te zijn dat allen respondenten voldeden aan de onderzoekseisen werden er lichamelijke keuringen uitgevoerd. Er werd onder andere een rusthartslag via een ECG-filmpje gemeten waarbij hartslagen per minuut zichtbaar werden. Volgens Wilmore et al., (2008) kan de rusthartslag beïnvloed worden doordat net voor de inspanning de hartfrequentie gewoonlijk toeneemt tot boven normale rustwaarden. Ook wel een anticipatiereactie genoemd. Omdat hartfrequentie voorafgaand aan inspanning verhoogd is, zullen betrouwbare schattingen van rusthartslag alleen gemaakt kunnen worden bij een situatie van totale ontspanning, zoals in een vroege morgen voor het opstaan na een goede nachtrust (Wilmore et al., 2008). Aangezien er bepaalde tijden van testen aan het onderzoek vastzitten is er gekozen om de ECG af te nemen nadat respondent vijf minuten op een behandeltafel had gelegen. Zo kan de respondent wennen aan de omgeving en situatie.

Niet alleen de rusthartslag kan beïnvloed worden, ook de maximale hartslag kan hierdoor een onrealistisch beeld schetsen zodra er geen rekening gehouden wordt met niet-sport-gerelateerde-factoren (Sell, 2016). Hier wordt nog aan toegevoegd dat veel factoren de acute reactie van het lichaam op een periode arbeid kunnen veranderen (Wilmore et al., 2008). Hiertoe behoren onder andere de factoren: vocht, temperatuur, licht, geluid. Aangezien de doelgroep van dit onderzoek amateursporters bevat is het noodzaak zorgvuldig om te gaan met deze beïnvloedingsfactoren. Daarom is het advies opgevolgd om het vochtgehalte en temperatuur in de ruimte waar te nemen en te standaardiseren en is er telkens getest met hetzelfde licht. Het geluid in de omgeving is geprobeerd te minimaliseren door naastgelegen kamers op de hoogte te brengen van het onderzoek, maar geluidstil testen was onmogelijk. Hierdoor zouden resultaten positief of negatief beïnvloed kunnen zijn.

Fietsergometer

In de methode is ervoor gekozen om de inspanningstesten af te nemen op een fietsergometer. Aangezien in de voorgaande onderzoeken van Hoogeveen (2001); Hoogeveen et al., (2003) ook fietsergometers zijn gebruikt is er ook nu weer gekozen om gebruik te maken van de fietsergometer om vergelijking te kunnen maken met voorgaand onderzoek. Van Ooij et al., (2009) benadrukt dat wanneer je gebruik maakt van diverse soorten apparatuur dit verschil kan opleveren in de predictie vergelijkingen wat een ongunstig effect oplevert voor het onderzoek.

De literatuur laat duidelijk twee kanten zien van betrouwbaarheid van een fietsergometer. Zoals al eerder vermeld in de literatuurstudie, wordt het aanbevolen om ervaren fietsers ook een maximaal test af te laten nemen op een fietsergometer. Het is bewezen dat deze doelgroep dan hogere VO_{2max} waardes laat zien dan bij afname van een maximaal inspanningstest op de loopband. Deze afwijking in waardes kan volgens Fletcher et al., (2001) oplopen van 10 tot 15%. Er blijkt dat er nog een paar nadelen vastzitten aan de loopband als meetinstrument. Zo beweert Fletcher et al., (2001) dat een van de belangrijkste beperkingen van een

fietsergometer testen de vermoeidheid en ongemak van de M. Quadriceps is (grote bovenbeenspiergroep). Vermoeide benen kunnen bij een onervaren sporter kan leiden tot het eerder beëindigen van de maximaal inspanningstest waardoor dus niet de echte VO_{2max} kan bereiken (Fletcher et al., 2001). Wilmore et al., (2008); van Ooij et al., (2009) bevestigen de uitspraak van Fletcher et al., (2001) en voegen hier aan toe dat tijdens fietsen er minder gebruik wordt gemaakt van spiermassa dan met hardlopen en dit ook een oorzaak kan zijn. Een ander punt volgens Fletcher et al., (2001) is dat isometrische of weerstandsoefeningen van de armen eigenlijk vermeden moeten worden om de meest betrouwbare resultaten te verkrijgen. Hier valt bijvoorbeeld het grijpen van een fietsstuur onder.

Het is volgens van Ooij et al., (2009) algemeen bekend dat fietsergometers een 4% tot 8% hogere belasting geven voor de proefpersonen dan dat ze daadwerkelijk aangeven. Dit wordt verklaard door de weerstand en wrijving van de ketting en de kogellagers. Deze extra belasting hoeft geen groot nadeel te zijn als dit onderzoek de ondervonden gegevens alleen vergelijkt met andere fietsergometers testen. De variabelen die aan de hand van de fietsergometer test verkregen zijn kunnen dus niet gebruikt worden voor een vergelijking met andere metingen.

Conclusie

De centrale vraag van dit onderzoek was: *‘Wat is het effect van opgelegd vermogen op de vertragingstijd berekend op de tweede ventilatoire drempel bij een blok fietstest uitgevoerd door amateursporters tussen de 18 en 44 jaar’?*

Dit onderzoek biedt duidelijkheid over het effect van vermogen op de ventilatoire responstijd gemeten op de RCP van een persoon. Aan de hand van de bevindingen kan geconcludeerd worden dat 11 van de 12 respondenten een overshoot laten zien op de RCP. Dit betekent dat bij 91,3% van de respondenten wordt bevestigd dat wattage een positieve invloed heeft op de vertragingstijd tijdens de RCP. Dit is te zien doordat alle gemeten ventilatoire responstijden op de tweede ventilatoire drempel hoger zijn (meer seconden) dan gemeten op de eerste ventilatoire drempel. Het lichaam heeft dus langer de tijd nodig om zich aan te passen zodra het vermogen verhoogd wordt.

Omdat één persoon deze overshoot niet laat zien, blijft er een aantal vragen onbeantwoord na dit onderzoek. Hoe kan het dat iedereen de hypothese bevestigt behalve deze ene persoon? Verder onderzoek zal nodig zijn om een eenduidige conclusie te trekken met betrekking tot alle proefpersonen.

Aanbevelingen

Er wordt in dit hoofdstuk aanbevelingen gegeven waar het Maxima Medisch Centrum op in kan spelen in vervolgonderzoeken. Verder staan er in dit hoofdstuk ook aanbevelingen aan andere onderzoekers.

Respondenten

Het is allereerst erg interessant om hetzelfde onderzoek af te nemen binnen een grotere populatie. Aangezien er van de vijftien respondenten nog drie respondenten niet konden deelnemen aan dit onderzoek werd de populatie aan de kleine kant. Dit werd ook bevestigd door de literatuur. Een kwantitatief onderzoek kan voldoende informatie uit 12 respondenten halen maar er bestaan consequenties voor het onderzoek. Zo bleek uit de discussie wat onverklaarbare situaties. Om in het vervolg hier beter bestand tegen te zijn wordt er aangeraden om een populatie van minimaal 20 deelnemers te onderzoeken. Er dient vooraf rekening gehouden te worden met deelnemers die na test 1 niet te voldoen aan de inclusiecriteria.

Fietsergometer

De literatuur gaf aan dat een fietsergometer aanbevolen wordt wanneer de respondenten ervaring hebben met voortbewegen op een fiets. Desalniettemin werden ook een aantal nadelen beschreven die voorkomen kunnen worden door de testen af te nemen op een loopband. Aangezien er onverklaarbare situaties gemeld worden in de discussie kan er in een vervolg onderzoek gekeken worden of er overshoot verschijnselen plaatsvinden, en in welke mate het plaatsvindt, wanneer de test uitgevoerd wordt op een loopband. De wattage waarden en de ventilatoire responstijden die voortkomen uit de loopband test zouden niet direct vergeleken kunnen worden met bestaande waarden verkregen vanuit de fietsergometer. Dit komt doordat er gebruik wordt gemaakt van ander materiaal waarbij testprotocollen ook variëren. Een loopband met een vermogen stijgend protocol waarbij hetzelfde onderzoek uitgevoerd wordt kan tot op zekere hoogte wel vergeleken worden. Er kan hierbij gekeken worden naar de verschillen in responstijden. Zodra deze waarden geheel afwijken van de behaalde waarden vanuit de fietsergometer, zou er verder onderzoek gedaan moeten worden naar de zuiverste optie van meetgegevens verkrijgen. Het doel van dit onderzoek zal dan zijn om allereerst te kijken of er hier ook een overshoot verschijnsel plaatsvindt. Wanneer dit het geval is, is het van belang om te kijken wat de verschillen zijn ten opzichte van de behaalde gegevens vanuit de fietsergometer. Daarna kan de conclusie getrokken worden of het meerwaarde heeft om verder onderzoek naar de loopband te laten plaatsvinden of dat de fietsergometer nauwkeurig genoeg meet.

Omgevingsfactoren

In de literatuur wordt aangegeven dat omgevingsfactoren zoals voeding, slaap, temperatuur, licht en geluid de hartslag kunnen beïnvloeden. Zowel de rusthartslag als de maximale hartslag kunnen hier nadelig beïnvloed worden. Aangezien dit onderzoek niet over bepaalde mogelijkheden beschikt en een laagdrempelige instap wilde creëren is het monitoren van voeding en slaap niet uitgevoerd. In een vervolg onderzoek zou alsnog de temperatuur, het licht en het geluid op een zelfde niveau uitgevoerd kunnen worden. Daar in tegen zouden de respondenten een voedingdagboek bij kunnen houden. Dit zal een periode omvatten van 1 week voorafgaand de eerste test tot aan de laatste test. Om de rustsituatie van de respondent in kaart te brengen kan er een schema ontworpen worden waarin de deelnemers exact kunnen aangeven hoeveel rust ze per nacht hebben gehad. Ook hierbij zal 1 week van te voren gestart moeten worden met het bijhouden hiervan. Aangezien de respondenten bestaan uit amateursporters, hebben zij hoogstwaarschijnlijk infrequent ervaring met voedingsdagboeken en rustschema's. Hierbij wordt aanbevolen dit wekelijks te controleren en waarnodig aansturing te geven. Met dit in achtneming heeft het vervolg onderzoek betrouwbaardere data waarmee gerelateerde onverklaarbare situaties mogelijk uitgesloten kunnen worden.

Ventilatoire responstijd Maxima Medisch Centrum

Uit de resultaten blijkt dat er een vertragingstijd aanwezig is en beïnvloed wordt door vermogen. Naast meer onderzoek wat hierboven aanbevolen wordt, is het na dit onderzoek ook duidelijk geworden dat de markt veel heeft aan een aangepaste versie van de vermogensmeter op een wielrennerfiets.

Nu blijkt dat vermogen een positief effect heeft op de vertragingstijd betekent dit voor de sporters dat zij eerder het RCP punt bereiken dan daadwerkelijk aangegeven wordt op de onaangepaste vermogensmeters/hartslagmeters.

Ontwerpers van de vermogensmeter zouden bij de eerst volgende modellen een extra functie kunnen programmeren waarbij de gebruiker de individuele vertragingstijd kan invoeren. Het model zal de vertragingstijd automatisch verrekenen van de prestatietijd. De sporter zal op het daadwerkelijke RCP kunnen voortbewegen. Dit levert als hoofddoel betere sportprestaties op.

Om dit product te ontwikkelen zal er een financiële investering moeten plaatsvinden. Doordat 4 van 4 vrijgegeven studies een positieve responstijd laten zien bij aanvang van het RCP, en dus het overshoot verschijnsel bevestigen, zou dit een gunstig effect kunnen hebben voor de marktinnovatie.

Innovatie markt

Vanuit bovenstaande aanbeveling voor de markt ontstaat er een kans voor het Maxima Medisch Centrum om aan deze innovatie mee te werken. Het MMC heeft een aanbod in sportmedische keuringen, die voornamelijk door elite- en amateur wielersporters worden afgenomen. Het ziekenhuis zou meer inhoudelijke informatie kunnen bieden aan de afnemers dan overeenkomende ziekenhuizen op dit moment. Er zou standaard een berekening gedaan kunnen worden van de wattagewaarden op RCP – de responstijd.

Dit is aantrekkelijk voor de afnemers aangezien de vermogensmeters steeds populairder worden op de markt. Echter omvat het meer tijd dan voorgaande medische keuringen aangezien er testgegevens uit de maximaal inspanningstest gehaald moeten worden. Dit betekent voor de afnemer dat er na de eerste test, minimaal 1 week later, een tweede test afgenomen moet worden om deze waardes te verkrijgen.

Voor Sportmax heeft het een voordeel dat de keuringen een grotere omvang krijgen, waarbij relatief weinig extra werk aanvast zit, en wat financieel gezien een gunstig effect kan hebben.

Wanneer Sportmax hierin gaat investeren blijft het monitoren van de procedures omtrent de voortgang van verder onderzoek van belang. Wattage heeft invloed op de vertragingstijd en het aantal verdraagbare wattage is trainbaar. Dit wil zeggen dat responstijd kan variëren. Een halfjaarlijks of jaarlijks checkmoment zou relevante gegevens op kunnen leveren.

Bibliografie

- Adami, A., Sivieri, A., Moia, C., Perini, R., & Ferretti, G. (2013). Effects of step duration in incremental ramp protocols on peak power and maximal oxygen consumption. *European Journal of Applied Physiology*, 2647 - 2653.
- Beaver, W., Wasserman, K., & Whipp, B. (2012). A new method for detecting anaerobic. *The American Physiological Society*, 2020-2026.
- Casaburi, R.; Marciniuk, D.; Beck, K.; Zeballos, J.; Swanson, G.; Myers, J.; F., Sciruba. (2001). Exercise Testing Protocols. *American Journal Of Respiratory And Critical Care Medicine*, 224.
- Davenport, M., Charlesworth, S., Vanderspank, D., Sopper, M., & Mottola, M. (2008). Development and validation of exercise target heart rate zones for overweight and obese pregnant women. *NRC Research Press Web*.
- Dijk, H. v., Megen, R. v., & Vroemen, G. (2015). *Het Geheim van Wielrennen*. Nederland: NedRUN.
- Fletcher, G.F.; Balady, G.J.; Amsterdam, E.A.; Chaitman, B.; Eckel, R.; Fleg, J.; Froelicher, V.F.; Leon, A.S.; Piña, I.L.; Rodney, R. (2001). Exercise Standards for Testing and Training. *the American Heart Association*, 1694-1740.
- Gezond sporten. (2015). Anaerobe drempel. *Gezond sporten van de Vlaamse overheid*.
- Gezond sporten. (2015). Inspanningsproef. *Gezond sporten van de Vlaamse overheid*.
- Hair, J., & Black, W. (2009). Multiple regression analysis. In J. Hair, & W. Black, *Multivariate Data Analysis* (pp. 171-173). Indianapolis, IN: Pearson.
- Jinhua, S., Hitoshi, N., Koji, M., Yasuhiro, O., & Hashimoto, H. (2015). Selection of Suitable Maximum-heart-rate Formulas for. *International Journal of Automation and Computing*, 62 - 69.
- Karvonen, J., Kentala, E., & Mustalo, O. (1957). The effects of training on heart rate. *Annales Medicinae Experimentalis Biologiae Fenniae*, 307-315.
- Kirkland, A., Coleman, D., Wiles, D., & J., H. (2008). Validity and Reliability of the Ergomo®pro Powermeter. *Sports Med*, 913-916.
- Machado, F., Kravchychyn, A., Peserico, C., da Silva, D., & Mezzaroba, P. (2013). Effect of stage duration on maximal heart rate and post-exercise blood lactate concentration during incremental treadmill tests. *Journal of science and medicine in sport / Sports Medicine Australia*, 276 - 280.
- Meeusen, R. (2013). *Gebruik van vermogensmeters binnen het wielrennen en triatlon: zin of onzin?* Leuven: FaBeR KU Leuven.
- Mendia-Iztueta, I., Monahan, K., Kyröläinen, H., & Hynynen, E. (2016). Assessment of Heart Rate Variability Thresholds from Incremental Treadmill Tests in Five Cross-Country Skiing Techniques. *PLoS One*.
- Myers, J., Walsh, d., Buchanan, N., & Froelichier, V. (1989). Can Maximal Cardiopulmonary Capacity be Recognized by a Plateau in Oxygen Uptake? *Chest*, 1312-1316.

- Ooij, P. v., Takken, T., Houtkooper, A., & Hulst, R. v. (2009). Gemeten versus berekende maximale zuurstofopname: een wereld van verschil? *TBV*, 441-446.
- Owen, A.L.; Forsyth, J.J.; Wong, D.P.; Dellal, A.; Connelly, S.P.; Chamari, K. (2015). Heart rate-based training intensity and its impact on injury incidence among elite-level professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1705–1712.
- Richard Casaburi, D. M. (2003). Exercise Testing Protocols, Maximal Incremental Cycle Ergometry Protocols. In D. M. Richard Casaburi, *ATS/ACCP Statement on Cardiopulmonary* (pp. 224-225). American journal of respiratory and critical care medicine.
- Robinson, M., Plasschaert, J., & Kisaalita, N. (2011). Effects of High Intensity Training by Heart Rate or Power in Recreational Cyclists. *Journal of Sports Science & Medicine*, 498-501.
- Sell, K. (2016). Heart rate and energy expenditure in division I field hockey players. *Journal of Strength and Conditioning Research Publish Ahead of Print*.
- Sousa, N.M.F. de; Magosso, R.F.; Pereira, G.B.; Souza, M.V.C.; Vieira, A.; Marine, D.A.; Perez, S.E.A.; Baldissera, V. (2012). Acute Cardiorespiratory and Metabolic Responses During Resistance Exercise in the Lactate Threshold Intensity. *Sports Med*, 108-113.
- Stanula, A.J.; Gabry's, T.T.; Rocznio, R.K.; Szmatlan-Gabry's, U.B.; Ozimek, M.J.; Mostowiks, A.J. (2015). Quantification of the demands during an ice-hockey game based on intensity zones determined from the incremental test outcomes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 176–183.
- Sue, D. Y., Wasserman, K., Moricca, R. B., & Casaburi, R. (1988). Metabolic acidosis during exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Use of the V-slope method for anaerobic threshold determination. *Chest*, 931-938.
- Vitor B. Nascimento, R. O. (2012). Identification and Concordance of the Heart Rate Deflection Point and Heart Rate Variability Threshold Determined by Different Parameters in the 20 m Multi Stage Fitness Test . *Journal of Exercise Physiologyonline*, 55-56.
- Vossenbergh, T. v. (2016). *Vermogenscorrectie*. Veldhoven: Maxima Medisch Centrum.
- Werkman, M., Takken, T., Brussel van, M., & Hulzebos, E. (2011). Steep Ramp Protocol de maximale inspanningstest. *FysioPraxis*, 22-23.
- Wiles, J., Allum, S., Coleman, D., & Swaine, I. (2007). The relationships between exercise intensity, heart rate, and blood. *Journal of Sports Sciences*, 155 – 162.
- Wilmore, J., Costill, D., & Kenney, W. (2008). *Inspannings- en sportfysiologie*.ampaign, IL, VS.: Human Kinetics.

Bijlagen

Bijlagen methode

Figuur 1: Benaderen deelnemers via e-mail

Beste,

Wij zijn Alice Baltussen en Danique van Lee en functioneren als stagiaire Sportmax, MMC Veldhoven. Sportmax is actief in het afnemen van maximale inspanningstesten. Wij zijn op dit moment bezig met ons afstudeeronderzoek, namens de Fontys Sporthogeschool. Dit onderzoek is mede opgesteld door de bewegingswetenschappers/sportartsen van Sportmax. Onderstaand informatie over het onderzoek.

Doel van het onderzoek

In het lichaam blijkt er een vertragingstijd aanwezig te zijn tijdens inspanning. Het lichaam heeft een bepaalde tijd nodig om zich aan te passen aan de inspanning. Deze tijd die het lichaam nodig heeft om aan te passen wordt mee gerekend in bepaalde waardes wat eigenlijk dus niet onder deze categorie valt. Door er achter te komen hoe lang deze aanpassingstijd per persoon is kun je dus nauwkeuriger waardes per individu berekenen. Het doel van dit onderzoek is om de vertragingstijd van het lichaam vast te stellen en daarbij te kijken naar verschillende effecten. Op die manier kunnen de testresultaten nog betrouwbaarder gemaakt worden.

Wat houdt dit voor u in?

Het onderzoek bestaat uit 2 verschillende testen die per persoon afgenomen moeten worden. Deze testen moeten op 2 verschillende testmomenten in afzonderlijke weken worden afgenomen op een fietsergometer bij Sportmax, MMC Veldhoven.

De testen

Test 1: Maximale inspanningstest.

Noodzakelijk voor het bepalen van het omslagpunt en VO2 max. Een test waarbij de weerstand steeds verhoogd wordt. Binnen 8-12 minuten bereik je uw maximale inspanning.

Duur van de test bedraagt ongeveer 30 minuten.

Test 2: Blokprotocol.

Noodzakelijk voor het berekenen van de vertragingstijd in het lichaam, waarbij uw ademhaling vanuit stilstand naar acute beweging wordt geanalyseerd. Er worden twee blokken gefietst van vijf minuten op een bepaald wattage.

Duur van de test bedraagt ongeveer 25-30 minuten.

Er zijn diverse testresultaten die uit de testen komen zoals de VO2 max, omslagpunt met bijbehorend wattage en hartfrequentie. Op basis van deze testresultaten kunt u de verschillende trainingszones indelen (hartfrequentie en of vermogen).

De fietstesten moeten worden afgenomen in de fietskamer van Sportmax, MMC Veldhoven. Van u wordt verwacht sportkleding en sportschoenen mee te nemen. U kunt uw wielrenscholen mee nemen. Middels het kliksysteem van de pedalen, zowel SPD als SPD SL, kunt u de schoenen vast klikken. Tevens is er een mogelijkheid om op locatie te douchen.

Ter voorbereiding op de eerste test zullen er lichamelijke metingen gedaan worden zoals lengte, gewicht, vetpercentage, bloeddrukmeting. Dit zal bij de eerste kennismaking plaatsvinden waarna test 1 direct zal volgen.

Mocht u nog vragen hebben over het onderzoek, kunt u altijd terug mailen.

In de bijlage toegevoegd mogelijkheden van testmomenten. Als u deel wilt nemen aan dit onderzoek mag u uw beschikbaarheid voor het eerste testmoment doorgegeven door middel van te reageren op deze e-mail.

We zien uw reactie graag tegemoet.

Met vriendelijke groet,

Alice Baltussen
Danique van Lee

Stagiaires Sportmax MMC Veldhoven
Studenten Fontys Sporthogeschool

Figuur 2: Bijlagen testmogelijkheden, e-mail benaderen deelnemers

Testmogelijkheden

In de onderstaande tabel een overzicht met bijbehorende testmomenten. De testmomenten zijn afhankelijk van het draaiende programma bij Sportmax.

Kijk even of er een datum met bijbehorend tijdstip tussen staat dat we de eerste test kunnen plannen en mail dit zo snel mogelijk terug.

Week nr	Maandag	Dinsdag	Donderdag
Week 11 (14-20 maart)	Maandag - lunchpauze 12.00-13.30 u		Donderdag - lunchpauze 12.00-13.30 u
	Maandagmiddag 16.30-18.00 u		Donderdagmiddag 16.30-18.00 u
Week 12 (21-27 maart)	Maandag - Lunchpauze 12.00-13.30 u		Donderdag - Lunchpauze 12.00-13.30 u
	Maandagmiddag 16.30-18.00 u		Donderdagmiddag 16.30-18.00 u
Week 13 (28 maart-3 april) (na Pasen)	Maandag - Lunchpauze 12.00-13.30 u		Donderdag - Lunchpauze 12.00-13.30 u
	Maandagmiddag 16.30-18.00 u		Donderdagmiddag 16.30-18.00 u
Week 14 (4-10 april)	Maandag - Lunchpauze 12.00-13.30 u		Donderdag - Lunchpauze 12.00-13.30 u
	Maandagmiddag 16.30-18.00 u		Donderdagmiddag 16.30-18.00 u

Week 15 (11-17 april)	Maandag - Lunchpauze 12.00-13.30 u		Donderdag - Lunchpauze 12.00-13.30 u
	Maandagmiddag 16.30-18.00 u		Donderdagmiddag 16.30-18.00 u

Figuur 3. Vragenlijst Sportmax in combinatie met Lausanne protocol



sportmax
Maxima Medisch Centrum

**vragenlijst inclusief
Lausanne protocol**

Maxima Medisch Centrum, locatie Veldhoven
locatie Sportcomplex Eindhoven Noord
(040) 888 86 88 of 0900-BLESSURE
www.sportmax.mmc.nl

personalia

naam en voorletters _____	m/v	datum _____	
geboortedatum _____		opleiding/beroep _____	
adres _____		telefoon _____	
postcode en woonplaats _____			
verzekering _____		Polis nr. _____	
email adres _____		BSN nr. _____	
huisarts naam _____		woonplaats huisarts _____	

reden van keuring/aandachtspunten

beoefende sporten	uur/week	recreatief	competitief	topsport	sinds
1 _____	☐	☐	☐	☐	
2 _____	☐	☐	☐	☐	
3 _____	☐	☐	☐	☐	

In geval van balsport positie op het veld _____ rechts/links benig rechts /links handig

lijdt u of heeft u geleden aan

	nee	ja		nee	ja		nee	ja
overgewicht	☐	☐	problemen met zien	☐	☐	frequente buikpijn	☐	☐
suikerziekte	☐	☐	bril/lenzen voor zicht ver	☐	☐	verminderde eetlust	☐	☐
bloed/eiwit/suiker in urine	☐	☐	bril/lenzen voor zicht dichtbij	☐	☐	pijn bij urineren	☐	☐
hoorcoorts	☐	☐	oogproblemen	☐	☐	urine verlies	☐	☐
astma	☐	☐	kleurenblindheid	☐	☐	epilepsie	☐	☐
bronchitis	☐	☐	doofheid	☐	☐	evenwichtstoornis	☐	☐
klaplong (pneumothorax)	☐	☐	gehoorsproblemen	☐	☐	frequent hoofdpijn	☐	☐
longontsteking (pneumonie)	☐	☐	loopoor/gat in trommelvlies	☐	☐	slaapstoornissen	☐	☐
frequente verkoudheid	☐	☐	oorsuizen	☐	☐	depressie	☐	☐

aanvullende vragen

	nee	ja	zo ja, graag toelichting
volgt u speciaal dieet	☐	☐	_____
gebruikt u vitamine preparaten	☐	☐	_____
rookt u	☐	☐	ja, aantal pd. _____ gestopt sinds: _____
gebruikt u alcohol	☐	☐	☐ < 5E gl./wk ☐ 5E-15E gl./wk ☐ > 15E gl./wk
was u ooit langdurig ziek	☐	☐	_____
bent u ooit door een specialist behandeld	☐	☐	_____
bent u ooit opgenomen in het ziekenhuis	☐	☐	_____
heeft u ooit wat gebroken	☐	☐	_____
heeft u ernstige/langdurige blessures gehad	☐	☐	_____
komen er ziektes in de familie voor	☐	☐	_____

voor vrouwen

op welke leeftijd trad uw eerste menstruatie op _____

om de hoeveel dagen treedt uw menstruatie op _____

hoeveel dagen duurt uw menstruatie _____

heeft de menstruatie invloed op uw sportprestaties _____

gebruikt u de pil _____

hoe vaak bent u zwanger geweest _____

Z.O.Z.

persoonlijke Lausanne vragenlijst

	nee	ja	toelichting
Bent u wel eens bewusteloos geraakt tijdens of direct na inspanning	☐	☐	
Heeft u wel eens druk op de borst gehad	☐	☐	
Zo ja, kan deze druk op de borst worden uitgelokt door inspanning	☐	☐	
Heeft u tijdens inspanning wel eens druk op de borst, hoesten of buitensporige kortademigheid, zodanig dat de inspanning werd bemoeilijkt	☐	☐	
Bent u in het verleden behandeld of opgenomen voor astma	☐	☐	
Heeft u in het verleden wel eens een aanval van epilepsie gehad	☐	☐	
Is er in het verleden wel eens tegen u gezegd dat u moest stoppen met sport in verband met een hartziekte	☐	☐	
Bent u bekend met een hoge bloeddruk	☐	☐	
Bent u bekend met een hoog cholesterol	☐	☐	
Heeft u wel eens problemen met de ademhaling of hoesten tijdens inspanning	☐	☐	
Bent u wel eens duizelig tijdens inspanning	☐	☐	
Heeft u wel eens pijn op de borst tijdens of na inspanning	☐	☐	
Heeft u wel eens bemerkt dat uw hart op hol sloeg of dat het hart slagen oversloeg	☐	☐	
Bemerkt u wel eens een extreme vermoeidheid die niet past bij een normaal inspanningsniveau	☐	☐	
Bent u bekend met een hartgeruis	☐	☐	
Bent u bekend met ritmestoornissen	☐	☐	
Is er bij u een ander hartprobleem bekend	☐	☐	
Is er bij u recentelijk een ernstige virus infectie gediagnosticeerd (hartspier/vliesontsteking, Pfeiffer)	☐	☐	
Heeft u vroeger acuut reuma gehad	☐	☐	
Gebruikt u medicatie	☐	☐	
Zo ja, welke:			

Gebruikt u, of heeft u in de afgelopen 2 jaar medicatie gebruikt?

Zo ja, welke ☐ ☐

familiale Lausanne vragenlijst (naaste familieleden, maar ook (achter)neven en – nichten)

Is er bij u in de familie iemand jonger dan 50 jaar:

• plots en overwacht overleden	☐	☐
• behandeld voor regelmatig flauwvallen	☐	☐
• met onverklaarde trekkingen	☐	☐
• tijdens het zwemmen onverklaard verdronken	☐	☐
• onverklaard verongelukt in het verkeer	☐	☐
• met een harttransplantatie	☐	☐
• met een pacemaker of ICD (inwendige defibrillator) implantatie	☐	☐
• behandeld voor een onregelmatige hartslag	☐	☐
• aan het hart geopereerd	☐	☐
Is er iemand in de familie overleden aan wiegedood	☐	☐
Komt er bij u in de familie iemand met het syndr. van Marfan voor	☐	☐
Is er iemand in de familie bekend met hartritmestoornissen	☐	☐

opmerkingen/aanvullingen

Figuur 4. Meetinstrumenten

Elektrocardiogram (ECG)

Deze is zowel in rust afgenomen als bij inspanning. Dit werd gedaan om de hartslag te meten, maar ook om te zien of er geen ritmestoornissen bij de proefpersonen aanwezig waren (Quark CPET, Cosmed, Rome, Italië). Tijdens alle metingen is een arts of bewegingswetenschapper aanwezig geweest voor het continue monitoren van het ECG om de veiligheid van de meting te waarborgen.

Spiro-ergometrie (ademgasanalyse)

Hier is gebruik gemaakt van een breath-by-breath spiromergometrie apparaat (Quark CPET, Cosmed, Rome, Italië). Hierbij werd gekeken naar de gasuitwisseling. Vooral om de omslagpunten te bepalen. Maar ook werd dit gebruikt om het ventilatoire respons te meten en uitsluiten van cardiopulmonaire afwijkingen.

Fietsergometer

Voor de fietstest is er gebruik gemaakt van Lode Excalibur Sport (Lode Excalibur Sport, Lode, Groningen, Nederland). Deze fiets kan naar eigen wens afgesteld worden, zodat de perfecte fietspositie ingesteld kan worden. Ook is de fietsergometer uitgerust met een snelheidsmeter, zodat de proefpersoon kan zien met welke snelheid het vliegwiel rond gaat.

Bloeddrukmeter

Aan de hand van de bloeddrukmeter werd de bloeddruk bepaald middels de tonen van korotkoff. Dit werd vooraf gedaan, om de bloeddruk in rust te meten. Verder werd dit ook tijdens inspanning gemeten. Ook na de inspanning werd de bloeddruk gemeten (Maxi Stabil 3, Speidel & Keller, Jungingen, *Duitsland*).

Weegschaal

Hiermee is het gewicht van de proefpersoon bepaald (Seca 770 1321004, Hamburg, *Duitsland*).

Meetlat

De meetlat is gebruikt om de lengte van de proefpersoon op te meten (Seca 222, Hamburg, *Duitsland*).

Vetpercentage

Om een nog betere maat voor lichaamsamenstelling te bepalen werd het vetpercentage gemeten volgens het protocol van Durnin en Womersley (Harpenden, Baty International, West Sussex, Verenigd Koninkrijk).

Matlab

Matlab is gebruikt om een programma te schrijven die automatisch resultaten analyseert (Matlab 8.5.0.197613 (R2015a)), Matlab Mathworks, Natick, Verenigde Staten).



In dit programma werd de eerste test ingeladen, het rampprotocol, waarna er ook de VO_2 en de VCO_2 (rechtsboven in figuur) werd ingeladen. Dit kon door middel van het indrukken van de knop "Browse RAMP". Ook de equivalenten (linksonder) en de partiële drukken (rechtsonder) van O_2 en CO_2 worden zo ingeladen. De equivalenten worden berekend door de equivalent-methode die op basis van de ventilatie, dus zuurstofopname (VO_2) in combinatie met koolstofdioxide (VCO_2) afname. Door deze methode konden de equivalenten (gelijkwaardes) berekend worden van de VO_2 en VCO_2 . Door het ademminuut volume te delen door de zuurstofopname werd het $eqVO_2$ (equivalent zuurstofopname) berekend. Door het ademminuut volume te delen door de VCO_2 werd het $eqVCO_2$ (equivalent koolstofdioxide afgifte) berekend. Deze berekeningen waren nodig om uiteindelijk het anaerobe omslagpunt te berekenen dat nodig was voor de tweede test. Dit punt werd berekend middels de V-slope methode. Deze methode is de meest nauwkeurige manier om de anaërobe dempel te identificeren (Sue, Wasserman, Moricca, & Casaburi, 1988). Wanneer het tweede protocol gefietst was, werd ook deze in het programma ingeladen. Dit kon men doen door op het tweede tabblad te klikken en dan op de knop "Browse blok". Het programma berekend dan automatisch de ventilatoire vertragingstijd en berekend zo ook het nieuwe vermogen. Het programma berekent dan automatisch de gemiddelde hartslag van het laatste vijf minuten van het protocol. Deze waarde wordt dan vergeleken met de hartslag van het RCP in het eerste protocol. Het procentuele verschil wordt dan in het programma aangegeven.

Excel

De testresultaten werden in het programma Excel (Excel, Microsoft Software, Redmond, Washington, VS) opgeslagen. Per test waren er data geselecteerd.

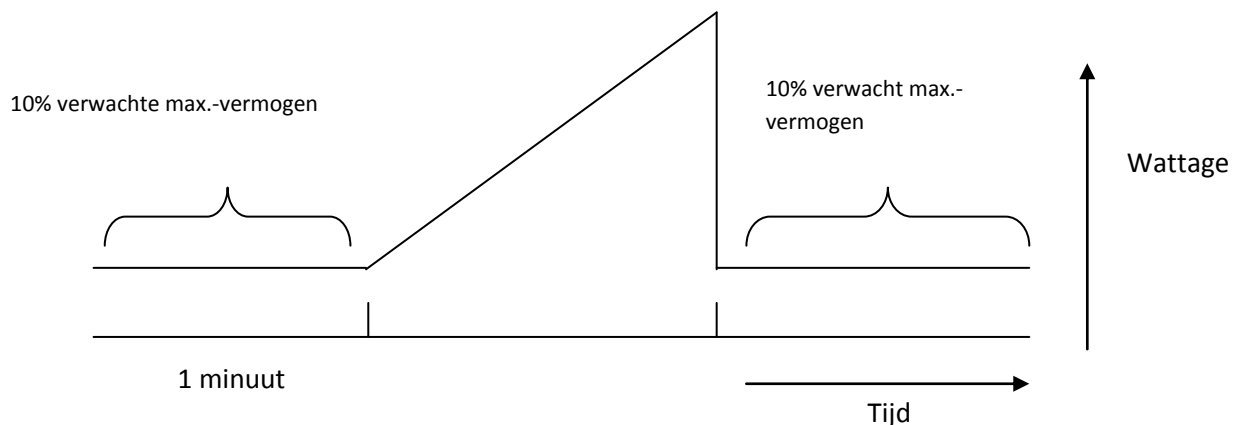
SPSS

De selectieve data werd vervolgens verwerkt in SPSS (SPSS, versie 23, IBM SPSS, Chicago, VS). Er is gekozen voor een non-parametrische toets. Daarbij is er gekozen voor de Wilcoxon signed rank test. De keuze is gebaseerd op de volgende assumpties: gepaarde data uit dezelfde populatie, gerandomiseerd en onafhankelijk, data zijn gemeten op een continue schaal.

Figuur 5. Maximaal inspanningstest volgens RAMP protocol voor het bepalen voor het respiratoire compensatie punt.

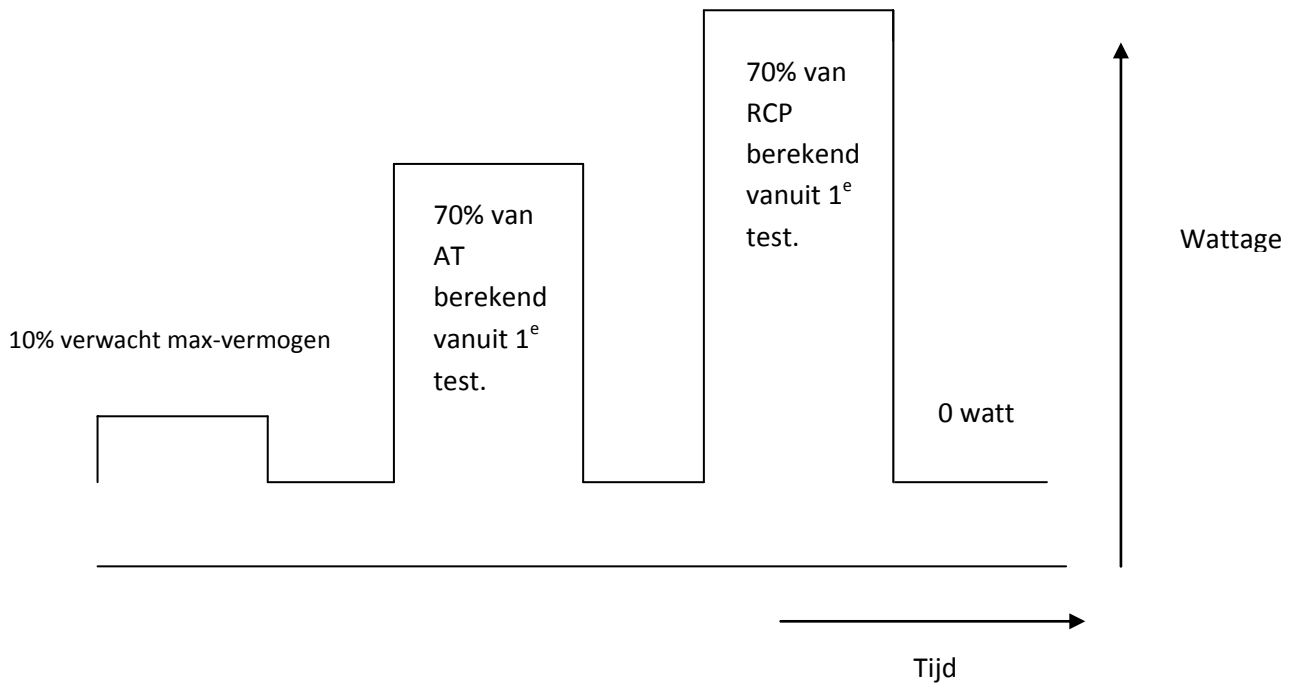
De eerste fietstest bestaat uit een maximaal inspanningstest. Op basis van lengte en gewicht wordt er een schatting gemaakt van het voorspelde maximale vermogen wat gefietst zou moeten kunnen worden door de respondent. Test één zal volgens de richtlijnen van American Thoracic Society (Richard Casaburi, 2003) afgenomen worden. Deze test zal starten gedurende een minuut op een wattage van 10% van het voorspelde maximaal vermogen. De respondent moest een cadans aanhouden van 80-100 omwentelingen per minuut (ACSM 2009). Na de eerste minuut zal het wattage op de pedalen een toenemend karakter aannemen. Het wattage wordt pas teruggezet naar 10% van de voorspelde waarde zodra de respondent niet kan voldoen aan de minimaal 80 omwentelingen per minuut. De respondent bevindt zich nu tevens in zijn herstelperiode van het testprotocol. Volgens Richard Casaburi D. M. et al (2003) zal de duur van dit testprotocol tussen de acht en twaalf minuten zijn.

In deze maximaal inspanningstest werd het aerobe omslagpunt (AT) bepaald door drie factoren. Ventilatoire equivalente methode, Co₂ toename en V-slope methode. Het anaerobe omslagpunt (RCP) werd vastgesteld volgens de methode van Beaver et al. (Beaver, Wasserman, & Whipp, 2012).



Figuur 6. Blokbepaling volgens het blokprotocol voor het bepalen van het ventilatoire respons.

Fietstest twee bestaat uit een blokprotocol. De opbouw van dit protocol is gebaseerd op onderzoek van Hoogeveen (2003). De respondent zal eerst vijf minuten op tien procent van het voorspelde wattage uit het eerste protocol fietsen. Dit is de opwarmfase voor de respondent. Exact na deze vijf minuten mag de testpersoon niet meer bewegen en wordt er verwacht dit gedurende twee minuten aan te houden. Vervolgens wordt het wattage verhoogd naar 70% van het AT omslagpunt wat berekend wordt vanuit de waardes uit testmoment één, de maximaal inspanningstest. De respondent dient vijf minuten op dit vermogen te fietsen. Na precies vijf minuten zal de testpersoon gevraagd worden om weer te stoppen met fietsen, waarna hij weer twee minuten in stilstand door zal brengen. Vervolgens zal na deze twee minuten het wattage toenemen naar 70% van het eerder behaalde RCP uit test één. Zodra ook dit blok vijf minuten aangehouden is zal de test beëindigd worden met een herstelperiode van twee minuten op nul Watt. Dit protocol zal het ventilatoire respons bepalen.



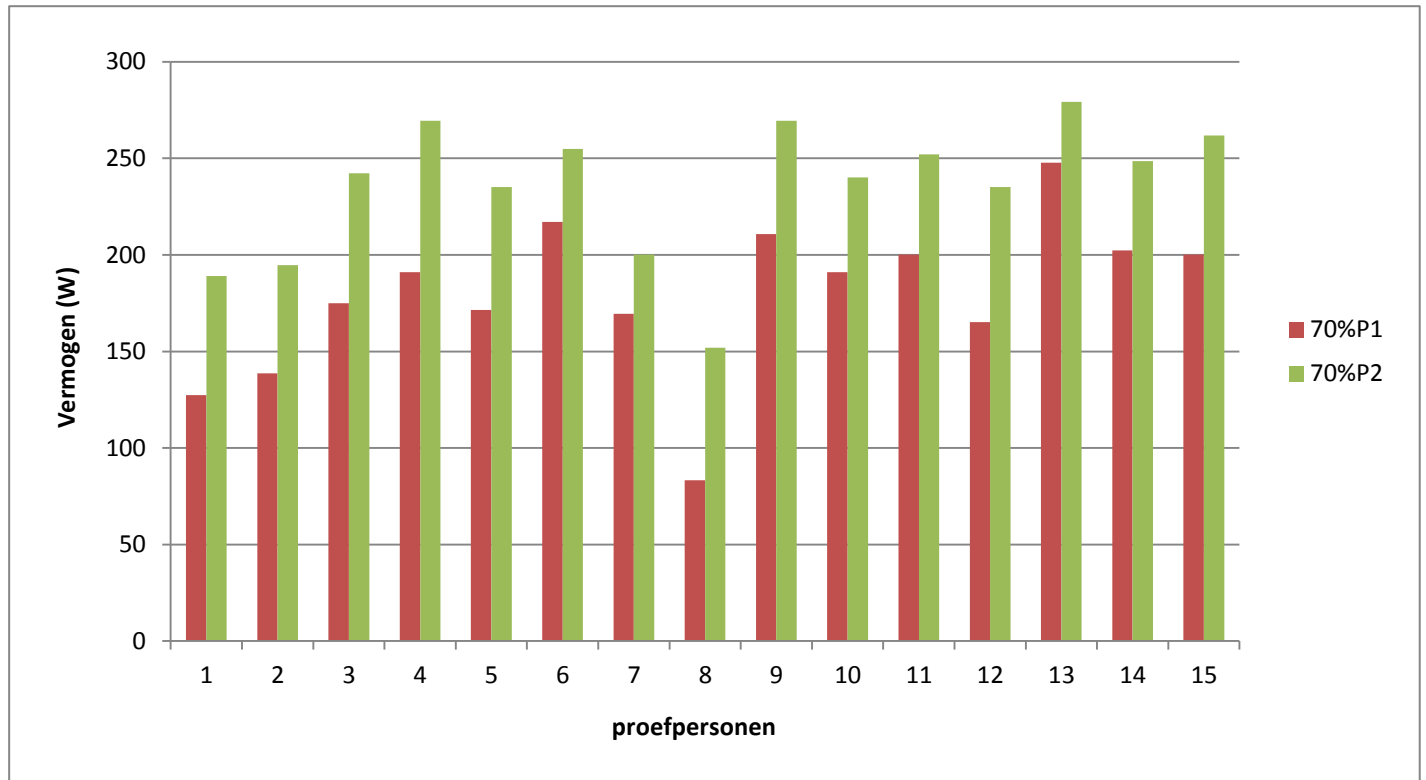
Figuur 7. Verklaring 70% van AT en RCP in fietstest 2.

Hoogeveen et al (2003) heeft gekozen voor een blokprotocol van 250 Watt bij elite wielrenners. Dit is voor dit onderzoek niet generaliseerbaar omdat dit onderzoek gericht is op amateur sporters waardoor en dan boven het RCP gefietst zal worden als er 250 Watt aangehouden zal worden.

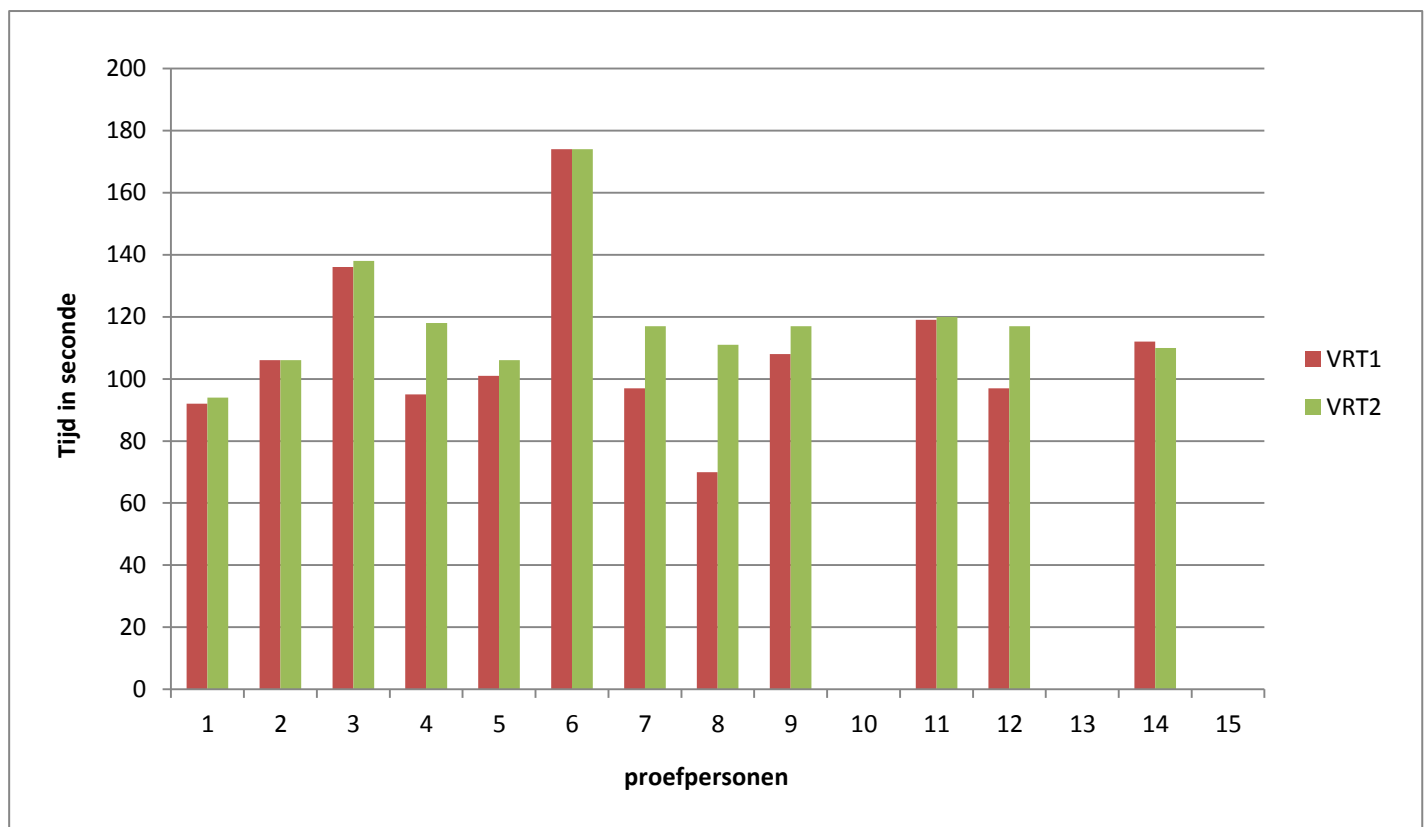
Om individueel afhankelijk te kunnen testen is er gekozen voor 70% van het RCP berekend uit de eerste fietstest. Er is gekozen voor 70% omdat de vertragingstijd nog verwerkt moet worden met het berekende omslagpunt uit de eerste test. Uit het onderzoek van Hoogeveen et al. (2003) is gebleken dat dit bij elite wielrenners ongeveer 80 seconden is. Dit betekent dat het omslagpunt 80 seconden eerder is dan het gemeten omslagpunt, en dus op een lager wattage plaatsvindt. Wanneer men op een percentage van 80 á 90 van het RCP zou gaan fietsen

Er is gekozen voor 70 procent en niet voor 80-90 procent omdat de vertragingstijd nog verwerkt moet worden met het berekende omslagpunt uit de eerste test. Uit eerder onderzoek van Hoogeveen & Keizer (2003) is gebleken dat dit bij elite wielrenners 80 seconden is. Dit betekent dat het omslagpunt 80 seconden eerder is dan het gemeten omslagpunt, en dus op een lager wattage plaatsvinden. Wanneer men echter fietst op 80 à 90 procent van het RCP uit protocol één, zal er al boven het nieuwe RCP gefietst worden. Om dit te beschermen hebben we gekozen om op 70 procent van het RCP te fietsen.

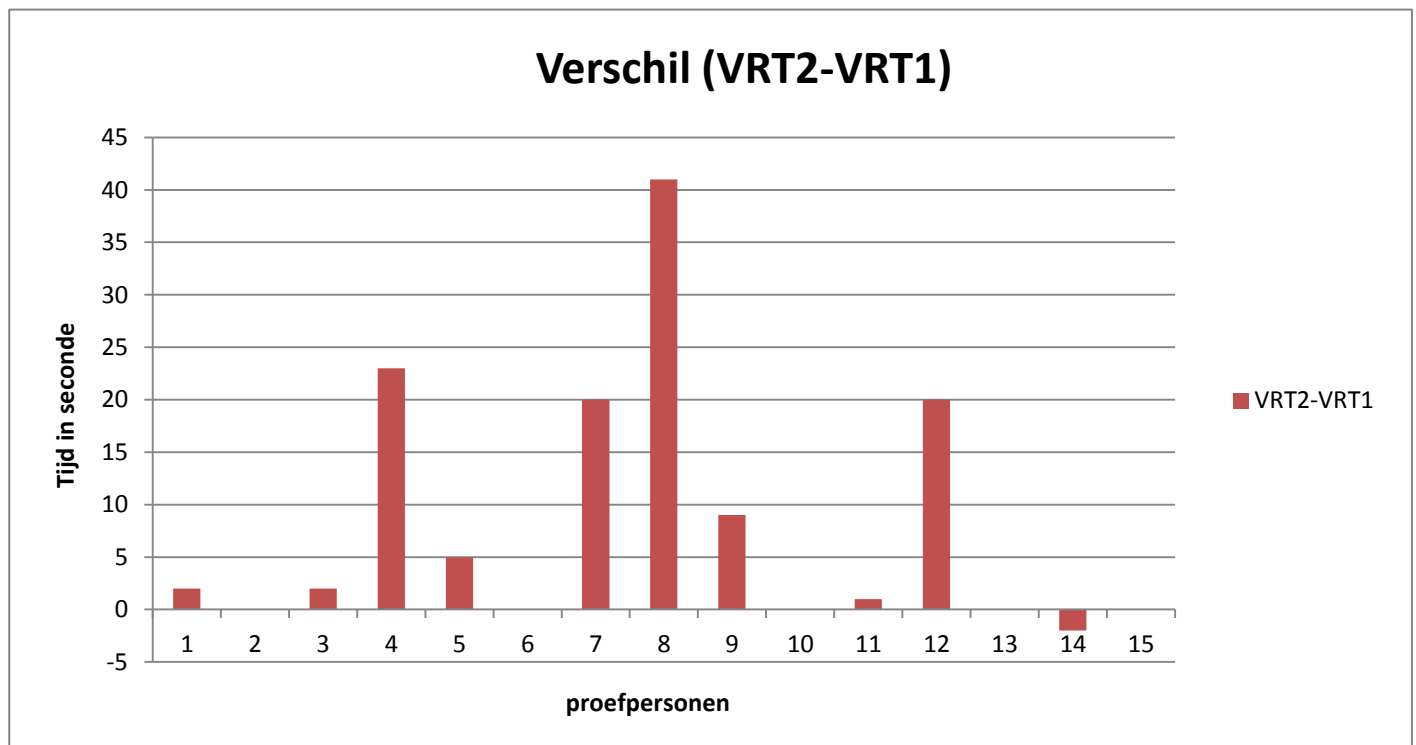
Bijlagen resultaten



Vergelijking 1: 70% Wattage AT/RCP



Vergelijking 2: Het verschil in seconde tussen VRT1 en VRT2 per proefpersoon



Vergelijking 3: Het nettoverschil in seconde tussen VRT1 en VRT2 per proefpersoon