

Een vergelijking tussen de herstelhartslag na fietstesten en shorttrack-
trainingen bij professionele shorttrackschaatsers



Een vergelijking tussen de herstelhartslag na fietstesten en shorttrack-
trainingen bij professionele shorttrackschaatsers

Juni 2015

Yara van Kerkhof

Opleiding Bewegingstechnologie, De Haagse Hogeschool

1^e begeleider: Dr. Daphne Wezenberg

2^e begeleider: MSc. Aad Lagerberg

VOORWOORD

Dit afstudeeronderzoek is tot stand gekomen naar aanleiding van interesse in een vraagstuk. Het onderzoek is individueel uitgevoerd, waarbij gegevens zijn verkregen van het Nationale shorttrackteam.

Interesse in de inspanningsfysiologie en in mijn sport shorttrack heeft mij doen afvragen of een fietstest de juiste methode is om de belastbaarheid van shorttrackschaatsers te meten. De shorttrackschaatsers verrichten maandelijks een fietstest om hun belastbaarheid in te schatten. Of deze fietstest het zelfde meet als een shorttracktraining is in deze scriptie beschreven.

Deze scriptie is bestemd voor het begeleidingsteam en de atleten van de Nationale Trainingsselectie Shorttrack en voor de docenten van de Haagse Hogeschool, wie mijn afstudeeronderzoek moeten beoordelen. Daarnaast is deze scriptie uiteraard ook voor andere belangstellenden bestemd.

Mijn dank gaat uit naar Daphne Wezenberg voor haar wekelijkse ondersteuning gedurende het onderzoek. Haar kennis en de structuur die zij aanbracht hebben mij geholpen bij het succesvol afronden van mijn afstudeeronderzoek. Daarnaast wil ik de Nationale Trainingsselectie Shorttrack en het begeleidingsteam bedanken voor het beschikbaar stellen van de benodigde data.

Deurningen, juni 2015.

Yara van Kerkhof

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	4
1. INLEIDING	4
2. METHODE	6
2.1 Sub-maximale fietstest	7
2.2 Sub-maximale shorttracktraining	7
2.3 Statistische analyse	8
3. RESULTATEN	8
4. DISCUSSIE	10
5. CONCLUSIE	12
6. REFERENTIES.....	13
7. BIJLAGEN	14
I. TOESTEMMINGSFORMULIER.....	14
II. PROJECTPLAN	15
III. REFLECTIEVERSLAG.....	24

Een vergelijking tussen de herstelhartslag na fietstesten en shorttrack-trainingen bij professionele shorttrackschaatsers

Door Yara van Kerkhof

SAMENVATTING

Een maandelijks terugkerende fietstest wordt door professionele shorttrackschaatsers gebruikt om een inschatting te maken van de belastbaarheid. Tijdens deze sub-maximale fietstest wordt een combinatie van het vermogen, een gegeven vermoeidheidswaarde en de herstelhartslag (het aantal slagen dat de hartslag in één minuut rust daalt) gebruikt om per individu een uitspraak te doen over de belastbaarheid. Bij een lagere herstelhartslag (HH), vergeleken met voorgaande testen, zou de schaatser vermoeid zijn. Het doel van dit onderzoek is om te bepalen of de verandering in HH na fietstesten, ten opzichte van voorgaande fietstesten, een verband hebben met de verandering in HH na shorttracktrainingen, ten opzichte van voorgaande shorttracktrainingen. Om deze vraag te beantwoorden zijn ook shorttracktrainingen, verricht binnen drie dagen na de fietstest, geanalyseerd. Bij tien professionele shorttrackschaatsers is de herstelhartslag tussen vijf fietstesten vergeleken met het gemiddelde van de voorgaande fietstesten, dit zelfde geldt voor de shorttracktrainingen. Het verschil in herstelhartslag, vergeleken met het gemiddelde van voorgaande testen, wordt omschreven als ΔHH . Veertig datapunten van de fietstesten zijn met bijbehorende shorttracktrainingen vergeleken. Er is geen relatie gevonden ($r = .03$, $p = .85$) tussen ΔHH na de fietstest en na de shorttracktraining. Een mogelijke reden hiervoor kan zijn het niet protocollair vastleggen van de manier van rust tijdens de shorttracktraining. Dat zou invloed kunnen hebben gehad op de herstelhartslag. Er is geen verband gevonden tussen de inspanningsduur en de herstelhartslag na de shorttracktraining. Geconcludeerd kan worden dat ΔHH niet overeenkomt tussen de fietstest en de shorttracktraining. Beide testen meten dus niet hetzelfde.

1. INLEIDING

Voor sportcoaches is het van groot belang om de belastbaarheid (de mate waarin een sporter hersteld is van zijn training) te kunnen inschatten. De kans dat een sporter onder- of overtraind raakt zou door veel monitoren en aansturen kleiner moeten worden. Een test welke gebruikt wordt om de belastbaarheid van een sporter in te schatten is een maximaaltest. Hier wordt tijdens het fietsen op de ergometer of het hardlopen op een lopende band gesport tot uitputting. Het vermogen dat bereikt wordt op de ergometer en de maximale zuurstofopname (VO_2) worden geregistreerd. Het maximale vermogen en de maximale zuurstofopname

tijdens de maximaaltest op de ergometer zouden in relatie staan tot de prestatie op de fiets. Waarbij een verhoogd vermogen tijdens de test samenhangt met een verbeterde prestatie op de fiets (1). Deze test is echter moeilijk te implementeren in een trainingsschema omdat deze erg inspannend is. Daarom kan deze test niet wekelijks worden uitgevoerd. Om vaker de belastbaarheid te kunnen monitoren is een sub-maximale test een betere methode.

Bij bestaande sub-maximale testen als de Åstrand of Cooper test wordt een voorspelling gedaan van de maximale zuurstofopname (2, 3). Lucia *et al.* (4) heeft echter aangetoond dat bij topsporters het verschil in maximale

zuurstofopname tussen de periode voor en tijdens een wedstrijd maar 1,1% verschilt. Volgens dit onderzoek zou een verschil in VO_2 max dus niet veel zeggen over de belastbaarheid van een sporter.

Een andere parameter welke een voorspelling kan doen over de belastbaarheid van een topsporter is de herstelhartslag (HH) (5-9). De HH wordt voornamelijk beschreven als een absolute waarde welke berekend wordt door de hartslag na 60 seconden rust af te trekken van de hartslag aan het eind van de inspanning (5, 7, 8, 10-16). McDonald *et al.* (5) beschrijft dat een snellere daling van de hartslag een indicatie is voor optimale fitheid. Ook volgens Lamberts *et al.* (16) is de HH een betrouwbare en simpele methode om de belastbaarheid van topsporters in te schatten.

Een gezonde man vertoont een daling van 25-30 slagen (10). Een getraind persoon heeft een hogere waarde voor de HH (5-8, 10, 17). Een daling van meer dan 60 slagen na één minuut rust is voor topsporters geen abnormale waarde. Henríquez *et al.* (7) vond een relatie tussen het niveau van trainen en de HH. Bij goed getrainde Jiu-Jitsu worstelaars werd een HH gevonden van 64.6 ± 4.1 slagen (gemiddelde \pm SD), bij normaal getrainde Jiu-Jitsu worstelaars werd een lagere HH gevonden (50.7 ± 3.6 slagen). Lamberts *et al.* (13) heeft onderzocht dat een verhoogde HH, wat dus een snellere daling van de hartslag betekent, een indicatie kan zijn voor acute vermoeidheid van een sporter en een verlaagde HH, en dus een minder snelle daling van de hartslag, een indicatie kan zijn voor chronische vermoeidheid. Acute vermoeidheid wordt gezien als functionele vermoeidheid waarbij na een periode van effectieve rust de sporter super-compensatie zal vertonen. Super-compensatie is het door laten lopen van het herstelproces tot een hoger belasting niveau dan voor de vermoeidheid. Chronische vermoeidheid,

ontstaan door te snel opeenvolgende belasting prikkels, is echter niet functioneel en leidt tot verslechterde prestaties.

Het gebruik van de HH als parameter om de belastbaarheid van een sporter in te schatten is zeer specifiek en daarom afhankelijk van het soort test. Onderzoek toont namelijk een verschil aan tussen de HH en het type training (14). Zo is, volgens Lamberts *et al.* (14) de HH na een high intensity training (43 ± 8 slagen) hoger dan de HH na een duur training (35 ± 4 slagen), beiden uitgevoerd op een ergometer. De verklaring voor dit verschil in daling van de hartslag tijdens rust wordt volgens Lamberts *et al.* (14) gevormd door het verschil in intensiteit en tijdsduur van de test. Of de HH verhoogd of verlaagd is als gevolg van training is volgens Lamberts *et al.* (14) niet afhankelijk van de trainingsmethode.

Maeder *et al.* (9) heeft beschreven dat bij gezonde personen de HH zowel in absolute waarde als relatief, na een fietstest (32 ± 14 vs 17 ± 8 slagen) significant hoger is dan na een test op de lopende band (27 ± 10 vs 15 ± 6 slagen). Beide testen werden uitgevoerd op een zelfde hartslag en met een zelfde tijdsduur. Als verklaring voor het verschil in HH tussen de test op de fiets en de test op de lopende band, noemt Maeder *et al.* (9) dat bij hardlopen meer spieren worden gebruikt, wat leidt tot een hogere zuurstof opname, dat leidt op zijn beurt weer tot een hoger hart minuut volume tijdens de inspanning. Een hoger hart minuut volume eist een hogere hartslag tijdens de rust, wat dus een lagere HH tot gevolg heeft, ondanks een zelfde hartslag tijdens de inspanning. De herstelhartslag zou daarnaast ook afhankelijk zijn van de lichaamspositie tijdens de rust (9).

Het testen van de belastbaarheid van een sporter aan de hand van de HH is dus gevoelig voor verschillende omstandigheden. De HH zou afhankelijk kunnen zijn van het soort

activiteit, de intensiteit en de duur van de activiteit, het aantal spiergroepen dat gebruikt wordt tijdens de activiteit en van de lichaamspositie tijdens de rust (9, 14, 18).

Bij professionele shorttrackschaatsers wordt voor het bepalen van de belastbaarheid een sub-maximale fietstest toegepast welke deels gebaseerd is op een protocol van Lamberts *et al.* (13). De sub-maximale fietstest wordt door de shorttrackschaatsers uitgevoerd binnen één of meerdere rustdagen na een intensief trainingsblok. Naast de fietstest wordt er binnen drie dagen na de fietstest ook sub-maximaal getraind op het ijs. Deze training wordt uitgevoerd in relay vorm, een sub-maximale interval training waarbij de rustperiode vaak net iets langer is dan de inspanning zelf. Niet de shorttracktraining zelf maar de fietstest wordt momenteel gebruikt om de mate van herstel van de sporter in te schatten. De combinatie tussen het vermogen dat de schaatser tijdens de fietstest levert, de subjectief bepaalde RPE (rate of perceived exertion) en de HH wordt door de trainer gebruikt om een uitspraak te doen over de mate waarin de schaatser hersteld is van het intensieve trainingsblok. Deze uitspraak wordt gedaan door de testresultaten te vergelijken met de gemiddelde testresultaten van voorgaande testen. Wanneer de HH, vergeleken met het gemiddelde van de voorgaande testen, meer is dan de dag-tot-dag variatie van 3 slagen lager, zou dit een teken kunnen zijn voor chronische vermoeidheid (19). Aan de hand van de uitkomsten van de sub-maximale fietstest vindt er individuele aanpassing van het trainingsschema plaats. Naar aanleiding van de hierboven beschreven onderzoeken, waarin aangetoond werd dat de HH beïnvloed wordt door onder andere het soort activiteit en de lichaamspositie in rust, rijst echter de vraag of de HH na de fietstest hetzelfde zegt als de HH na een shorttracktraining.

Het doel van dit onderzoek is bepalen of de verandering in HH na fietstesten, ten opzichte van voorgaande fietstesten, een verband hebben met de verandering in HH na shorttracktrainingen, ten opzichte van voorgaande shorttracktrainingen. Verwacht wordt dat de HH na de fietstest in absolute waarde zal verschillen van de HH na een shorttracktraining omdat het een andere activiteit is dan schaatsen, waarbij andere spiergroepen gebruikt worden. Echter zal naar verwachting de HH eenzelfde verloop over de verschillende meetmomenten vertonen na zowel de fietstesten als na de shorttracktrainingen. Waardoor de ΔHH na de fietstest hetzelfde zou zijn als na de shorttracktraining. Als subdoel wordt de invloed van de inspanningsduur op de HH na de shorttracktraining onderzocht. Hierdoor kan uitgesloten of aangetoond worden of de inspanningsduur van invloed geweest is op de HH na een shorttracktraining. Tot slot wordt als tweede subdoel naar de dag-tot-dag variatie gekeken van ΔHH na zowel de fietstest als na de shorttracktraining. Omdat de dag-tot-dag variatie van de HH drie slagen is, zal een verandering van drie slagen geen verandering zijn die toe te schrijven is aan de belastbaarheid van de sporter.

2. METHODE

Het betreft een retrospectief onderzoek waarbij gegevens verzameld zijn van de periode juli 2013 tot en met december 2014. Alle 15 deelnemers (10 mannen en 5 vrouwen) waren gedurende de gehele periode of een deel hiervan lid van de Nationale Trainingselectie Shorttrack (NTS). Gegevens van zowel de fietstesten als alle hartslaggegevens tijdens shorttracktrainingen in deze periode zijn ter beschikking gesteld voor dit onderzoek. Tijdens de looptijd van het onderzoek hebben de deelnemers een verklaring (Bijlage I.) ondertekend waarin zij

toestemming geven voor het gebruik van de gegevens.

In het trainingsprogramma van de shorttrackschaatsers komt maandelijks een fietstest voor om de belastbaarheid te testen. Deze fietstest is altijd gepland na één of meerdere rustdagen na een intensief trainingsblok. Tijdens een intensief trainingsblok hebben de shorttrackschaatsers minimaal één week, met een opbouw van 2 weken, op hoge frequentie en met veel omvang getraind. De week die volgt is een herstel week waarin enkele dagen rust gevolgd worden door trainingen met een lage intensiteit. In deze week wordt de fietstest uitgevoerd, samen met verschillende shorttracktrainingen.

2.1 Sub-maximale fietstest: Het protocol van de fietstest is gebaseerd op het protocol van Lamberts (2009), genaamd de Lamberts en Lambert Submaximal Cycling Test (LSCT) (19). De originele LSCT wordt uitgevoerd in drie blokken op een hartslag van 60% (blok 1), 80% (blok 2) en 90% (blok 3) van de maximale hartslag. De maximale hartslag is bepaald aan de hand van een maximaaltest op de ergometer. Deze test is eenmalig uitgevoerd en dezelfde hartslag zal daarom tijdens iedere fietstest gebruikt worden. De eerste twee blokken duren 6 minuten met daartussen 30 seconden rust. Het derde blok wordt direct na het tweede blok gestart en duurt 3 minuten. Aan het eind van de drie blokken wordt de sporter gevraagd om een minuut rust te nemen. De hartslag en het vermogen worden continu geregistreerd, de RPE wordt 30 seconden voor het eind van ieder blok genoteerd. De nationale shorttrackselectie heeft aan de LSCT een aanpassing gedaan welke volgens hen gunstiger zou zijn. Het eerste blok wordt door hen op 70% van de maximale hartslag gefietst en tussen alle drie de blokken zit één minuut actieve rust.

De hartslagdata van de fietstesten is verkregen door middel van een hartslagmeter. Tijdens de test is gefietst op een ergometer welke het vermogen, de tijd en de hartslag opslaat met een frequentie van één maal per minuut. Dit houdt in dat van iedere minuut de gemiddelde hartslag en het gemiddelde vermogen wordt opgeslagen. De HH is bepaald doordat de sporter aan het eind van zijn minuut rust zijn hartslag doorgeeft. Deze wordt van de gemiddelde hartslag van de laatste minuut inspanning afgehaald. De conclusie die getrokken wordt aan de hand van de uitslagen van de fietstest, bepaalt of de shorttrackschaatser wel of niet hersteld zou zijn van het intensieve trainingsblok. Dit wordt gedaan door de resultaten van de fietstest te vergelijken met de gemiddelde resultaten van voorgaande fietstesten.

2.2 Sub-maximale shorttracktraining: Om te onderzoeken of de verandering in HH na de fietstest hetzelfde is als de verandering in HH na de shorttracktraining, zal hartslagdata van een shorttracktraining geanalyseerd en vergeleken moeten worden. Het is van belang dat er zoveel mogelijk factoren die de HH beïnvloeden hetzelfde zijn tijdens de fietstest en de shorttracktraining. Daarom is er voor gekozen dat de datum van de geanalyseerde shorttracktraining maximaal drie dagen verschilt met de datum waarop de fietstest is uitgevoerd. De intensiteit en tijdsduur van de shorttracktraining zullen ook grotendeels overeen moeten komen met die van de fietstest. Een relay-training zou het meest geschikt zijn. Dit is een trainingsvorm van extensieve intervallen, wat betekent dat de inspanning sub-maximaal is waarbij de rust vaak twee of drie keer langer duurt dan de inspanning. De relay zelf duurt tussen de 6 en 40 minuten. Aan de hand van de hartslagdata is niet exact terug te halen wanneer de schaatser zijn activiteit stopte en met de rust begon. Aangenomen is dat de hoogst

behaalde hartslag het eind van de relay weergeeft. Vanaf daar zal de hersteltijd in gaan. Tijdens de shorttracktraining waren de deelnemers zich er niet van bewust dat de data gebruikt zou worden voor dit onderzoek. Direct na de relay is daarom niet bewust rust genomen.

Tijdens de shorttracktrainingen is de hartslag gemeten met een samplefrequentie van 250Hz (20). Via het programma OmniSense analysis is de laatste piek van de relay en de paar minuten rust die daarop volgen naar Excel geëxporteerd. In Excel is de HH berekend door de laagst behaalde hartslag binnen de minuut rust af te halen van de maximaal behaalde hartslag.

Binnen de drie dagen van de fietstest zijn meerdere relays geschaatst. Tijdens een relay-training wordt, in tegenstelling tot de fietstest, niet op hartslag getraind. Dit heeft tot gevolg dat niet iedere relay-training een zelfde intensiteit heeft. Er is gekozen om de relay-training waar de intensiteit (maximaal behaalde hartslag tijdens de inspanning) het meest overeenkomt met de fietstest, te gebruiken in dit onderzoek.

2.3 Statistische analyse: De statistische analyse is uitgevoerd met behulp van statistische software (SPSS). Missing values analyse heeft een beeld geven van het aantal missende waarden. Om te bepalen of de verandering in HH na fietstesten, ten opzichte van voorgaande fietstesten, een verband hebben met de verandering in HH na shorttrack-trainingen, ten opzichte van voorgaande shorttracktrainingen, zijn beide variabelen geanalyseerd. De daling of stijging van de HH ten opzichte van de gemiddelde HH van voorgaande testen zal daarom worden bepaald, dit wordt beschreven als ΔHH . Met behulp van Pearsons product moment correlation met een one-tailed test of significance zal een statistische relatie tussen

ΔHH van de fietstest en ΔHH van de bijbehorende shorttracktraining gezocht worden. Wanneer de correlatie ongeveer één is dan zal er een positieve correlatie zijn tussen ΔHH na de fietstest en ΔHH na de shorttracktraining. Wanneer r ongeveer -1 is dan zal er een negatieve correlatie zijn tussen de twee variabelen, wat inhoudt dat wanneer de HH op de fietstest hoger is dan het gemiddelde van de voorgaande testen, dan zal de HH op de shorttracktest lager zijn dan het gemiddelde van de voorgaande testen. Een correlatie van rond de nul duidt op de afwezigheid van een verband tussen de twee variabelen. Een significantie van kleiner dan .05 geeft aan dat de gevonden correlatie significant is. Om uit te sluiten of de tijdsduur van de relays van invloed is op de HH, zal de genormaliseerde HH van de shorttracktraining vergeleken worden met de tijdsduur van de relay. De HH op het eerste meetmoment wordt van elke persoon op 100% genormaliseerd. De overige vier metingen zullen als percentage van de eerste meting berekend worden. Voor het bepalen van de relatie tussen de HH en tijdsduur zal Pearsons product moment correlation met een two-tailed test gebruikt worden, daarbij zullen de gegevens in percentage worden weergegeven als gemiddelde \pm standaard deviatie. Daarnaast zal per meetmoment de gemiddelde ΔHH van de fietstest en de shorttracktraining berekend worden als gemiddelde \pm SD van de deelnemers. Een ΔHH van meer of minder dan drie slagen zal niet toe te wijzen zijn aan de dag-tot-dag variatie maar zal een andere reden hebben voor deze verandering.

3. RESULTATEN

Vanwege blessures, het ontbreken van de hartslagmeter of het falen van de hartslagregistratie is niet voor alle vijftien deelnemers evenveel bruikbare data beschikbaar. Voor tien proefpersonen is een

dataset aanwezig van minstens vijf meetmomenten, wat betekent dat voor beide variabelen (Δ HH na fietstest en Δ HH na shorttracktraining) een dataset aanwezig is van 50 metingen. Het tijdsbestek tussen de metingen is $8,7 \pm 4,9$ maanden met een maximaal tijdsbestek van 16 maanden en een minimaal tijdsbestek van 4 maanden. De daling of stijging ten opzichte van het gemiddelde van de voorgaande testen is niet te bepalen voor de eerste test. Daarom blijft er voor beide variabelen een dataset van 40 metingen over verdeeld over 10 deelnemers (7 mannen, 3 vrouwen).

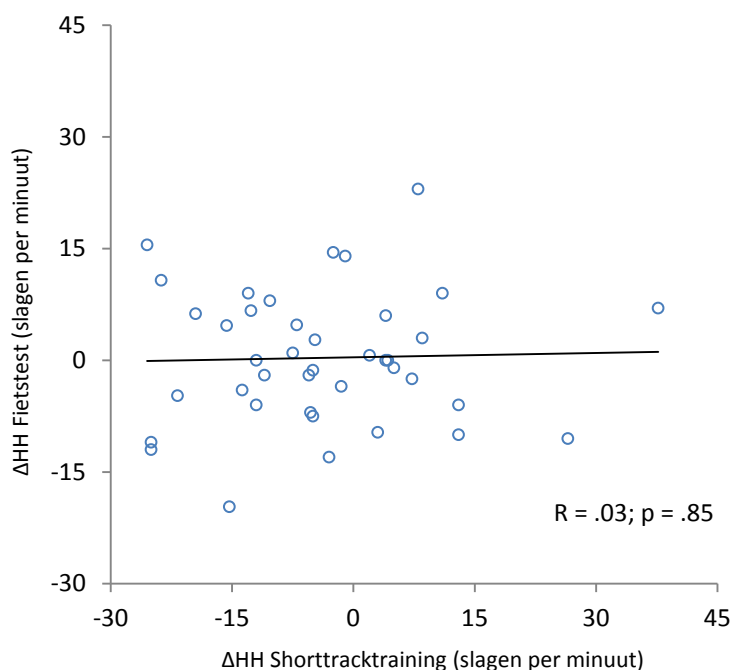
De data is normaal verdeeld met een significantie van .992 voor de fietstest en een significantie van .136 voor de shorttracktraining.

Er is geen relatie aangetoond tussen de tijdsduur van de relay en de HH ($r = -.128$, $p = .433$) na de shorttracktraining. Een relay met een tijdsduur van 15 minuten is het meest

voorkomend met 14 metingen (100 ± 34). Waarbij voor een relay van 10 minuten (94 ± 33) vier metingen waren evenals voor de 30 minuten relay (90 ± 18). De hoogste relatieve HH waarde is gevonden bij een acht minuten durende relay (149%), bij één deelnemer.

In Tabel 1 zijn de gemiddelde Δ HH, de standaard deviatie, de minimale en maximale waarde en de variantie weer gegeven. De standaard deviatie van Δ HH tijdens de shorttracktrainingen is hoger dan tijdens de fietstesten. Op meetmoment vijf is de grootste afwijking te zien tussen de gemiddelde Δ HH van de fietstest (3.1 ± 6.3) en de shorttracktraining (-7.3 ± 12).

Er is geen relatie gevonden tussen Δ HH tijdens de fietstesten en Δ HH tijdens de shorttracktrainingen ($r = .03$, $p = .85$). Figuur 1 geeft dit weer. Dat wil zeggen dat de verandering van de HH na fietstesten niet in verband staat met een zelfde verandering van de HH na een shorttracktraining.



Figuur 1. De scatter plot illustreert de correlatie tussen Δ HH na de fietstesten en Δ HH na de shorttracktrainingen. Pearsons product moment correlatie is weergegeven. $n = 10$ $R = .03$ $p = .85$

Tabel 1.

Vergelijking fietstest en shorttracktraining op de vijf meetmomenten. De HH op ieder meetmoment is vergeleken met het gemiddelde van de voorgaande meetmomenten. Het eerste meetmoment is daarom niet weergegeven want een vergelijking met voorgaande testen is onmogelijk. Dit eerste meetmoment is wel gebruikt als beginpunt om de volgende meetmomenten mee te vergelijken. De gemiddelde Δ HH na de fietstesten ligt op alle meetmomenten binnen de ± 3 slagen van de dag tot dag variatie. Dit in tegenstelling tot de gemiddelde Δ HH na de shorttracktrainingen. Hier is de HH op alle meetmomenten meer dan drie slagen groter of kleiner in vergelijking met het gemiddelde van de voorgaande testen.

Meetmoment (Δ HH in slagen per minuut)	Fietstest (n = 10)				Shorttracktraining (n = 10)			
	Gemiddelde	SD	Min	Max	Gemiddelde	SD	Min	Max
2	1.2	11.6	-13	23	-3.1	11.6	-28	11
3	-2.8	7.9	-11	15.5	-3.9	15.9	-25.5	26.5
4	-2	9.3	-19.6	9	-3.5	15.9	-15.7	37.7
5	3.1	6.3	-4.8	14.5	-7.3	12	.23.8	8.5

4. DISCUSSIE

Het doel van dit onderzoek was om een relatie aan te tonen tussen de verandering in HH na fietstesten, ten opzichte van voorgaande fietstesten, en de verandering in HH na shorttracktrainingen, ten opzichte van voorgaande shorttracktrainingen. Verwacht werd dat deze twee variabelen in relatie tot elkaar zouden staan. Dit zou betekenen dat naast een stijging van de HH na de fietstest ook een stijging van de HH na de shorttracktraining te zien zou zijn. Wat tot gevolg zou kunnen hebben dat in de toekomst de fietstest niet meer nodig zou zijn om de belastbaarheid van een shorttrackschaatser in te schatten, maar dat dit aan de hand van shorttracktrainingen kan gebeuren. De resultaten in dit onderzoek tonen echter aan dat er geen relatie is tussen Δ HH na de fietstest en na de shorttracktraining. De hypothese dat de verandering HH na de fietstest in relatie zou staan met de verandering in HH na de shorttracktraining is dus onjuist bevonden.

Uit eerder onderzoek is gebleken dat de HH een parameter is welke iets zegt over de

belastbaarheid van een sporter (5-9). Bij testen op zowel de lopende band als op de ergometer staat een hogere HH in verband met een betere belastbaarheid (9). Dit onderzoek heeft geen verband gevonden tussen de HH na een fietstest en na een shorttracktraining.

Een van de parameters welke van invloed geweest kan zijn op de HH is de manier van rust (9). Hoe de proefpersoon zijn rust heeft genomen en wat zijn lichaamspositie is geweest na iedere relay is, uit de beschikbare hartslagdata, niet te achterhalen. Hierdoor is niet met zekerheid te zeggen dat de manier van rust tijdens de vijf meetmomenten vergelijkbaar is. De invloed van deze parameter op de HH kan daarom niet statistisch onderzocht worden. De lichaamspositie en de gedragingen tijdens de rust kunnen in dit onderzoek invloed hebben gehad op de daling van de hartslag en dus ook op het niet kunnen aantonen van een relatie tussen Δ HH na de fietstest en Δ HH na de shorttracktraining.

Naast de manier van rust is uit de hartslagdata van de shorttracktraining niet te achterhalen

wanneer de proefpersoon zijn inspanning stopte en met de rust begon. De aanname dat de hoogst behaalde hartslag het moment van stoppen aangeeft, zou een onjuiste aanname geweest kunnen zijn, wat tot gevolg kan hebben dat niet met de juist hartslagwaardes is gerekend. Dit zou van invloed kunnen zijn op de relatie tussen de HH na de fietstest en de HH na de shorttracktraining.

In dit onderzoek is gezocht naar een relay-training waarvan de intensiteit overeenkwam met de intensiteit van de fietstest. De relay-training waarvan de maximale hartslag het meest te vergelijken was met de maximale hartslag tijdens de fietstest is gekozen voor de analyse. De intensiteit zal hierdoor niet exact gelijk zijn aan die van de fietstest, wat de ΔHH heeft kunnen beïnvloeden.

Een vierde mogelijke reden voor het niet bewijzen van de hypothese is dat in dit onderzoek gebruik is gemaakt van de HH na één minuut. De reden hiervoor is dat van de fietstest geen hartslaggegevens beschikbaar zijn na de laatste minuut rust. McDonald *et al.* (5) suggereert dat voor topsporters de HH na twee minuten een betrouwbaardere indicator is voor de fitheid dan de HH na één minuut. In dit onderzoek is namelijk een significant verschil gevonden in HH na twee minuten tussen aeroob en anaeroob getrainde sporters. Bij een HH na één minuut is daarentegen geen significant verschil gevonden. De HH na twee minuten zou daarom meer zeggen over de belastbaarheid van een sporter dan de HH na één minuut.

Tot slotte is er statistisch geen rekening gehouden met het feit dat ΔHH individueel afhankelijk is. Het aantal slagen dat de HH kan stijgen of dalen verschilt per persoon. De vijf meetmomenten van ΔHH van één persoon zijn dus afhankelijk van elkaar. Maar de ΔHH van verschillende personen hebben geen relatie met elkaar. Een vergelijking maken tussen

personen is hierdoor statistisch niet helemaal juist. Wanneer de correlatie per persoon was geanalyseerd, zou dit wellicht een ander resultaat tot gevolg kunnen hebben gehad.

In dit onderzoek zijn tevens twee sub-vragen onderzocht. Één daarvan is de invloed van de inspanningsduur. Deze was niet bij iedere shorttracktraining gelijk en kan volgens Lamberts (14) van invloed kan zijn op de HH. In dit onderzoek is ter controle de invloed van de inspanningsduur onderzocht. Er is geen positieve of negatieve relatie aangetoond tussen de tijdsduur van de inspanning en de HH. De trainingsduur lijkt dus geen effect te hebben gehad op de HH na de shorttracktraining.

Ten tweede is gekeken naar de dag-tot-dag variatie. Wanneer de HH minder dan drie slagen verschilt ten opzichte van de voorgaande test, zou dit te maken hebben met de dag-tot-dag variatie en zou dit niks zeggen over de fitheid van de proefpersoon (19). Gemiddeld ligt het verloop van de HH na de fietstest binnen deze drie slagen dag-tot-dag variatie, dit is weergegeven in tabel 1. Bij de fietstesten is gemiddeld dus geen onder- of overtraining geconstateerd. De belastbaarheid van de proefpersonen zou volgens Lamberts (19) in dit geval niet veranderd zijn over de meetperiode. Uit dit onderzoek is gebleken dat de ΔHH na de shorttracktraining echter wel meer dan drie slagen is. Bij de shorttracktraining wordt dus wel onder- of overtraining gemeten. Het verschil in ΔHH tussen de fietstest en de shorttracktraining heeft, volgens dit onderzoek, niets te maken heeft met de dag-tot-dag variatie. De fietstest en de shorttracktraining meten dus niet hetzelfde.

De HH gebruiken als indicator voor de belastbaarheid van een sporter blijkt niet eenvoudig. Een sub-maximale shorttracktraining meet, in de huidige opzet, niet

hetzelfde als een fietstest. Welke van de twee een beter meetmethode is voor het meten van de belastbaarheid bij shorttrackschaatsers is in deze studie niet onderzocht. Vervolgonderzoek zou dit wellicht kunnen uitwijzen.

5. CONCLUSIE

Geconcludeerd kan worden dat in dit onderzoek geen verband is gevonden tussen de verandering in de herstelhartslag na fietstesten, ten opzichte van voorgaande fietstesten, en de verandering in herstelhartslag na shorttracktrainingen, ten opzichte van voorgaande shorttrack-

trainingen. Tevens is geen verband gevonden tussen de inspanningsduur en de herstelhartslag na de shorttracktraining. De inspanningsduur zou dus niet van invloed zijn geweest op de herstelhartslag na de shorttracktraining. Tijdens de fietstest is de verandering in herstelhartslag toe te schrijven aan de dag-tot-dag variatie in tegenstelling tot de shorttracktest, hier wordt onder- of overtraining gemeten. Beide testen meten dus niet hetzelfde. Welke van de twee testen het meest betrouwbaar is voor het meten van de belastbaarheid van een shorttrackschaatser is niet onderzocht.

6. REFERENTIES

1. Bentley DJ, McNaughton LR, Thompson D, Vleck VE, Batterham AM. Peak power output, the lactate threshold, and time trial performance in cyclists. *Medicine and Science in Sports and exercise*. 2001;33(12):2077-81.
2. Åstrand P-O, Ryhming I. A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. *Journal of applied physiology*. 1954;7(2):218-21.
3. Cooper KH. A means of assessing maximal oxygen intake: correlation between field and treadmill testing. *Jama*. 1968;203(3):201-4.
4. Lucia A, Hoyos J, Perez M, Santalla A, Earnest CP, Chicharro J. Which laboratory variable is related with time trial performance time in the Tour de France? *British journal of sports medicine*. 2004;38(5):636-40.
5. McDonald KG, Grote S, Shoepe TC. Effect of Training Mode on Post-Exercise Heart Rate Recovery of Trained Cyclists. *Journal of human kinetics*. 2014;41(1):43-9.
6. Buchheit M, Papelier Y, Laursen PB, Ahmaidi S. Noninvasive assessment of cardiac parasympathetic function: postexercise heart rate recovery or heart rate variability? *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*. 2007;293(1):H8-H10.
7. Henríquez OC, San Martín EB, Von Oetinger A, Cañas JR, Ramírez CR. Autonomic control of heart rate after exercise in trained wrestlers. *Biology of sport*. 2013;30(2):111.
8. Lamberts RP, Lemmink KA, Durandt JJ, Lambert MI. Variation in heart rate during submaximal exercise: implications for monitoring training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2004;18(3):641-5.
9. Maeder MT, Ammann P, Rickli H, Brunner-La Rocca HP. Impact of the exercise mode on heart rate recovery after maximal exercise. *European journal of applied physiology*. 2009;105(2):247-55.
10. Heffernan KS, Fahs CA, Shinsako KK, Jae SY, Fernhall B. Heart rate recovery and heart rate complexity following resistance exercise training and detraining in young men. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*. 2007;293(5):H3180-H6.
11. Shetler K, Marcus R, Froelicher VF, Vora S, Kalisetti D, Prakash M, et al. Heart rate recovery: validation and methodologic issues. *Journal of the American College of Cardiology*. 2001;38(7):1980-7.
12. Lamberts RP, Lambert MI. Day-to-day variation in heart rate at different levels of submaximal exertion: implications for monitoring training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2009;23(3):1005-10.
13. Lamberts RP, Swart J, Noakes TD, Lambert MI. A novel submaximal cycle test to monitor fatigue and predict cycling performance. *British journal of sports medicine*. 2011;45(10):797-804.
14. Lamberts RP, Swart J, Noakes TD, Lambert MI. Changes in heart rate recovery after high-intensity training in well-trained cyclists. *European journal of applied physiology*. 2009;105(5):705-13.
15. Lamberts RP, Swart J, Woolrich RW, Noakes TD, Lambert MI. Measurement error associated with performance testing in well-trained cyclists: application to the precision of monitoring changes in training status: original research article. *International SportMed Journal*. 2009;10(1):33-44.
16. Lamberts R, Swart J, Capostagno B, Noakes T, Lambert M. Heart rate recovery as a guide to monitor fatigue and predict changes in performance parameters. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2010;20(3):449-57.
17. Otsuki T, Maeda S, Iemitsu M, Saito Y, Tanimura Y, Sugawara J, et al. Postexercise heart rate recovery accelerates in strength-trained athletes. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(2):365-70.
18. Imai K, Sato H, Hori M, Kusuoka H, Ozaki H, Yokoyama H, et al. Vagally mediated heart rate recovery after exercise is accelerated in athletes but blunted in patients with chronic heart failure. *Journal of the American College of Cardiology*. 1994;24(6):1529-35.
19. Lamberts RP. The development of an evidenced-based submaximal cycle test designed to monitor and predict cycling performance: the Lamberts and Lambert submaximal cycle test (LSCT). 2009.
20. BioHarness 3.0 User Manual. 2012.

7. BIJLAGEN

I. TOESTEMMINGSFORMULIER

Hierbij verklaar ik toestemming te geven voor het gebruik van de volgende gegevens:

- Hartslagdata fietstest vanaf 2013
- Hartslagdata Zephyr band vanaf 2013
- Persoonlijke gegevens: Naam, geboortedatum, lengte, gewicht

Ik ben me ervan bewust dat deze gegevens worden gebruikt voor het afstudeeronderzoek van Yara van Kerkhof en dat de uitkomsten openbaar gemaakt kunnen worden. De uitkomsten zullen weliswaar anoniem beschreven worden.

Ten behoeve van de eventuele verbetering van de trainingsschema's, of voor vervolgonderzoek zullen de uitkomsten intern (binnen de trainingsgroep en staffleden van de NTS) niet anoniem, maar onder vermelding van initialen worden aangeduid.

Er zal met respect worden omgegaan met alle gegevens.

Naam:

Datum:

__-__-__

Handtekening:

II. PROJECTPLAN

Verskil in herstelhartslag tussen testen op de fiets en op het ijs bij professionele shorttrack schaatsers.



Naam: Yara van Kerkhof
Studentnummer: 07021615
E-mail: yaravkerkhof@hotmail.com
Behaalde studiepunten in modules 9 t/m 12: 60

Werkveld: Topsport, Shorttack
Beroepsrol: Onderzoeker
Extern project (J/N): Nee

VERKLARENDE WOORDENLIJST

Hart minuut volume: (HMV) De totale bloedstroomsterkte (21)

Parasympathische systeem: Het systeem dat de rusttoestand in het lichaam regelt.

Relay: Trainingsvorm waarin extensieve intervallen worden getraind op het ijs. Met een tijdsduur van tussen de 10 en 30 minuten en een interval van één staat tot drie of één staat tot vier.

Steady state: Een inspanning op een niveau waarbij de hartslag, ventilatie en zuurstofverbruik lange tijd constant blijven (22).

Submaximale training/test: Een test of training waar de sporter niet door hoeft te gaan tot uitputting.

Super-compensatie: Het herstelproces door laten lopen tot een hoger belastingsniveau dan voor de vermoeidheid (22).

Sympatische systeem: Het systeem dat de actieve toestand van het lichaam regelt.

VO₂ max: De maximale zuurstofopname.

INLEIDING

Voor sportcoaches is het van groot belang om de belastbaarheid (de mate waarin een sporter hersteld is van zijn training) te kunnen inschatten. De kans dat een sporter onder- of overtraind raakt zou door veel monitoren en aansturen kleiner moeten worden. Een test welke gebruikt wordt om de belastbaarheid van de sporter in te schatten is de VO_2 max test. Hier wordt tijdens het fietsen op de ergometer of het hardlopen op een lopende band gesport tot uitputting. Het vermogen dat dan bereikt wordt en de maximale zuurstofopnamen (VO_2) worden geregistreerd. Het maximale vermogen tijdens een VO_2 max test zou in relatie staan tot de prestatie op de fiets, waarbij een verhoogd vermogen tijdens de test samenhangt een verbeterde prestatie op de fiets (1). Deze test is echter moeilijk te implementeren in een trainingsschema omdat deze erg inspannend is. Daarom kan deze test niet wekelijks worden uitgevoerd. Om vaker de belastbaarheid te kunnen monitoren is een submaximale test een betere methode.

Bij bestaande submaximale testen als de Åstrand of Cooper test wordt een voorspelling gedaan van de maximale zuurstofopname (2, 3). Lucia *et al.* (4) heeft echter aangetoond dat bij topsporters het verschil in maximale zuurstofopname tussen de periode voor en tijdens een wedstrijd maar verschilt met 1,1%. Volgens dit onderzoek zou een verschil in VO_2 max dus niet veel zeggen over de belastbaarheid van een sporter.

Een andere parameter welke een voorspelling kan doen over de belastbaarheid van een topsporter is de herstelhartslag (5-9). De herstelhartslag (HH) wordt voornamelijk beschreven als een absolute waarde welke berekend wordt door de hartslag na 60 seconden rust af te trekken van de hartslag aan het eind van de inspanning (5, 7, 8, 10-16). De daling van de hartslag na activiteit wordt aangestuurd door het parasympatische systeem. Het sympathische systeem, het systeem dat onder andere de hartslag verhoogt tijdens inspanning, wordt geremd en de N. vagus wordt geactiveerd (18). De N. vagus scheidt acetylcholine af wat als neurotransmitter resulteert in een daling van de hartslag via werking op de sinoatriale knoop (SA-knoop) en atrioventriculaire knoop (AV-knoop). McDonald *et al.* (5) beschrijft dat een snellere daling van de hartslag een indicatie is voor optimale fitheid. Ook volgens Lamberts *et al.* (16) is de herstelhartslag een betrouwbare en simpele methode om de belastbaarheid van topsporters in te schatten.

Een gezonde man vertoont een daling van 25-30 slagen (10). Een getraind persoon heeft een hogere waarde voor de herstelhartslag (5-8, 10, 17). Een daling van meer dan 60 slagen na een minuut rust is voor topsporters geen abnormale waarde. Henríquez *et al.* (7) vond een relatie tussen het niveau van trainen en de herstelhartslag. Bij goed getrainde Jiu-Jitsu worstelaars werd een HRR-1 gevonden van 64.6 ± 4.1 slagen (gemiddelde \pm SD), bij normaal getrainde Jiu-Jitsu worstelaars werd een lagere HRR-1 (50.7 ± 3.6 slagen) gevonden. Lamberts *et al.* (13) heeft onderzocht dat een verhoogde herstelhartslag, wat dus een snellere daling van de hartslag betekent, een indicatie kan zijn voor acute vermoeidheid van een sporter en een verlaagde herstelhartslag, en dus een minder snelle daling van de hartslag, een indicatie kan zijn voor chronische vermoeidheid. Acute vermoeidheid wordt gezien als functionele vermoeidheid waarbij na een periode van effectieve rust de sporter super-compensatie, het herstelproces door laten lopen tot een hoger belastingsniveau dan voor de vermoeidheid, zal vertonen. Chronische vermoeidheid, ontstaan door te snel opeenvolgende belastingsprikkelers, is echter niet functioneel en leidt tot verslechterde prestaties.

Het gebruik van de herstelhartslag als parameter om de belastbaarheid van een sporter in te schatten is zeer specifiek en daarom afhankelijk van het soort test. Onderzoek toont namelijk een verschil aan tussen de herstelhartslag en het type training (14). Zo is, volgens Lamberts *et al.* (14) de herstelhartslag na een high intensity training (43 ± 8 slagen) groter dan de herstelhartslag na een duur training (35 ± 4 slagen), beiden uitgevoerd op een ergometer. De verklaring voor dit verschil in daling van de hartslag tijdens rust is volgens Lamberts *et al.* (14) en Buchheit *et al.* (6) toe te wijzen aan een verschil in intensiteit en tijdsduur van de test. Echter of de HRR-1 verhoogd of verlaagd is als gevolg van training is volgens Lamberts *et al.* (14) niet afhankelijk van de trainingmethode.

Maeder *et al.* (9) heeft beschreven dat de herstelhartslag zowel in absolute waarde als relatief na een fietstest (32 ± 14 vs 17 ± 8 slagen) significant hoger is dan na een test op de lopende band (27 ± 10 vs 15 ± 6 slagen) bij gezonde personen. Beide testen werden uitgevoerd op een zelfde hartslag en met een zelfde tijdsduur. Een verklaring voor het verschil in herstelhartslag tussen de test op de fiets en de test op de lopende band, geeft Maeder *et al.* (9) dat bij hardlopen meer spieren worden gebruikt, wat leidt tot een hogere zuurstof opname, dat leidt op zijn beurt weer tot een hoger hart minuut volume tijdens de inspanning. Dit heeft een hogere hartslag na een minuut herstel als gevolg en dus een lagere HRR-1, ondanks een zelfde hartslag tijdens de inspanning. De herstelhartslag zou daarnaast nog afhankelijk zijn van de lichaamspositie tijdens de rust (9).

Het testen van de belastbaarheid van een sporter aan de hand van de herstelhartslag is dus gevoelig voor verschillende omstandigheden. De herstelhartslag zou afhankelijk kunnen zijn van het soort activiteit, de intensiteit en de duur van de activiteit, het aantal spiergroepen dat gebruikt wordt tijdens de activiteit en van de lichaamspositie tijdens de rust (9, 14, 18).

Bij professionele shorttrack schaatsers wordt voor het bepalen van de belastbaarheid een submaximale fietstest toegepast welke deels gebaseerd is op een protocol van Lamberts *et al.* (13). De submaximale fietstest wordt door de shorttrackschaatsers uitgevoerd na één of meerdere rustdagen na een intensief trainingsblok. Naast de fietstest wordt er binnen drie dagen van de fietstest ook submaximaal getraind op het ijs. Deze training wordt uitgevoerd in relay vorm, een extensieve interval training waarbij de rustperiode vaak net iets langer is dan de inspanning zelf. Niet de shorttracktraining zelf maar de fietstest wordt momenteel gebruikt om de mate van herstel van de sporter in te schatten. De combinatie tussen het vermogen dat de schaatser tijdens de fietstest levert, de subjectief bepaalde RPE en de herstelhartslag wordt door de trainer gebruikt om een uitspraak te doen over de mate waarin de schaatser hersteld is van het intensieve trainingsblok. Deze uitspraak wordt gedaan door de testresultaten te vergelijken met de gemiddelde testresultaten van voorgaande testen. Wanneer de herstelhartslag 3 slagen of 6% lager is dan de voorgaande test zou dit een teken kunnen zijn voor vermoeidheid (19). Aan de hand van de uitkomsten van de submaximale fietstest vindt er individuele aanpassing aan het trainingsschema plaats. Naar aanleiding van de hierboven beschreven onderzoeken, waarin aangetoond werd dat de herstelhartslag beïnvloed wordt door onder andere het soort activiteit en de lichaamspositie in rust, rijst echter de vraag of de conclusie die na de fietstest wordt getrokken een valide conclusie is om de belastbaarheid tijdens een shorttracktraining in te schatten.

Het doel van dit onderzoek is om te bepalen of de conclusie die na de fietstest aan de hand van de herstelhartslag wordt getrokken hetzelfde is als de conclusie die na een shorttracktraining aan de hand van de herstelhartslag getrokken zou worden. Verwacht wordt dat de herstelhartslag na de

fietstest in absolute waarde zal verschillen van de herstelhartslag na een shorttracktraining omdat het een andere activiteit is dan schaatsen, waarbij andere spiergroepen gebruikt worden. Echter zal naar verwachting de herstelhartslag relatief gezien eenzelfde trend vertonen na zowel de fietstesten als na de shorttracktrainingen. Waardoor de conclusie die na de fietstest hetzelfde zou zijn als de conclusies die na de shorttracktraining getrokken zouden worden.

VOORONDERZOEK

Er is een literatuurstudie gedaan om meer inzicht te krijgen in het onderwerp van dit onderzoek. Zo is meer inzicht verkregen naar de toepassingen van het meten van de herstelhartslag in sporttesten. Tevens het onderzoek naar de ontwikkeling van de LSCT gelezen om meer kennis te verkrijgen over de toepassing en het interpreteren van de resultaten.

Naast het literatuuronderzoek is de data van de afgelopen twee jaar verzameld. De herstelhartslag tijdens alle fietstesten zijn op een rij gezet. Er zijn 6 personen waarvan over 2 seizoenen (2013-2014 en 2014-2015) data beschikbaar is. Daarnaast zijn er 6 personen waarvan de data van seizoen 2013-2014 beschikbaar is en 6 andere personen waarvan de data van seizoen 2014-2015 beschikbaar is. Of alle data van de fietstesten in combinatie met shorttracktrainingen gebruikt kunnen worden moet nog onderzocht worden. Het kan zijn dat een shorttracker niet schaatsste vanwege een blessure maar wel de fietstest kon doen. Ook zouden er meetfouten kunnen zijn tijdens een shorttracktraining of een fietstest. Omdat het dit een retrospectief onderzoek is (gebruik van data welke al verkregen is voordat het onderzoek gestart is) kan de oorzaak van foutjes in de data niet meer achterhaald worden.

Om de bruikbare data van de shorttracktrainingen te vinden is een lijst gemaakt met het type training dat een dag voor, tijdens of een dag na de fietstest uitgevoerd is. Er is gekozen, naar aanleiding van de vergaarde informatie uit de literatuurstudie, om voor een relay training te kiezen. De intensiteit en tijdsduur van de inspanning tijdens een relay training zou het meest overeenkomen met de intensiteit en tijdsduur van de fietstest. De relay is een trainingsvorm van extensief interval, wat betekent dat de inspanning submaximaal is. Waarbij de rust vaak twee of drie keer langer duurt dan de inspanning. De relay zelf duurt tussen de 10 en 40 minuten.

ANALYSE

Om tot een juiste en effectieve beantwoording van de hoofdvraag te komen zijn een aantal deelvragen geformuleerd.

Hoofdvraag: Is de conclusie die aan de hand van de herstelhartslag na de fietstest getrokken wordt, dezelfde als de conclusie die aan de hand van de herstelhartslag na een shorttracktraining getrokken wordt?

Wat betekent een verschil in herstelhartslag?

Welke omstandigheden beïnvloeden de herstelhartslag?

Welk van deze omstandigheden verschillen tijdens de fietstest en de shorttracktraining?

Tijdens welke shorttracktraining is het verschil tussen deze omstandigheden het kleinst?

METHODE

Het protocol van de fietstest is gebaseerd op het protocol van de Lamberts en Lambert Submaximal Cycling Test (LSCT) (19). De originele LSCT wordt uitgevoerd in drie blokken op een hartslag van 60% (blok 1), 80% (blok 2) en 90% (blok 3) van de maximale hartslag. De eerste twee blokken duren 6 minuten met daartussen 30 seconden rust. Het derde blok wordt direct na het tweede blok gestart en duurt 3 minuten. Aan het eind van de drie blokken wordt de sporter gevraagd om een minuut passieve rust te nemen. De hartslag en het vermogen worden continu geregistreerd, de RPE (rate of perceived exertion) 30 seconden voor het eind van ieder blok genoteerd wordt. De nationale shorttrackselectie heeft aan de LSCT een aanpassing gedaan welke volgens hen gunstiger zou zijn. Het eerste blok wordt door hen op 70% van de maximale hartslag gefietst en tussen alle drie de blokken zit één minuut actieve rust.

De hartslagdata van de fietstesten is verkregen door middel van een Suunto hartslagband. Tijdens de test is gefietst op een Wattbike® welke het vermogen, de tijd en de hartslag opslaat. Alle data is opgeslagen met een frequentie van één minuut. Dit brengt beperkingen met zich mee. Zo kan alleen naar de herstelhartslag aan het eind van de test gebruikt worden (de hartslag na één minuut rust is genoteerd). De herstelhartslag is bepaald doordat de sporter aan het eind van de minuut zijn hartslag doorgeeft, deze wordt van de gemiddelde hartslag (de hartslag zal tijdens de laatste 2 minuten inspanning weinig variëren vanwege de steady state die de persoon bereikt) van de laatste minuut inspanning afgehaald.

De fietstest is eens in de maand uitgevoerd na één of meerdere rustdagen na een intensief trainingsblok. Tijdens een intensief trainingsblok hebben de shorttrackers minimaal een week, met een opbouw van 2 weken, op hoge frequentie en met veel omvang getraind. De week die volgt is een herstel week waarin enkele dagen rust gevolgd wordt door trainingen met een lage intensiteit. In deze week wordt de fietstest uitgevoerd.

Tijdens de shorttracktrainingen is de hartslag gemeten met behulp van de Zephyr BioHarness™3. De ECG sensor (de sensor welke de hartslag meet) samplefrequentie is 250Hz en de accuraatheid zou 95% zijn, wat neerkomt op ± 3 slagen per minuut (20). De shorttracktraining waarvan de data geanalyseerd wordt is van de dag voor, op of na de datum waarop de fietstest is uitgevoerd. Er zal, zoals beschreven in het vooronderzoek, gekeken worden naar een relay training. Via het programma OmniSense analysis zal de juiste hartslagdata naar excel geëxporteerd worden. Omdat het een retrospectief onderzoek is, is niet exact terug te halen wanneer de schaatser zijn activiteit stopte en met de rust begon. Aangenomen wordt dat de hoogst behaalde hartslag het eind van de activiteit weergeeft. Vanaf daar zal de hersteltijd in gaan. In Excel zal de herstelhartslag berekend worden. De relay training waarvan de hartslag het dichtstbij de hartslag tijdens de fietstest zit, zal gebruikt worden.

Een statistisch verband tussen de herstelhartslag tijdens de fietstest en de shorttracktraining zal gezocht worden door met behulp van een ANOVA test in het programma SPSS.

REFERENTIES

1. Bentley DJ, McNaughton LR, Thompson D, Vleck VE, Batterham AM. Peak power output, the lactate threshold, and time trial performance in cyclists. *Medicine and Science in Sports and exercise*. 2001;33(12):2077-81.
2. Åstrand P-O, Ryhming I. A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. *Journal of applied physiology*. 1954;7(2):218-21.
3. Cooper KH. A means of assessing maximal oxygen intake: correlation between field and treadmill testing. *Jama*. 1968;203(3):201-4.
4. Lucia A, Hoyos J, Perez M, Santalla A, Earnest CP, Chicharro J. Which laboratory variable is related with time trial performance time in the Tour de France? *British journal of sports medicine*. 2004;38(5):636-40.
5. McDonald KG, Grote S, Shoepe TC. Effect of Training Mode on Post-Exercise Heart Rate Recovery of Trained Cyclists. *Journal of human kinetics*. 2014;41(1):43-9.
6. Buchheit M, Papelier Y, Laursen PB, Ahmaidi S. Noninvasive assessment of cardiac parasympathetic function: postexercise heart rate recovery or heart rate variability? *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*. 2007;293(1):H8-H10.
7. Henríquez OC, San Martín EB, Von Oetinger A, Cañas JR, Ramírez CR. Autonomic control of heart rate after exercise in trained wrestlers. *Biology of sport*. 2013;30(2):111.
8. Lamberts RP, Lemmink KA, Durandt JJ, Lambert MI. Variation in heart rate during submaximal exercise: implications for monitoring training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2004;18(3):641-5.
9. Maeder MT, Ammann P, Rickli H, Brunner-La Rocca HP. Impact of the exercise mode on heart rate recovery after maximal exercise. *European journal of applied physiology*. 2009;105(2):247-55.
10. Heffernan KS, Fahs CA, Shinsako KK, Jae SY, Fernhall B. Heart rate recovery and heart rate complexity following resistance exercise training and detraining in young men. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*. 2007;293(5):H3180-H6.
11. Shetler K, Marcus R, Froelicher VF, Vora S, Kalisetti D, Prakash M, et al. Heart rate recovery: validation and methodologic issues. *Journal of the American College of Cardiology*. 2001;38(7):1980-7.
12. Lamberts RP, Lambert MI. Day-to-day variation in heart rate at different levels of submaximal exertion: implications for monitoring training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2009;23(3):1005-10.
13. Lamberts RP, Swart J, Noakes TD, Lambert MI. A novel submaximal cycle test to monitor fatigue and predict cycling performance. *British journal of sports medicine*. 2011;45(10):797-804.
14. Lamberts RP, Swart J, Noakes TD, Lambert MI. Changes in heart rate recovery after high-intensity training in well-trained cyclists. *European journal of applied physiology*. 2009;105(5):705-13.
15. Lamberts RP, Swart J, Woolrich RW, Noakes TD, Lambert MI. Measurement error associated with performance testing in well-trained cyclists: application to the precision of monitoring changes in training status: original research article. *International SportMed Journal*. 2009;10(1):33-44.
16. Lamberts R, Swart J, Capostagno B, Noakes T, Lambert M. Heart rate recovery as a guide to monitor fatigue and predict changes in performance parameters. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2010;20(3):449-57.
17. Otsuki T, Maeda S, Iemitsu M, Saito Y, Tanimura Y, Sugawara J, et al. Postexercise heart rate recovery accelerates in strength-trained athletes. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(2):365-70.
18. Imai K, Sato H, Hori M, Kusuoka H, Ozaki H, Yokoyama H, et al. Vagally mediated heart rate recovery after exercise is accelerated in athletes but blunted in patients with chronic heart failure. *Journal of the American College of Cardiology*. 1994;24(6):1529-35.
19. Lamberts RP. The development of an evidenced-based submaximal cycle test designed to monitor and predict cycling performance: the Lamberts and Lambert submaximal cycle test (LSCT). 2009.
20. BioHarness 3.0 User Manual. 2012.

21. Burgerhout WG, Mook GA, Morree Jd, Zijlstra WG. Fysiologie, Leerboek voor paramedische opleidingen. Elsevier Gezondheidszorg, Maarssen. 2006.
22. Morree Jd, Jongert MWA, Poel Gvd. Inspanningsfysiologie oefentherapie en training. Bohn Stafleu van Loghum, Houten. 2006.

BIJLAGE

Planning:

Vanwege topsport zal de planning wat afwijken van de reguliere planning. De grote afstand tot school, het drukke trainingsprogramma en de trainingskampen in het buitenland maken het onmogelijk om iedere week 40 uur aan de scriptie te werken. De periodes dat ik in Heerenveen train zijn over het algemeen periodes waar ik meer tijd heb om aan mijn scriptie te werken. Tussen de trainingen door kan ik gemiddeld zo'n twee á drie uur per dag vrij maken voor de studie. Ook in het weekend of op feestdagen werk ik, naast de trainingen die ik dan heb, aan mijn studie. Tijdens trainingskampen is het moeilijk in te schatten hoeveel tijd ik vrij kan maken voor school. De reistijd tot de ijsbaan of de, soms rare, trainings- en eettijden kunnen het aantal studie uren beperken. Hieronder de planning met daarin ook de trainingskampen aangegeven.

Taak↓	Week→	48-7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
	Begin datum→	24-11-14	2-2-15	9-2-15	16-2-15	23-2-15	2-3-15	9-3-15	16-3-15	23-3-15	30-3-15	6-4-15	13-4-15	20-4-15	27-4-15	4-5-15	11-5-15	18-5-15	25-5-15	1-6-15	8-6-15	15-6-15	
Artikel																							
Opstellen concept projectplan																							
Literatuur onderzoek																							
Inleiding																							
Projectplan																							
Bronnen met behulp van EndNote invoeren in inleiding																							
Projectplan presentatie																							
Data verwerking																							
Herstelhartslagen fietstest																							
Herstelhartslagen ijstrainingen																							
Alle herstelhartslagen fietstest en ijstraining in één excel bestand																							
SPSS dataverwerking																							
Methode																							
Resultaten																							
Discussie																							
Abstract																							
Inleveren definitief afstudeerwerk																							
	Trainingskamp	Trainen	Vakantie	Vrij																			

Persoonlijke leerdoelen:

Onderzoek:

Een uitgebreid literatuuronderzoek verrichten op basis van wetenschappelijke artikelen.

Dataverwerking:

Een handigheid krijgen in dataverwerking met behulp van SPSS.

Netwerken:

Het leren aanspreken van mijn netwerk en deze eventueel vergroten. Voornamelijk tijdens de oriëntatie van het onderwerp zal via contact met Zephyr bekend moeten worden wat de mogelijkheden zijn met dat product. Tevens zal tijdens de gehele afstudeerperiode een netwerk van verschillende personen belangrijk zijn voor het vergaren van informatie. Via mijn netwerk zal ik aan de bestaande datagegevens moeten komen.

III. REFLECTIEVERSLAG

Competentie: Onderzoek.

Leerdoel: Een uitgebreid literatuuronderzoek verrichten op basis van wetenschappelijke artikelen.

Evaluatie leerdoel: Dit afstudeeronderzoek heeft mij, gedurende de beginfase, geleerd hoe ik effectief een literatuuronderzoek kan uitvoeren. Mijn Engelse woordenschat is vergroot en ik heb geleerd om de belangrijke informatie te filteren uit een artikel. Het gebruik van de referenties om weer nieuwe interessante artikelen te verkrijgen was voor mij erg nuttig. Daarnaast heb ik geleerd hoe ik de vergaarde informatie kan verwerken in mijn inleiding en wat de juiste manier van refereren is. De aanbeveling van oud klasgenoten om het programma EndNote hierbij te gebruiken vond ik er handig. Dit programma werkt erg effectief en het aanpassen van de referenties gaat automatisch waardoor de kans op foutieve referenties aanzienlijk kleiner is.

Competentie: Dataverwerking.

Leerdoel: Een handigheid krijgen in dataverwerking met behulp van SPSS.

Evaluatie leerdoel: Voordat ik aan mijn afstudeeronderzoek begon had ik nog geen enkele ervaring met statistiek. Tijdens het lezen van artikelen heb ik al enige informatie opgedaan. Het aandachtig lezen van de methode, waarin de beschrijving van de door hun gebruikte statistische test staat, heeft mij enige kennis gegeven van statistiek. Daarnaast ben ik door mijn eerste begeleidster, oud klasgenoten en kennissen op weg geholpen met het gebruik van het programma SPSS. Vervolgens ben ik zelf gaan experimenteren en nogmaals artikelen gaan lezen. Op die manier heb ik genoeg kennis kunnen vergaren om mijn onderzoek in SPSS te kunnen uitvoeren. Ik ben erg blij met mijn ontwikkeling op dit gebied. Het zelf ontdekken welke test ik het best kon gebruiken in SPSS gaf mij voldoening. Daarnaast heb ik gemerkt dat ik de werking van het programma mij snel eigen maak.

Competentie: Netwerken.

Leerdoel: Het leren aanspreken van mijn netwerk en deze eventueel vergroten. Voornamelijk tijdens de oriëntatie van het onderwerp zal via contact met Zephyr bekend moeten worden wat de mogelijkheden zijn met dat product. Tevens zal tijdens de gehele afstudeerperiode een netwerk van verschillende personen belangrijk zijn voor het vergaren van informatie. Via mijn netwerk zal ik aan de bestaande datagegevens moeten komen.

Evaluatie leerdoel: Zoals ik in de evaluatie van mijn vorige leerdoel al heb beschreven, heb ik voor het leren werken met SPSS mijn netwerk moeten aanspreken. Daarnaast heb ik tijdens de oriëntatie naar mijn afstudeeronderwerp om de tafel gezeten met mensen van het NOC*NSF en met Zephyr. Dit netwerk heb ik gedurende het onderzoek alleen niet meer nodig gehad. Ik heb alleen helaas geen nieuw netwerk kunnen opbouwen tijdens deze afstudeeropdracht.