

Topsporters passen steeds vaker 'repeated sprint training in hypoxia' (RSH) toe. Bij deze trainingmethode worden herhaaldelijk maximale inspanningen geleverd, met korte herstelperiodes, in een omgeving met minder zuurstof. Vaak verblijven sporters op zeeniveau en trainen ze op hoogte of in een hoogtekamer. Sinds een aantal jaren is er ook een andere vorm van RSH populair waarbij sporters hun adem inhouden, namelijk vrijwillige hypoventilatie.

Herhaald sprinten met minder zuurstof

Stand van zaken en praktische toepassing

Nikki Kolman

In dit artikel beschrijven we de huidige stand van zaken over RSH, inclusief effectiviteit, werkingsmechanisme, praktische toepassing en kritiepunten.

Trainen op hoogte

Veel duursporters, bijvoorbeeld wielrenners in aanloop naar een grote wielronde, bereiden zich met een trainingsstage op hoogte voor op belangrijke wedstrijden. Zij doen dit vanwege de voordelige effecten van hypoxie - een tekort aan zuurstof.

Hypoxie zorgt op de lange termijn voor gunstige aanpassingen in het lichaam, waaronder een toename van de hemoglobinemassa in het bloed en een efficiënter zuurstofverbruik in de spieren.¹ Hierdoor verbeteren sporters mogelijk hun uithoudingsvermogen en hun prestaties.

Ook voor teamsporters

Niet alleen duursporters, maar ook teamsporters kunnen baat hebben bij training in een zuurstofarme omgeving. De zogeheten 'repeated sprint training in hypoxia' (RSH), waarbij in een zuurstofarme omgeving maximale inspanningen van korte duur (≤ 30 seconden) worden herhaald met korte, onvolledige herstelperiodes (≤ 60 seconden), wint aan populariteit.² Door het gebruik van een hoogtekamer is het voor topsporters relatief eenvoudig om deze trainingvorm toe te passen. Een hoogtekamer simuleert een omgeving met verminderde zuurstofconcentraties, vergelijkbaar met trainen op hoogte, maar in een gecontroleerde omgeving.

Effect op sportprestaties

Verschillende soorten sporters kunnen baat hebben bij RSH. Zo

RSH heeft onder meer bij teamsporten als rugby, voetbal en hockey tot betere prestaties geleid.



Foto: Rob Pauel

heeft de trainingmethode tot betere prestaties geleid in teamsporten als rugby, voetbal en hockey, duursporten als wielrennen en hardlopen, racketsporten als tennis en vechtsporten als jiu-jitsu.²

Prestatieverbetering treedt op bij zowel amateurs als goed getrainde topsporters. Na RSH zijn sporters tijdens herhaalde sprints beter bestand tegen vermoeidheid en laten ze minder verval in prestaties zien. Zo verbetert de herhaalde sprintprestatie (hogere gemiddelde sprintsnelheid of meer vermogen) meer dan bij het uitvoeren van dezelfde training zonder hypoxie.³ Ook kunnen sporters meer sprints doen totdat ze niet meer kunnen.²

Omdat onderzoekers naar verschillende aspecten van de prestatie hebben gekeken, is de grootte van de prestatieverbetering op basis van de literatuur moeilijk te bepalen, maar deze kan voor het gemiddelde vermogen bijvoorbeeld oplopen tot 12 procent.³ Hoe lang de prestatieverbetering aanhoudt is niet precies bekend, maar dit ligt waarschijnlijk tussen de drie en vijf weken.^{4,5} Hoewel RSH voornamelijk is onderzocht voor prestaties waarbij met name de benen worden gebruikt, zoals hardlopen en fietsen, zijn er aanwijzingen dat het ook effectief kan zijn voor het bovenlichaam.⁶ Dit is bijvoorbeeld gunstig voor rugbyspelers en (ijs)hockeyers die herhaaldelijk acties moeten uitvoeren met hun bovenlichaam.

Werkingsmechanisme

Wanneer sporters trainen in een omgeving met een laag zuurstofniveau, veroorzaakt het gebrek aan zuurstof verschillende fysiologische aanpassingsreacties.² Een van de belangrijkste mechanismen die tijdens RSH een rol spelen, is vaatverwijding. Dit betekent dat de bloedvaten in de spieren uitzetten om meer bloed door te laten, wat zorgt voor een verbeterde bloedstroom naar de actieve spieren tijdens de training.

| | |
|------------------------|---|
| frequentie | 2-3 sessies per week |
| periodisering | blokken van 2-5 weken |
| duur | ca. 60 minuten (inclusief warming-up en cooling-down) |
| vorm | sportspecifiek (hardlopen/loopband, fietsergometer, etc.) |
| intensiteit | (supra)maximaal / 'all-out' |
| programma | 3-4 sets van 4-7 herhalingen x 4-15s interval |
| inspanning:herstel | 1:2 tot 1:5 |
| herstel tussen sprints | passief, ≤ 30 sec |
| rust tussen sets | passief, 3-5 min |

Tabel 1 | Aanbevelingen voor praktische toepassing van RSH.⁴

Vrijwillige hypoventilatie

Naast een hoogtestage of trainen in een hoogtekamer is er nog een andere vorm van herhaalde sprinttraining in zuurstofarme omstandigheden, namelijk vrijwillige hypoventilatie bij een laag longvolume.² Hierbij moeten sporters vlak voor het begin van de sprints normaal uitademen en vervolgens tot het einde van de sprint hun adem inhouden. Dit leidt eveneens tot een daling van het zuurstofgehalte in het bloed^{9,10}, waardoor het lichaam - net zoals op hoogtestage of in een hoogtekamer - compenseert voor het lagere zuurstofgehalte. Bij vrijwillige hypoventilatie is de zogeheten hypoxische prikkel wel minder sterk, omdat sporters tussen de sprints normaal ademhalen, waarbij het zuurstofgehalte in het bloed weer stijgt.¹⁰

Effect op de sportprestatie

Na een trainingsperiode van twee tot vier weken konden goedgetrainde zwemmers en rugbyers vaker sprinten totdat ze niet meer konden.^{10,11} Wielrenners en ijshockeyers verbeterden hun gemiddelde vermogen en snelheid na respectievelijk drie en vijf weken trainen met vrijwillige hypoventilatie.^{12,13} Ook waren ze beter bestand tegen vermoeidheid. Bovendien verbeterden de wielrenners hun anaerobe prestatievermogen, aangezien ze meer arbeid konden leveren tijdens een 30-seconden Wingatetest.¹³

Werkingsmechanisme

Deze verbeteringen ontstaan waarschijnlijk door een verbeterde zuurstofvoorziening van de spieren, efficiëntere methoden voor het activeren van de spieren en een betere regulatie van kalium, wat de ontwikkeling van spiervermoeidheid, vooral in snelle spiervezels, helpt verminderen.¹⁴ Dit verbetert namelijk 1) de aanvulling van creatinefosfaat, dat in de spieren energie levert voor korte, zeer intensieve inspanningen en 2) het verwijderen van afvalstoffen. Andere fysiologische aanpassingen, zoals een betere buffercapaciteit voor lactaat, spelen mogelijk ook een rol bij de verbeterde (herhaalde) sprintprestatie.¹⁰

Praktische toepassing

Sporters kunnen een vergelijkbaar protocol volgen zoals beschreven onder het kopje praktische toepassing. Het onderzoek naar vrijwillige hypoventilatie gebruikt meestal (semi)actief herstel in plaats van passief herstel. Het is dus ook mogelijk om te kiezen voor een herstelvorm waarbij sporters rustig wandelen/fietsen tussen de sprints, terwijl ze normaal ademhalen. Tot slot is het verstandig dat sporters eerst oefenen met vrijwillige hypoventilatie alvorens te starten met een trainingsprogramma.

Hoe lager het zuurstofgehalte in het bloed, des te groter de bloedstroom naar de spieren.

Na een periode van RSH zou de herhaalde sprintprestatie verbeteren door een verbeterde doorbloeding en hogere zuurstofvoorziening van de spieren. Ook zijn er specifieke aanpassingen in het spierweefsel die optreden als reactie op de lage zuurstofniveaus. Hoewel veel van de onderliggende mechanismen nog hypothetisch zijn, lijkt het te gaan om aanpassingen in de spiervezelgrootte, hogere energieproductie en verbeteringen in het herstel van de energievoorraden in de spieren.²

Praktische toepassing

Hoewel sporters RSH kunnen toepassen op hoogte, gebruiken de meeste sporters een hoogtekamer. Dit is een vorm van normobare hypoxie waarbij de omgevingsdruk op zeeniveau wordt gehandhaafd, terwijl de zuurstofconcentratie wordt verlaagd tot een niveau dat overeenkomt met een bepaalde hoogte boven zeeniveau. Onderzoekers hanteren vaak een zuurstofniveau van 14,5 procent, wat gelijk staat aan een hoogte van ongeveer 3000 meter boven zeeniveau.⁷ Hoewel het niet bekend is welke gesimuleerde hoogte tot de meeste prestatieverbetering leidt⁷, lijkt een hoogte van minimaal 1500 meter net zo effectief als een hoogte van 2100 of 3200 meter.⁸ In tabel 1 staan enkele suggesties

voor de praktische toepassing van RSH.⁴ Het is bij de invulling van deze trainingmethode raadzaam om steeds te blijven kijken naar het individu. Dit geldt bijvoorbeeld voor de verhouding tussen inspanning en rust, waarbij de rusttijd tussen de sprints net voldoende moet zijn om sporters hun (supra)maximale snelheid te laten bereiken. De rusttijd moet echter niet te lang zijn, omdat dit zorgt voor een lagere trainingsprikkel. In een trainingsprogramma kan de inspanningsduur per sessie worden verhoogd, bijvoorbeeld van vier herhalingen per set in week 1 naar zeven herhalingen per set in week 4.

Kritiekpunten

Een van de voornaamste kritiekpunten op (het onderzoek naar) RSH is dat sporters zich bewust zijn van de interventie; ze ervaren immers wel of ze sprinten onder zuurstofarme omstandigheden. Hierdoor bestaat de mogelijkheid dat prestatieverbeteringen (deels) zijn toe te schrijven aan het placebo-effect. Een ander kritiekpunt is de onduidelijkheid over het werkingsmechanisme. Ook zijn de langetermijneffecten nog onbekend, wat vragen oproept over

hoe lang de prestatieverbetering aanhoudt na het stoppen van een trainingsprogramma. Het is nog onbekend of de onderzoeksresultaten zich vertalen naar betere prestaties in de praktijk, en of vrouwen dezelfde voordelen ervaren als mannen. Tot slot is het optimale trainingsprotocol voor RSH vooralsnog onduidelijk. Een langer trainingsprogramma leidt bijvoorbeeld niet direct tot betere prestaties dan een korter programma.¹² Ook het toevoegen van extra prikkels aan RSH, zoals hitte, is nog onvoldoende onderzocht. Dit heeft echter wel potentie om de sprintprestatie in een sessie te verbeteren en daarmee de herhaalde sprintprestatie.¹⁵

Conclusie

Hoewel er kritiekpunten zijn met betrekking tot het werkingsmechanisme en de toepassing van RSH, heeft deze trainingvorm potentie om de herhaalde sprintprestatie van sporters te verbeteren. Met aandacht voor het individu in het trainingsprotocol kan RSH een waardevolle toevoeging zijn in het trainingsprogramma voor verschillende soorten sporters.

Over de auteur

Nikki Kolman studeerde bewegingswetenschappen aan de Rijksuniversiteit Groningen en promoveerde op diezelfde universiteit met een proefschrift over talentontwikkeling in het tennis. Sinds 2018 werkt ze bij Topsport Topics, onderdeel van het Kenniscentrum Sport & Bewegen (www.topsporttopics.nl).

1. Maas E (2021). <https://www.topsporttopics.nl/sportwetenschap/factsheet/factsheet-hoogtetraining/>

2. Millet GP et al. (2019). Repeated sprint training in hypoxia - an innovative method. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 2019/5, 115-122.

3. Brocherie F et al. (2017). Effects of repeated-sprint training in hypoxia on sea-level performance: a meta-analysis. *Sports Medicine*, 47 (8), 1651-1660.

4. Brocherie F et al. (2015). "Live High-Train Low and High" hypoxic training improves team-sport performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 47 (10), 2140-2149.

5. Deguire S, Billaut F & Bleuzen F (2023). Time decay in the performance benefits from repeated-sprint training in hypoxia in world-class short-track speed skaters. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 18 (7), 711-717.

6. Beard A et al. (2019). Upper-body repeated-sprint training in hypoxia in international rugby union players. *European Journal of Sport Science*, 19 (9), 1175-1183.

7. Brocherie F & Timon R (2022). Editorial: Long-term effects of hypoxic conditioning on sports performance, health and well-being. *Frontiers in Physiology*, 13, 1112754.

8. Gutknecht AP et al. (2022). Maximizing anaerobic performance with repeated-sprint training in hypoxia: In search of an optimal altitude based on pulse oxygen saturation monitoring. *Frontiers in Physiology*, 13, 1010086.

9. Woorons X et al. (2011). Cardiovascular responses during hypoventilation at exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 32 (6), 438-445.

10. Trincat L, Woorons X & Millet GP (2017). Repeated-sprint training in hypoxia induced by voluntary hypoventilation in swimming. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12 (3), 329-335.

11. Fornasier-Santos C, Millet GP & Woorons X (2018). Repeated-sprint training in hypoxia induced by voluntary hypoventilation improves running repeated-sprint ability in rugby players. *European Journal of Sport Science*, 18 (4), 504-512.

12. Brocherie F et al. (2023). Effects of repeated-sprint training in hypoxia induced by voluntary hypoventilation on performance during ice hockey off-season. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 18 (2), 446-452.

13. Woorons X, Millet GP & Mucci P (2019). Physiological adaptations to repeated sprint training in hypoxia induced by voluntary hypoventilation at low lung volume. *European Journal of Applied Physiology*, 119 (9), 1959-1970.

14. Lapointe J et al. (2020). Impact of hypoventilation training on muscle oxygenation, myoelectrical changes, systemic [K⁺], and repeated-sprint ability in basketball players. *Frontiers in Sports and Active Living*, 2, 29.

15. Dennis MC et al. (2023). Repeated-sprint training in heat and hypoxia: Acute responses to manipulating exercise-to-rest ratio. *European Journal of Sport Science*, 23 (7), 1175-1185.