

**Sneller, hoger en sterker: het zijn de beloofde opbrengsten van goed trainen. Maar wat als je lichaam ogenschijnlijk amper reageert op fysiologische prikkels en je niet vooruitgaat door een trainingsprogramma?**

## Trainen zonder resultaat?

### Non-responders onder de loep

---

#### Jurgen van Teeffelen

*Sportgericht* zet de wetenschappelijke feiten over zogeheten *non-responders* op een rij en hoorde van twee coaches hoe zij met deze sporters omgaan.

#### Lastpakken

Ze zijn vaak de 'lastpakken' voor een onderzoeker die op zoek is naar snelle resultaten en een simpele statistische analyse: proefpersonen die niet, of zelfs tegendraads, reageren op de onderzochte interventie. Deze non-responders worden regelmatig aangetroffen in experimentele studies naar (genees)middelen of bijvoorbeeld het effect van een hoogtestage op de fysieke prestatie.

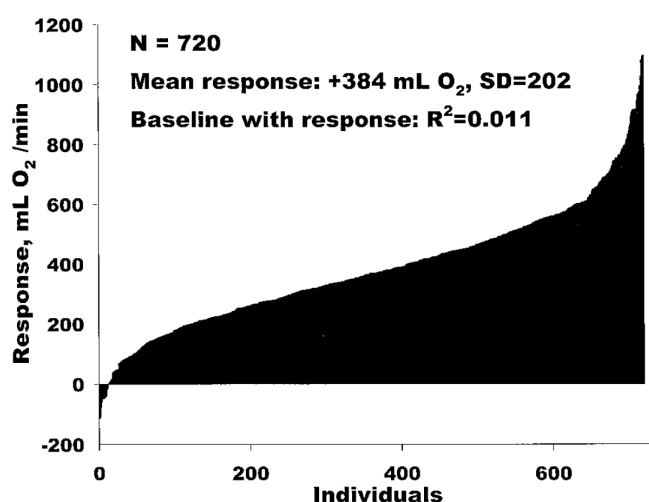
Maar ook als het gaat om vormen van sport en bewegen in de alledaagse praktijk, zijn er mensen bij wie een trainingsprogramma niet lijkt aan te slaan. Dit was één van de belangrijke conclusies uit de HERITAGE *family study* die aan het einde van de vorige eeuw in vijf Amerikaanse en Canadese onderzoekscentra werd uitgevoerd.<sup>1</sup> Ruim 700 leden van in totaal 130 families, die gezond waren maar weinig aan sport deden, werden twintig weken lang onder begeleiding aan een gestandaardiseerd en progressief fietsprogramma van in totaal zestig trainingen onderworpen. De effecten op hun gezondheid werden aan de hand van een batterij aan parameters bepaald. Weliswaar vielen de trainingseffecten gemiddeld genomen positief uit, maar hoofdonderzoeker

Claude Bouchard merkte een enorme variatie tussen de deelnemers op en constateerde tevens, dat sommige deelnemers ogenschijnlijk nul profijt van de training hadden.<sup>2</sup>

#### Zuurstofopname

Neem bijvoorbeeld de maximale zuurstofopname ( $VO_2\max$ ) die voor aanvang van het trainingsprogramma en na afloop gemeten werd. De gemiddelde toename na twintig weken was 384 ml, maar vertoonde wel een flinke standaarddeviatie van 202 ml. Inzoomend op de individuele responsen (zie figuur 1) lag het bereik tussen 0 (of zelfs ietsjes negatief, een verslechtering dus) aan de ene kant en een enorme verbetering van meer dan 1000 ml aan de andere kant. Volgens Bouchard was deze bevinding in lijn met eerdere studies, die een grote variatie in het effect van een trainingsprogramma op de  $VO_2\max$  hadden gerapporteerd bij verschillende groepen proefpersonen: jongvolwassenen en ouderen, mannen en vrouwen.<sup>2</sup>

In zijn eigen studie verklaarden het geslacht en de leeftijd van de deelnemers slechts voor respectievelijk 5,4% en 4,0% waarom het trainingsprogramma in de ene persoon wel een ruime toename van de  $VO_2\max$  veroorzaakte, maar bij een ander veel minder aansloeg. Ook het ras van de proefpersonen bleek in deze studie niet uit te maken: slechts 1% van de



**Figuur 1** | De individuele toename van de  $VO_2\text{max}$  (ml, y-as) voor alle 720 deelnemers (x-as) aan de trainingsstudie van Bouchard & Rankinen.<sup>2</sup>

variatie had te maken met het hebben van een Kaukasische of Afro-Amerikaanse achtergrond. Eenzelfde minimale bijdrage van 1% had ook de *baseline* van de  $VO_2\text{max}$  aan het begin van de studie. Met andere woorden: of de deelnemer wel of niet gezegend was met een van nature hoge  $VO_2\text{max}$  had geen enkele voorspellende waarde voor de respons van die persoon op twintig weken training.<sup>2</sup> Wat verklaarde de verschillen in respons dan wel? In ieder geval uit welke familie de persoon kwam. De variatie in de verandering van de  $VO_2\text{max}$  binnen één familie bleek namelijk 2,5 keer kleiner te zijn dan die tussen families; volgens de voorzichtigste modelschatting werd de trainingsrespons voor 47% erfelijk bepaald, waarvan 28% vanuit de kant van de moeder.<sup>3</sup>

### Consensus

Dat er een grote variatie bestaat in de reactie van de  $VO_2\text{max}$  op een beweegprogramma is inmiddels bevestigd in verschillende andere onderzoeken. In 2017 kwam een internationale groep onderzoekers in Baton Rouge (VS) bijeen om de

diverse onderzoeksresultaten op een rij te zetten in een *consensus statement*.<sup>4</sup> Hun conclusie: ongeacht 1) de precieze lengte van het totale trainingsprogramma (van twintig weken tot twaalf maanden), 2) de frequentie, duur en intensiteit van de trainingen en 3) om welke groep proefpersonen het gaat, bestaan er mensen die amper lijken te reageren op een vaststaande 'dosis' inspanning, zelfs wanneer deze onder professionele begeleiding geleverd wordt. In het geval van een programma dat gebaseerd is op de algemene beweegrichtlijnen gaat het hierbij om zo'n één op de vijf mensen, die dus als non-responder kunnen worden gezien.<sup>5</sup>

### Uitkomstmaat

Dit geldt niet alleen wanneer de  $VO_2\text{max}$  als uitkomstmaat wordt genomen. Ook in andere parameters die in de HERITAGE studie werden gemeten zag Bouchard het patroon terug van 1) een grote spreiding in trainingseffecten en 2) een subgroep waarin aanpassing van het lichaam uitbleef, of zelfs de verkeerde kant opging. Bijvoorbeeld in de reactie van

de hartslagfrequentie en de bloeddruk op submaximale inspanning, of de *baseline* cholesterolspiegels in het bloed.<sup>2</sup>

Ook bij andere vormen van training komen onderzoekers tussen hun proefpersonen geregeld non-responders tegen. Zo bleek uit een recente analyse<sup>6</sup> van vijf studies, waarin in totaal 63 jongvolwassenen een verscheidenheid aan sprint- en intervaltrainingen hadden afgewerkt, dat:

- bij 22% van hen de zuurstofopname niet veranderde;
- bij de helft de lactaatsdrempel ongewijzigd bleef;
- bij 44% de prestatie op een inspanningstest niet verbeterde.

Ook toonde een Finse studie<sup>7</sup> onder ruim 200 mannen en vrouwen (19-78 jaar) die een krachttrainingsprogramma hadden gevolgd, dat respectievelijk 29% en 7% van de deelnemers niet méér spiermassa of spierkracht had opgebouwd.

### Breder kijken

Een non-responder volgens de ene uitkomstmaat kan overigens wel positief reageren volgens een andere uitkomstmaat. In een studie<sup>8</sup> van de Universiteit Maastricht van enkele jaren geleden lieten de onderzoekers een grote groep 65-plussers twaalf weken aan krachttraining doen. Ze beoordeelden het effect daarvan op:

- de vetvrije massa van de proefpersonen;
- de dikte van de spiervezels in een bovenbeenspier;
- de maximale spierkracht in de benen;
- de snelheid waarmee de proefpersonen omhoog konden komen uit een stoel.

Op het eerste gezicht gingen de gemeten scores alle kanten op, waaronder de verkeerde. Zo wist bijvoorbeeld 26% van de deelnemers na het programma niet sneller op te staan uit de stoel. Maar de onderzoekers zagen ook dat alle deelnemers na de training op minimaal één van de vier metingen beter wisten te scoren.

Vooral bij de maximale spierkracht was het beeld helder: bij slechts 2 van de 110 proefpersonen was die *niet* toegenomen. Voor de onderzoekers was dit een duidelijke aanwijzing dat er in de groep 65-plussers eigenlijk geen echte non-responders bestaan voor het krachttrainingsprogramma dat zij voorschreven. Des te meer nog omdat een verdubbeling van de duur van het programma naar 24 weken voor een verbetering bij meer deelnemers op meer metingen zorgde. Zo was het percentage senioren dat na de verlengde trainingsperiode niet sneller uit de stoel wist op te staan nog maar 6% en was er nog maar één persoon die het niet lukte om met de benen meer kracht te leveren.<sup>8</sup>

**Kracht en duur**

De onderzoeksresultaten weerspiegelen de complexiteit aan prikkels die fysieke activiteit en training op het menselijk lichaam veroorzaken, met effecten op bijna ieder weefsel en orgaan en de aanmaak van talloze hormonen en signaalstoffen. Een tendens lijkt te zijn, dat een non-

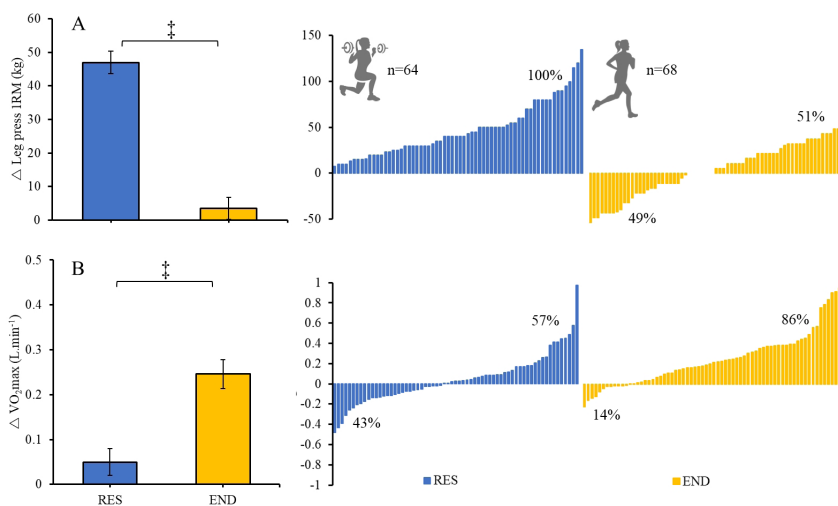
responder op duurtraining juist beter reageert op krachttraining, en omgekeerd. Finse onderzoekers<sup>9</sup> schotelde een groep van 73 mensen zowel een duur- als een krachttrainingsprogramma voor, gebaseerd op de richtlijnen van het *American College of Sports Medicine*. De beide programma's duurde twee weken, waarbij er vijf dagen per week werd getraind. Tussen de beide programma's was er een rustperiode van twee maanden. Men zag dat degenen die er tijdens de duurtraining wat betreft hun VO<sub>2</sub>max amper op vooruit gingen, juist meer baat bij de krachttraining hadden. Door de training in een andere vorm te gieten, kan een ogenschijnlijke non-responder dus toch profiteren van een programma.

Deze oplossing komt ook naar voren uit een dit jaar gepubliceerde Australische studie<sup>10</sup>, waarin de gecompliceerde wisselwerking tussen kracht- versus duurtraining op spierontwikkeling en uithoudingsvermogen werd onderzocht. De onderzoekers lieten 34 tweelingen ieder tweemaal een trainingsprogramma

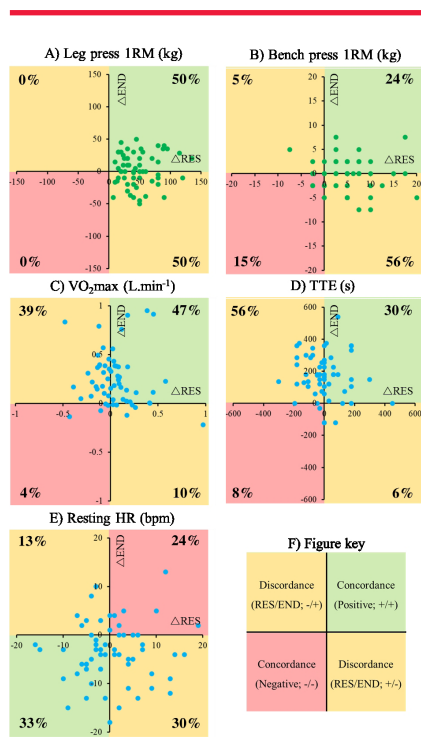
van drie maanden volgen, gericht op hetzij een toename van hun kracht (krachttraining), hetzij een verbetering van hun cardiovasculaire fitheid (duurtraining). De trainingsintensiteit was netjes afgestemd op hun spierkracht en uithoudingsvermogen voorafgaand aan de trainingsperiode. Tussen de beide trainingsperioden was er een washout periode van drie maanden, waarin de proefpersonen voornamelijk rust kregen. Er namen zowel een-eiige als twee-eiige tweelingen deel aan het onderzoek, zodat men de invloed van gelijk versus verschillend DNA kon bepalen. De volgorde van de trainingsinhoud was gebalanceerd: de helft van de deelnemers deed eerst drie maanden krachttraining en later drie maanden duurtraining, voor de andere helft was dit precies omgekeerd.

Volgens verwachting zorgde de krachttraining gemiddeld genomen voor een toename in maximale kracht (1RM) en de duurtraining gemiddeld genomen voor een verbetering van de VO<sub>2</sub>max. Er waren echter duidelijke individuele verschillen in de grootte van de effecten. Bovendien had de krachttraining bij een aanzienlijk aantal proefpersonen ook een positief effect op het uithoudingsvermogen, en andersom (zie figuur 2). Zo ontwikkelde iedereen door de krachttraining meer kracht in zijn benen, maar leidde bij 51% van de deelnemers ook de duurtraining tot een toename van de beenkracht. Eenzelfde patroon werd gevonden voor het bovenlijf: 79% van de proefpersonen wist na de krachttraining bij het bankdrukken meer gewicht te verplaatsen, maar 28% deed dat ook na de duurtraining.

De duurtraining had bij 86% van de proefpersonen een positief effect op de VO<sub>2</sub>max, terwijl krachttraining bij 57% van hen eveneens dat effect had. Verder zorgde de duurtraining voor een verlaging van de hartfrequentie in rust bij 63% van de deelnemers, terwijl de krachttraining dat bij 40% van hen bewerkstelligde.



**Figuur 2** | Veranderingen ( $\Delta$ , y-assen) in leg press 1RM (A) en VO<sub>2</sub>max (B) door krachttraining (RESistance; blauw) en duurtraining (ENDurance; geel), weergegeven als groeps-gemiddelden (links) en als individuele responsen van alle deelnemers (midden voor krachttraining, rechts voor duurtraining), †, p < .005. Zie figuur 3 voor een verdere uitsplitsing van alle individuele responsen op respectievelijk kracht- en duurtraining. Overgenomen uit: Marsh et al.<sup>10</sup>



**Figuur 3** | De individuele veranderingen in de testresultaten als respons op krachttraining ( $\Delta$ RES) en duurtraining ( $\Delta$ END) tegen elkaar uitgezet op respectievelijk de x-as en de y-as, voor de 64 proefpersonen die de beide trainingsprogramma's voltooiden. De gemeten krachtvariabelen (weergegeven door de groene stippen) waren legpress 1RM (A) en benchpress 1RM (B). De gemeten variabelen voor cardiorespiratoire fitheid (weergegeven door de blauwe stippen) waren onder meer VO<sub>2</sub>max (C), tijd tot uitputting (TTE, D) en hartslagfrequentie in rust (HR, E). De legenda (F) laat zien hoe voor elke variabele (A-E) de richting van de beide responsen is gecombineerd tot vier kwadranten, met in elk kwadrant het bijbehorende percentages deelnemers. Voorbeeld (zie figuur C): bij 47% van de deelnemers had zowel krachttraining als duurtraining een positief effect op de VO<sub>2</sub>max (groen kwadrant, rechtsboven), terwijl er bij 37% (gele kwadrant, linksboven) een positieve respons op duurtraining, maar juist een negatieve respons op krachttraining te zien was. Overgenomen uit: Marsh et al.<sup>10</sup>

## Individuele responsen

Keken de onderzoekers naar de individuele responsen (zie figuur 3), dan zagen ze bij precies de helft van de proefpersonen dat de spierkracht in de benen verbeterde ten gevolge van zowel de krachttraining als de duurtraining. Bij de andere helft gebeurde dit alleen na de krachttraining. Er waren voor deze uitkomstmaat geen non-responders.

Afgemeten aan de VO<sub>2</sub>max reageerde 86% van de deelnemers positief op de duurtraining. De helft van hen had op deze parameter ook profijt van het krachttrainingsprogramma. Van de overige 14% profiteerde het merendeel wel van de krachttraining, zodat uiteindelijk slechts 4% van alle proefpersonen na twee keer drie maanden trainen geen enkele verbetering van hun VO<sub>2</sub>max liet zien. Deze bevinding laat volgens de onderzoekers zien dat mensen die op het eerste gezicht een non-responder zijn, prima 'gered' kunnen worden door het aanbieden van een alternatieve trainingsvorm.

## Dosis

Naast een ander type training, blijkt er nog een manier te zijn om het lichaam van een aanvankelijke non-responder toch te laten reageren op sporten: meer trainen. Terwijl eerdere studies al lieten zien dat het aantal non-responders op een bewegingsprogramma minder is wanneer de intensiteit of duur van de trainingen opgeschroefd wordt, bleef het lange tijd de vraag of dit ook zou gelden voor de mensen die zich om onduidelijke redenen tussentijds uit het onderzoek hadden teruggetrokken. Een Zwitserse studie uit 2017 pakte het daarom anders aan.<sup>11</sup> In totaal 78 ongetrainde mannelijke proefpersonen kregen zes weken lang gevarieerde fietstrainingen van één uur in het lab voorgeschoteld, waarbij ze zelf konden kiezen of zij dit een, twee, drie, vier of vijf dagen in de week deden. Van de mannen die vier of vijf keer per week op de fiets

stapten (en dus 240 of 300 minuten in de week trainden), wist iedereen zijn maximale getrapte vermogen te verbeteren en reageerde dus 100% op het trainingsprogramma. Tussen de proefpersonen die minder frequent op de fiets stapten, bleek na afloop van de trainingsperiode wel een groot aantal non-responders te zitten. In de groep die één keer (60 minuten) per week fietste, trapte 69% na zes weken geen hoger maximaal vermogen. In de groep die twee keer (120 minuten) per week kwam opdaven was dit 40% en in de groep die drie keer per week trainde (180 minuten, een half uur méér dan de huidige beweegrichtlijnen aanbevelen) boekte nog steeds 29% geen vooruitgang qua maximaal getrapte wattage.

Om uit te zoeken of deze non-responders echt compleet 'immuun' waren voor een trainingsprikkel, gaven de onderzoekers hen nog een keer een trainingsprogramma van zes weken, maar dit keer wel een stuk pittiger. Ze kregen namelijk allemaal twee dagen (120 minuten) extra training in de week erbij. Die uitbreiding bleek het ei van Columbus, want na afloop van deze tweede periode trapte iedereen een hoger maximaal vermogen dan ervoor. Dit resultaat vonden de onderzoekers ook terug in de VO<sub>2</sub>max: die was verbeterd in alle proefpersonen die het tweede trainingsprogramma hadden gevolgd (en die na het eerste programma dus nog als 'non-responder' te boek stonden). Uit een lineaire regressieanalyse bleek dat deze verbetering voornamelijk kon worden verklaard door een toename van de hoeveelheid hemoglobine in het bloed.<sup>11</sup>

## Conclusie

Deze resultaten leveren volgens de onderzoekers het ultieme bewijs dat non-responders voor bewegen eigenlijk niet bestaan, maar dat vooral de dosis training hoog genoeg moet zijn om een positieve reactie teweeg

Rob Veer, atletiek- en triatlontrainer: *'Voor vrouwen rondom de overgangperiode vind ik het vaak moeilijk om een schema te bedenken waarop ze vooruitgaan.'*

'Omdat ik driekwart van mijn tijd in Frankrijk woon, begeleid ik mijn atleten voornamelijk op afstand, vooral via e-mail. Ik heb momenteel zo'n honderd atleten van een divers pluimage onder mijn hoede, waarvan de helft zeker langer dan vijf jaar. De meesten van hen zijn hardlopers, maar er zitten ook een paar triatleten tussen. Ik heb dus te maken met een brede groep atleten die heel verschillend reageren op het door mij geschreven trainingsschema. Het probleem voor sommigen is dat ze denken dat het schema ervoor zal zorgen dat hun prestatie in een rechte lijn omhoog gaat, terwijl in de praktijk de weg vol kuilen, bochten en obstakels zit. Wanneer mensen dan in weerwil van vermoeidheid of een opkomende blessure toch fanatiek hun schema blijven volgen, dan kan het positieve trainingseffect uitblijven. Ik vind het daarom belangrijk dat een atleet er gevoel voor krijgt hoe met het schema om te gaan. Bij sporters die dit gevoel onvoldoende ontwikkelen, ligt een non-response of zelfs een averechtse reactie op de loer, omdat ze te veel van zichzelf vergen. Wat ze met de linkerhand opbouwen, breken ze dan met de rechterhand weer af, zogezegd.'

'In Nederland had ik destijds bij de Utrechtse atletiekvereniging Hellas mijn eigen trainingsgroep met topatleten als Wilma van Onna en Luc Krotwaar. Zulke toppers zijn het gemakkelijkst om te

begeleiden, want zij reageren eigenlijk op elke trainingsvorm positief. Het enige risico is dat ze overbelast raken. Dat ze zo goed zijn geworden, heeft mijns inziens dan ook niet zo heel veel met de details van de training te maken. Ik trainde in die tijd ook een steeplechaser die enorm reageerde op krachttraining. Hij ontwikkelde flinke bilspijers en quadriceps. Ik vond het een verrassend verschijnsel, omdat zijn trainingsmaatjes dit helemaal niet zo hadden. We hebben toen zijn krachttraining aangepast. Het voordeel van high responders is dat ze snel progressie maken. Maar uiteindelijk wordt het ook bij hen een kunst om in de piek van hun carrière te weten welke trainingsprikkel aanslaan om nog het laatste stukje verbetering te kunnen boeken.'

'Het is bij mijn weten niet wetenschappelijk onderbouwd, maar ik heb inmiddels wel het idee dat vrouwen in de overgangperiode tamelijk ongevoelig lijken voor trainingsprikkel. Ze doen vaak hun stinkende best, maar gaan niet echt vooruit op het door mij bedachte schema. Ik merk dat ze daar nogal eens moedeloos van worden: ze nemen niet voor niets iemand in de arm om hun tijd op de 10 kilometer of de marathon te verbeteren. Het zijn meestal vrouwen met veel hardloopervaring, maar op mijn schema's, hoe ik die ook aanpas, lijken ze amper te verbeteren. Voor hen vind ik het dan moeilijk om een programma te

bedenken waarop ze wél vooruitgaan. Ik heb wel het idee dat de totale trainingsomvang per week een factor is. Het zal met de hormonen te maken hebben, maar hoe precies heb ik nog niet goed uitgezocht. Het staat op mijn *to do* lijstje.'

'Naast vrouwen in de overgang herken ik nog drie risicogroepen voor een mogelijke non-response op training. Ten eerste zijn dat mensen die de neiging hebben om té fanatiek te blijven trainen. Zij komen niet aan supercompensatie toe en halen op een gegeven moment nog maar weinig rendement uit hun schema. Ten tweede zijn er de mensen die moeite hebben om met regelmaat te trainen. Die gaan twee weken fanatiek aan de slag, om het vervolgens weer een paar weken rustig aan te doen omdat ze te druk zijn met andere zaken. Als ze dan weer tijd hebben, gaan ze weer vol aan de slag. Het is hollen of stilstaan, dat werkt niet. En als laatste zijn er de mensen die aan hun trainingsplafond zitten, omdat ze de tijd niet hebben om vaker dan drie keer per week te trainen. Er is daardoor geen ruimte om ze progressief te belasten. Bij hen heb ik als trainer weinig speelruimte voor verbetering. Ik zoek het dan in het leggen van verschillende accenten per trainingsblok.'

te brengen. Eerder zagen we dat ook dat het kiezen van alternatieve oefenstof en het over langere perioden volhouden van een trainingsprogramma oplossingen kunnen zijn. Voor trainers en coaches blijft het dus een mooie uitdaging om voor ieder individu een effectieve aanpak te vinden.

## Over de auteur

**Jurgen van Teeffelen** (1968) is sinds 2014 freelance wetenschapsjournalist. Tot die tijd werkte hij als gepromoveerd fysioloog aan universiteiten in Nederland (AMC, Maastricht) en de Verenigde Staten (Yale). Hij schrijft graag over wetenschap in relatie tot sport en bewegen.

E-mail: [info@jurgenvanteeffelen.nl](mailto:info@jurgenvanteeffelen.nl), website: [www.jurgenvanteeffelen.nl](http://www.jurgenvanteeffelen.nl), podcast: <https://slimmer-presteren-podcast.nl/>.



Jeroen Rietvelt, inspanningsfysioloog en strength & conditioning coach van o.a. de Japanse nationale schaatsploeg:  
'Studies kijken teveel met een biomedische blik, maar vergeten de psychosociale kant.'

'Ik ben ervan overtuigd dat ieder lichaam trainbaar is. Totale non-responders bestaan in mijn optiek eigenlijk niet. Het kan wel zo zijn dat een sporter, afgemeten aan een bepaalde variabele, niet reageert op de aangeboden trainingsprikkel. Dat is wat er volgens mij misgaat bij veel wetenschappelijke studies naar dit onderwerp: de onderzoekers kijken te eenzijdig naar één uitkomstmaat. In de praktijk werkt een coach of trainer nooit zo, die gebruikt een breder palet aan metingen. Een goed voorbeeld: bij sommige Japanse schaatsers is de  $VO_2\text{max}$  in de loop van de jaren minimaal verbeterd, maar is hun vermogen wel duidelijk vooruit gegaan. Ze zijn efficiënter gaan bewegen.'

'Ik werk vooral met (inter)nationale toppers in de leeftijd tussen 18 en 30 jaar. Het voordeel van deze leeftijds-categorie is dat zij al veel meer tot de respondergroep behoren, anders waren ze niet op het niveau gekomen waar ze nu staan. Maar ook bij hen moet je wel continu blijven nadenken over hoe je hun lijf uitdaagt. Krachttraining kan daar een belangrijke rol in spelen, deels als blessurepreventie en deels als manier om door een toename in kracht en explosiviteit de prestatie te verbeteren. Je kan met krachttraining heel veel kanten op, bijvoorbeeld ook in de richting van motorisch leren. De baanwielrenster Kirsten Wild, die ik ook begeleid, laat ik

bijvoorbeeld veel dubbeltaken uitvoeren. Zij vindt de krachttraining inmiddels één van de leukste trainingen die er zijn.'

'Waar je in de topsport wel mee te maken hebt, is dat sporters die altijd wel reageerden op een trainingsprikkel, dat op een gegeven moment niet meer doen. Die zijn van een responder dus een non-responder geworden. Het kan een reden zijn waarom zo'n sporter naar een andere ploeg of coach gaat. Wat er bij hen is veranderd is dan de grote vraag. De klassieke gedachte is om direct op de knoppen van de trainingsintensiteit en het volume te gaan drukken: de prikkel was kennelijk te laag, we gaan meer overload creëren. Deze gedachte is ook niet gek, want studies laten zien dat dit het beste werkt voor de zogeheten laag-gevoelige individuen. Maar, zo wordt de laatste jaren steeds duidelijker, deze aanpak kan juist averechts gaan werken wanneer de tijd om te herstellen in het gedrang komt. Op deze manier wordt de betreffende sporter juist nog meer een non-responder. Ik herken het bij het deel van de Japanse schaatsers dat nog studeert. Als ze in toetsperiodes komen, zie je dat de kwaliteit van de trainingen iets terugloopt en dat hun baseline hartslag-frequentie iets omhoog gaat.'

'De herstellkant is lang over het hoofd gezien in het onderzoek. De wetenschappelijke studies kijken daarbij ook teveel

met een biomedische blik. Omdat ze de psychosociale kant niet meenemen, is de generaliseerbaarheid van het onderzoek naar de (top)sport vaak beperkt. Inmiddels is het voor sporters redelijk standaard geworden om 's ochtends vroeg met een smartphone applicatie gegevens over hun slaap, voeding, herstel en stress te loggen. In vijf minuten zijn ze daarmee klaar. Het is de manier om snel en simpel een totaalplaatje te creëren. Heeft iemand slecht geslapen omdat het te warm is thuis, of omdat hij vanwege studie of werk druk is in zijn hoofd, dan kun je dat als coach op tijd doorhebben. Op die manier kun je het non-responder worden van je pupil al voor zijn.'

'Ook de ouder wordende sporter blijft reageren op trainingsprikkels, die zie ik zeker niet als non-responder. Alleen gaat het bij deze groep meer om het remmen of stoppen van de achteruitgang, dan het daadwerkelijk verbeteren van het prestatievermogen. Voor ouderen is het belangrijk om juist explosief te gaan trainen, omdat ze sneller de type II spiervezels dreigen te verliezen. Voor onderzoekers is het van belang om in hun studies bij ouderen een niet trainende controlegroep mee te nemen, zodat ze het effect van de beweginginterventie objectief kunnen vaststellen. Dan blijkt een 'non-responder' misschien iemand te zijn bij wie de achteruitgang (die zonder training zou zijn opgetreden) tot stilstand is gebracht.'

1. Bouchard C et al. (1995). The HERITAGE family study. Aims, design, and measurement protocol. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 27 (5), 721-729.
2. Bouchard C & Rankinen T (2001). Individual differences in response to regular physical activity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33 (6), S446-S451.
3. Bouchard C et al. (1999). Familial aggregation of  $VO_2\text{max}$  response to exercise training: results from the HERITAGE Family Study. *Journal of Applied Physiology*, 87 (3), 1003-1008.
4. Ross R et al. (2019). Precision exercise medicine: understanding exercise response variability. *British Journal of Sports Medicine*, 53, 1141-1153.
5. Bouchard C et al. (2012). Adverse metabolic response to regular exercise: is it a rare or common occurrence? *PLoS One*, 7 (5), e37887.
6. Gurd BJ et al. (2016). Incidence of nonresponse and individual patterns of response following sprint interval training. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41 (3), 229-234.

7. Ahtiainen JP et al. (2016). Heterogeneity in resistance training-induced muscle strength and mass responses in men and women of different ages. *Age*, 38 (1), 10.
8. Churchward-Venne TA et al. (2015). There are no nonresponders to resistance-type exercise training in older men and women. *Journal of the American Medical Association*, 313 (5), 400-411.
9. Hautala AJ et al. (2006). Individual differences in the responses to endurance and resistance training. *European Journal of Applied Physiology*, 96 (5), 535-542.
10. Marsh CE et al. (2020). Fitness and strength responses to distinct exercise modes in twins: Studies of Twin Responses to Understand Exercise as a Therapy (STRUETH) study. *The Journal of Physiology*, Jun 22, doi: 10.1113/JP280048.
11. Montero D & Lundby C (2017). Refuting the myth of non-response to exercise training: 'non-responders' do respond to higher dose of training. *The Journal of Physiology*, 595 (11), 3377-3387.