

Op 2 december jl. hield Koen Lemmink, die sinds maart 2013 als hoogleraar 'Sport, Prestatie en Innovatie' is aangesteld bij het Centrum voor Bewegingswetenschappen van het Universitair Medisch Centrum Groningen, zijn inaugurele rede. Sportgericht maakt u hierbij graag deelgenoot van zijn betoog.

Belasting en belastbaarheid: een tactisch spel?

Koen Lemmink



Koen Lemmink (Foto: Jan Zeeman)

Sport kent vele betekenissen. Plezier, gezelligheid, gezondheid. Maar zonder prestatie, in welke uitingsvorm dan ook, sneeuwen die andere betekenissen voor mij wat onder. En zegt u nu zelf, bent u ook niet gebiologeerd door de rushes van Arjen, de acrobatiek van Epke of het klimmen van Bauke, niet toevallig sporters met Noordelijke 'roots'?

Pieken

Kenmerkend voor het leveren van sportprestaties is het dag in, dag uit, jaar in, jaar uit trainen om vervolgens te pieken op het juiste moment. Voor bepaalde sporters, zoals Epke, slechts één keer of een beperkt aantal keren in een seizoen, zoals op een WK of de Olympische Spelen. Voor andere sporters, zoals Bauke, een aantal keren per seizoen, maar dan gedurende een aantal weken, zoals in de Tour de France. Voor weer andere sporters, zoals Arjen, één of twee keer per week tijdens competities. En dan moet, naast je hart, ook al het andere kloppen. De training en voorbereiding moeten hebben geleid tot de ultieme vorm, fysiek en mentaal.

Samenwerking

Dat klinkt eenvoudig, maar is complex. Om überhaupt iets te kunnen

begrijpen van een bepaalde sportprestatie, of van de weg ernaartoe, is wetenschappelijke kennis nodig, maar ook praktijkkennis. Structurele samenwerking tussen wetenschappers, trainers en coaches is cruciaal. Maar dat is nog niet *bon ton* in Nederland! Ook niet geholpen door de publieke opinie over het belang van wetenschap voor de sport. Praatprogramma's over sport worden gedomineerd door BN'ers en oud-sporters, populair taalgebruik, meningen in plaats van feiten en amusement in plaats van informatie. Er zijn meer belemmerende factoren. Wetenschappers worden niet opgeleid met praktijkkennis, trainers en coaches niet met wetenschappelijke kennis. Wetenschappers denken op lange termijn, sporttrainers en -coaches denken in de waan van de dag. Wetenschappers willen meten, sporters willen zweten. Wetenschappers denken in publicaties, trainers en coaches in prestaties. Maar er zijn ook innovatieve ontwikkelingen:

- in opleidingen: je kunt in Groningen een minor en master sportwetenschappen volgen, met aandacht voor de praktijk en er zijn topcoachopleidingen met aandacht voor de wetenschap;
- in structuur: er is met NOC*NSF een format ontwikkeld om de topsport-

praktijk structureel te laten ondersteunen door wetenschappers en studenten;

- in faciliteiten: er zijn innovatieve fieldlabs, waar sporters kunnen worden gemeten in hun natuurlijke omgeving, zoals voor schaatsen in Thialf en voor zwemmen in de Tongelreep, maar ook in onderwijs-settings, zoals in het Instituut voor Sportstudies in Groningen. Ook de ontwikkeling van een innovatief voetbal- en topsportlab in Groningen is een mooi initiatief om wetenschap, onderwijs, bedrijfsleven en topsport structureel met elkaar te verbinden;
- in uitwisseling van kennis: 'Topsport Topics' geeft wetenschappelijk gefundeerde antwoorden op praktijkvragen van topcoaches en multidisciplinaire kennisuitwisseling is vormgegeven in het Sport Science Institute Groningen en een Football Science platform.

Maar er is meer nodig. Een continue dialoog tussen wetenschappers, trainers en coaches waarbij systematisch gegevens worden verzameld, geanalyseerd, geïnterpreteerd en geïmplementeerd in de sportpraktijk, is daarbij van essentieel belang. Sportwetenschappers die in multidisciplinaire begeleidingsteams van topsporters en topsportteams werkzaam zijn en daar fungeren als smeerolie tussen wetenschap en praktijk zijn cruciaal. En innovaties in de breedste zin van het woord kunnen hierbij fungeren als een vliegwiel om kennis dicht

bij de sporters te ontwikkelen en in te bedden.

Belasting-belastbaarheid

Maar nu naar prestatie. Een eenvoudig model, dat ook veelvuldig wordt gebruikt in de ergonomie, revalidatie, ergotherapie en fysiotherapie, is het model belasting-belastbaarheid.^{14,16} Een sporter traint en belast daarmee zijn lichaam. De belasting kan worden beschreven in termen van frequentie (hoe vaak), duur (hoe lang), intensiteit (hoe zwaar) en type training. Als hij regelmatig traint en de belasting blijft binnen de grenzen van wat hij aan kan (zijn belastbaarheid), dan blijft zijn belastbaarheid op peil. Als de belasting lager is dan zijn belastbaarheid wordt hij onderbelast, wat leidt tot een afname van zijn belastbaarheid: 'use it or lose it'. Om zijn belastbaarheid te vergroten zal hij zijn lichaam meer dan normaal moeten belasten. Met andere woorden: overbelasten. Als dit met kleine stapjes gebeurt of niet te lang achter elkaar is dit geen probleem. Sterker nog, dit is noodzakelijk om zijn belastbaarheid te laten toenemen. We noemen dit functionele overbelasting. Als hij zijn lichaam echter in te grote stappen of te langdurig overbelast leidt dat juist tot een afname van zijn belastbaarheid. Dit noemen we niet-functionele overbelasting. Als deze situatie lang aanhoudt kan hij uiteindelijk overtraint raken (figuur 1).²⁹ Belastbaarheid wordt ook wel aangeduid met capaciteit of prestatievermogen. Met andere woorden, het doel van

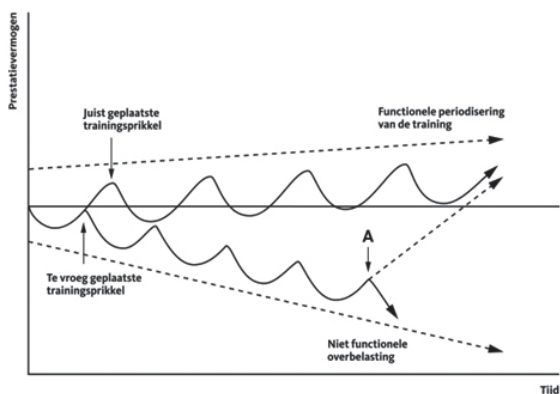
trainen is het laten toenemen van de belastbaarheid oftewel het prestatievermogen. Of uiteindelijk de ultieme prestatie wordt geleverd hangt niet alleen af van het prestatievermogen van de sporter, maar ook van de omstandigheden of tegenstanders. Daarover later meer.

Herstel

Herstel is een belangrijke schakel tussen belasting en belastbaarheid. Herstel na een training is afhankelijk van de belasting van die training. Hoe langer en intensiever de training, hoe langer het herstel. Ook het type training speelt een rol. Zo leidt conditietraining tot een andere herstelcurve dan krachttraining. Naast trainingsbelasting is ook belastbaarheid van invloed op het herstel. Voor een goed getrainde sporter is een training van een bepaalde duur en intensiteit minder belastend dan voor een minder goed getrainde sporter, waardoor het herstel sneller verloopt. Als een sporter continu dezelfde training zou uitvoeren wordt deze training op den duur minder belastend, waardoor er sneller herstel optreedt. In de praktijk worden trainingen dan verzaamd om de belasting te vergroten, waardoor het herstel juist weer wordt vertraagd. De verhouding tussen belasting en belastbaarheid bepaalt dus de duur van het herstel. Wel zijn er methoden om herstel te bevorderen, waarbij vooral vochtregulatie, koude baden, goede voeding en goede slaap effectief blijken.³¹ Kortom: belasting, belastbaarheid en herstel zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden en bepalen in een delicate onderlinge samenhang in welke mate het lichaam adapteert.

Psychologische en sociale factoren

Maar hiermee zijn we er niet. Promotieonderzoek van Michel Brink heeft duidelijk gemaakt dat ook rekening moet worden gehouden met psycholo-



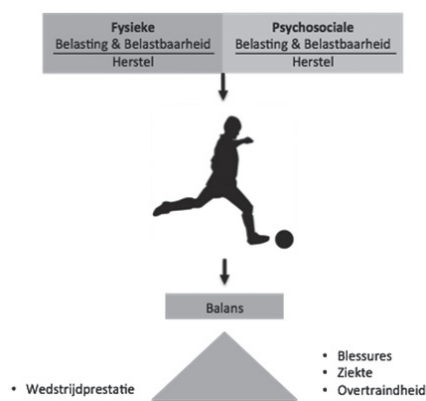
Figuur 1. Functionele en niet-functionele overbelasting (overgenomen uit Van de Ven et al.⁴¹).

gische en sociale factoren (figuur 2).²⁴ Grote psychologische druk van ouders of coaches, conflicten met medespelers of stress door problemen in relaties thuis, op school of op de werkvloer, kunnen leiden tot additionele belasting voor de sporter. Ook voor deze stressoren geldt dat sporters meer of minder belastbaar zijn. Het goed kunnen omgaan met psychologische stress of het ervaren van veel sociale steun leidt tot een grotere buffer om deze stressoren te kanaliseren, waardoor beter en sneller herstel optreedt. Modellen voor belasting, belastbaarheid en herstel bij sporters moeten dus rekening houden met fysieke, psychologische en sociale factoren. En zeer aannemelijk is dat deze factoren niet afzonderlijk werken, maar elkaar wederzijds beïnvloeden.

Grenzen

Zo lang een sporter op de gewenste wijze adapteert aan training, waardoor zijn belastbaarheid toeneemt, zijn belasting, belastbaarheid en herstel in ieder geval niet uit balans, maar ook niet altijd optimaal. Bestaande modellen voor de relatie tussen training en prestatie, zoals 'prestatie is fitheid min vermoeidheid', zijn sterk fysiologisch georiënteerd en houden te weinig rekening met individuele verschillen en de invloed van psychosociale stress. Geavanceerdere modellen zijn nodig.⁸ Bij maladaptatie, tot uiting komend in ziekte, blessures of overtrainedheid, bestaat een disbalans. Veel acute blessures ontstaan weliswaar door contact met tegenstanders, maar onderzoek laat zien dat veel stress leidt tot verhoogde spierspanning, verminderde alertheid en een beperking van je gezichtsveld, waardoor de kans op acute blessures toeneemt.² Chronische blessures ontstaan door repeterende bewegingen die vaak en langdurig worden uitgevoerd, waardoor uiteindelijk lokaal een disbalans ontstaat, zoals bij een tenniselleboog of een springersknie. Overtrainedheid, een soort

disbalans in het totale systeem, uit zich vaak als eerste door een afname van de belastbaarheid en aanhoudende vermoeidheid. In een later stadium ontstaan ook concentratieproblemen, prikkelbaarheid en veranderingen in eet- of slaappatronen.²⁹ Meestal wordt dan de training aangepast: harder trainen omdat de belastbaarheid is afgenomen of minder hard trainen omdat sporters vermoeid zijn. Maar mogelijk zijn er psychologische of sociale factoren van invloed die de belasting hebben vergroot. Een goed voorbeeld is Jorien ter Mors, tweevoudig gouden medaillewinnares in Sotsji, nu gediagnosticeerd als niet-functioneel overbelast. Mentale druk door toegenomen aandacht voor haar sportprestaties, maar ook het overlijden van haar vader lijken daarbij een rol te spelen. Bij maladaptatie is het duidelijk dat er een grens is overschreden. In alle andere situaties hebben trainers, coaches en sporters de neiging om de belasting te verhogen, maar hoever kunnen ze



Figuur 2. Model belasting-belastbaarheid-herstel (aangepast overgenomen uit Kentta & Hassmenn²⁴).

daarin gaan? Daar zijn geen richtlijnen voor, waardoor topsporters vaak tot aan of over de grens van hun kunnen gaan. Topsport is dus per definitie ongezond; topsporters zoeken hun grenzen en waar die grenzen liggen weten ze meestal pas wanneer ze deze grenzen hebben overschreden! Een groot dilemma in de topsport.

Duursport versus teamsport

Zijn deze processen bij duursporters anders dan bij teamsporters? In het vierjarige onderzoeksprogramma Groningen Monitoring Athletic Performance Study (kortweg: Groningen MAPS) hebben promovendi Ruby Otter en Henrike van der Does 180 duursporters en teamsporters twee seizoenen gemonitord op deze processen. Zo werden data verzameld bij hardlopers, triatleten, fietsers, schaatsers en wielrenners. Onderzoek bij teamsporters werd uitgevoerd bij hockeyers, volleyballers, basketballers en korfballers, maar in andere projecten ook bij voetballers, handballers, waterpoloërs en rugbyspelers. Zowel voor duur- als teamsporters geldt dat de balans tussen belasting, belastbaarheid en herstel van essentieel belang is om prestaties te verbeteren en blessures en overtrainedheid te voorkomen. Door dit gemeenschappelijke uitgangspunt is kruisbestuiving tussen verschillende takken van sport goed mogelijk. Ondanks dat het thema belasting-belastbaarheid wetenschappelijk lang is gedomineerd door duursporten wordt de laatste jaren meer onderzoek uitgevoerd bij teamsporten. Natuurlijk zijn er verschillen. Duursporters trainen veel – 8 à 10 keer per week – en bewegingen zijn repeterend, waardoor de kans op overbelasting en chronische blessures groter is. Teamsporters trainen minder – 5 à 6 keer per week – maar wel explosief, waardoor de kans op acute blessures groter is. Dit illustreert het belang van sport-specifieke methoden en analyses.

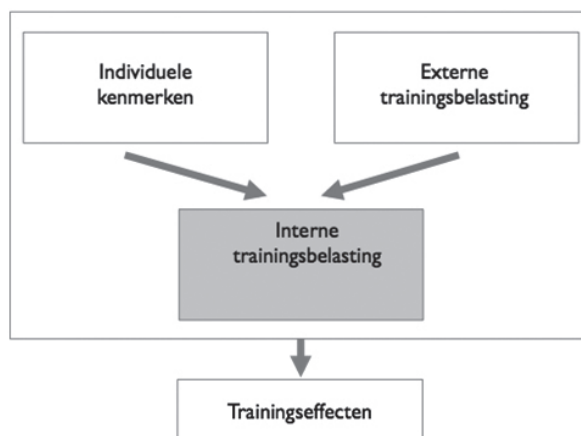
Eigen referentie

In de huidige topsportpraktijk worden meestal een aantal keren per seizoen tests of vragenlijsten afgenomen om informatie te verzamelen over belasting, belastbaarheid en herstel. Dit 'taggen' van informatie leidt tot momentopnames van processen waarvan we weten dat ze continu veranderen. Eigenlijk is dit dus een 'lucky shot'

benadering. Nodig is het 'tracken' van informatie om deze processen van dag tot dag in kaart te brengen en snel en accuraat te kunnen ingrijpen bij maladaptatie. Zo creëren we een individueel sportpaspoort, waarbij sporters hun eigen referentie zijn. Hierdoor is een betere sturing van trainingsprocessen mogelijk.

Fysieke belasting

In ons onderzoek gebruiken we diverse methodes om fysieke belasting te meten. Van belang is het onderscheid tussen externe en interne belasting (figuur 3).²³ Externe belasting heeft betrekking op de door de coach of trainer opgelegde belasting. De interne belasting is de daadwerkelijke belasting voor de sporter. De interne belasting is daarbij afhankelijk van de belastbaar-



Figuur 3. Model externe belasting en interne belasting (aangepast overgenomen uit Impellizzeri et al.²³).

heid van de sporter en is dus eigenlijk de resultante van de externe belasting en de belastbaarheid. Het lopen met een bepaalde snelheid, de externe belasting, betekent voor een sporter met een hogere belastbaarheid een lagere interne belasting dan voor de sporter met een lagere belastbaarheid.

De externe belasting in trainingen en wedstrijden wordt steeds vaker objectief bepaald. Denk bij duursporters aan makkelijk draagbare bewegings-sensoren om pols, borst, heupen of enkels of sensoren op fietsen of boten

die afstanden, tijden, snelheden en vermogens registreren. Bij teamsporten strijden twee methodes om de eer, namelijk 1) systemen waarbij spelers en bal met veel vaste camera's op basis van kleur en vorm worden gevolgd en 2) systemen waarbij spelers sensoren dragen met versnellings- en hoekmeters of sensoren die signalen opvangen en terugsturen naar bakens rondom een veld of satelliet om posities vast te leggen. Camerasystemen worden vooral toegepast in stadions en spelers merken er niets van, maar de frequentie en nauwkeurigheid van data laat te wensen over. Sensorsystemen kunnen niet in officiële wedstrijden worden gebruikt en zijn vooral geschikt voor trainingen, maar de kwaliteit van data is vaak beter.

Wat kunnen we met deze data in teamsporten? Indien u wel eens naar een Champions League voetbalwedstrijd kijkt op TV ziet u, als spelers worden vervangen, vaak de afgelegde afstand of snelheidspatronen in beeld verschijnen. Dit is een eerste aanzet. Vooral het ontwikkelen van uitkomstmaten voor de externe belasting van explosieve acties, zoals springen, versnellen, vertragen en snel van richting veranderen, heeft prioriteit. Samen met ecologen van de Universiteit van Wageningen, die veel expertise hebben in het bepalen van bewegingsgedrag van dieren op basis van bewegingssensoren, gaan we werken aan analyses om het op hoge snelheid lopen van bochten van voetballers te analyseren.

Blessurepreventie

De veronderstelling is dat bij teamsporters explosieve activiteiten sterk gerelateerd zijn aan belastingen op spieren, pezen en gewrichten en daar-

mee aan het ontstaan van blessures. Zo geven 3D sprong- en landingsanalyses bij teamsporters inzicht in de fysieke belasting en blijken specifieke bewegingspatronen, zoals 'stijver' landen, samen te hangen met hogere risico's op het ontstaan van acute en chronische blessures aan knieën en enkels.⁵ Dergelijke analyses zijn een opmaat voor de ontwikkeling van preventieprogramma's om de fysieke belasting op de onderste extremiteiten te verminderen.

Twee onlangs verschenen reviews uit onze onderzoeksgroep over blessurevoorspellende screeningsinstrumenten en effectieve interventies voor het verminderen van risicofactoren voor knieblessures vormen daarvoor een mooi raamwerk.^{13,40} Promovendus Joan Dallinga laat zien dat neuromusculaire training met verschillende typen instructies als onderdeel van de warming-up bij voetbalsters de fysieke belasting op de onderste extremiteiten bij sprongtaken kan beïnvloeden. Ook richt onderzoek zich op het beïnvloeden van de techniek van belastende activiteiten, zoals springen of snelle wendingen. Promovendus Anne Benjaminse laat daarbij zien dat visuele feedback bij snelle wendingen bij mannen leidt tot een lagere fysieke belasting, waardoor de kans op blessures aan de onderste extremiteiten wordt verminderd.⁴ Vrouwen blijken andere leerstrategieën te hanteren, waarbij ook verbale feedback van belang is. Vervolgonderzoek moet meer zicht geven op de rol van zelfregulatie bij de timing van feedback, maar ook op de effecten van combinaties van visuele en verbale feedback.

Interne trainingsbelasting

Voor het bepalen van de interne belasting wordt vaak de hartfrequentie gemeten, als indicatie voor de intensiteit van inspanning. Daarbij wordt de hartfrequentie gerelateerd aan de rust- en de maximale hartfrequentie van een

sporter. Voor duursporters is dit een geschikte methode, omdat de intensiteit van de inspanning relatief constant is. Bij teamsporters is de intensiteit variabel. Trainingsbelasting bij teamsporters wordt dan bepaald door de tijdsduur in verschillende hartfrequentiezones te berekenen en deze tijdsduur te wegen: hoe hoger de hartfrequentie, hoe meer de tijdsduur in deze zone meetelt voor het bepalen van de trainingsbelasting.³ Deze methoden zijn objectief, maar ook arbeidsintensief en niet altijd praktisch.

Subjectief, maar wel eenvoudig en praktisch, is de methode waarbij aan sporters wordt gevraagd na iedere training en wedstrijd de ervaren mate van inspanning (EMI) aan te geven op een schaal van 6 tot 20, op papier of via hun smartphone. In combinatie met de duur van de training geeft dit dan een indicatie van de trainingsbelasting. Weinig variatie in trainingsbelasting wordt geassocieerd met een grotere kans op overbelasting.¹⁸ Na een gewenningsperiode blijkt er een goede samenhang te zijn met objectieve maten.

Even terug naar externe en interne trainingsbelasting. Vooral bij trainingen die groepsgewijs plaatsvinden, zoals bij teamsporters, is de externe belasting vaak voor iedereen vergelijkbaar. Maar de interne belasting is dus afhankelijk van de belastbaarheid van een sporter. Recent onderzoek uit onze onderzoeksgroep toont aan dat de mate van inspanning die de coach veronderstelt nauwelijks overeenkomt met de door de voetballers ervaren inspanning.⁹ Kort gezegd: bij een rustige training doen voetballers vaak te veel en bij een zware training vaak te weinig.

Fysieke belastbaarheid

Het prestatievermogen van duursporters wordt meestal bepaald door maximale inspanningstests, zoals loopbandtests, fietstests of roeitests.

Uitkomstmaten zijn dan hartfrequenties, zuurstofopnames, lactaatrempels of vermogens. Ondanks het veronderstelde belang van trainen met een hoge intensiteit voor een toename van het duurprestatievermogen laat eigen onderzoek bij hardlopers zien dat daar een duidelijke en individueel bepaalde grens aan zit. Te veel op een hoge intensiteit trainen is niet goed voor de ontwikkeling van het duurprestatievermogen.

Bij teamsporters wordt veel gebruik gemaakt van veldtests, zoals de Interval Shuttle Run test en de Interval Shuttle Sprint Test. Ze werden 15 jaar geleden in Groningen ontwikkeld en worden nog steeds veelvuldig gebruikt.^{10,26,28} Veel aandacht heeft het meten van de belastbaarheid van de romp, vanwege de veronderstelde relaties met knie- en rugblessures.⁷ Promovendus Jan Borghuis ontwikkelde een testbatterij voor het meten van rompstabiliteit van teamsporters en toonde aan dat neuromusculaire training bij talentvolle voetballers de rompstabiliteit vergroot.⁶ Het inbedden van dergelijke programma's in de topsportpraktijk is niet vanzelfsprekend, zo blijkt, en meer kennis over effectieve implementatiestrategieën is noodzakelijk. Heet hangijzer is bovendien dat frequent maximaal testen in een trainingsseizoen wordt gezien als inbreuk op het reguliere trainingsprogramma en dat verminderde motivatie bij sporters leidt tot onbetrouwbare resultaten. Submaximale testen zijn vanuit dit perspectief geschikter, mits de validiteit is gewaarborgd.²⁵

Gecombineerde data

Ontwikkelingen in de sensortechnologie zullen snel leiden tot data over externe belasting (zoals afstanden, snelheden, versnellingen, vertragingen en richtingsveranderingen) in combinatie met data over interne belasting (zoals hartfrequentie, temperatuur, zweetproductie en ademfrequentie)

in trainingen en wedstrijden. De combinatie van en verhouding tussen externe en interne trainingsbelasting zal nieuwe kennis opleveren, waardoor trainingen en wedstrijden beter kunnen worden gestuurd. Regelmatig testen kan dan in veel sporten tot het verleden gaan behoren en hooguit gebruikt worden voor het bepalen van iemands maximale belastbaarheid, waardoor de mate waarin hij deze aanspreekt in trainingen of wedstrijden kan worden vastgesteld. Idem voor de nog beschikbare reserves, maar dat zou dan ook uit de verhouding tussen externe en interne belasting kunnen worden afgeleid. In sporten als hockey wordt al gewerkt met deze inzichten om het wisselbeleid in wedstrijden te bepalen. Een ander voordeel is dat veranderingen in fysieke belasting en belastbaarheid van training naar training en wedstrijd naar wedstrijd kunnen worden vastgesteld, waardoor snel en adequaat kan worden ingespeeld op ongewenste adaptaties.

Monitoring van herstel

Het meten van herstelprocessen is minder gebruikelijk in de topsportpraktijk. Of het moeten de vele black box apparaten zijn, waarvan de wetenschappelijke werking vooralsnog niet duidelijk is, maar die in de topsportpraktijk – vanuit de behoefte aan houvast – soms wel worden omarmd. Alleen voor hartslagvariabiliteit als maat voor stressniveaus bestaat enige wetenschappelijke ondersteuning.¹ Verder wordt herstel gemeten door na inspanning, meestal tot maximaal 72 uur, tests af te nemen en die te vergelijken met dezelfde tests voor de inspanning. Het verloop van het herstel blijkt dan voor sprongvermogen anders te verlopen dan voor herhaald sprintvermogen, dus specifiek voor type inspanning en type meting. In de sportpraktijk is niet of nauwelijks toepasbaar. Wij gebruiken daarom een methode waarbij sporters voorafgaand

aan een training of wedstrijd op een schaal van 6 tot 20 moeten aangeven hoe goed ze zijn hersteld: de ervaren mate van herstel (EMH).²⁴ De waarde van deze maat, al dan niet in combinatie met de herstelduur, zal zich nog moeten bewijzen. Ook de ratio tussen de ervaren mate van inspanning en de ervaren mate van herstel zal nader moeten worden onderzocht.

De ontwikkeling van 'slimme' sensoren voor het monitoren van bewegings-, voedings- en slaapgedrag zal leiden tot meer kennis over herstelprocessen. In veel takken van sport moeten prestaties worden geleverd waarbij de tijd voor herstel zeer beperkt is, zoals in meerdaagse toernooien of play-off series. Herstel lijkt in deze omstandigheden de sleutel tot prestatie. Kennis is echter zeer beperkt.³⁰ Promovendus Steven Doeven zal in onze onderzoeksgroep de vraag beantwoorden hoe herstelprocessen bij teamsporters geoptimaliseerd kunnen worden.

Psychosociale stress

Het in kaart brengen van psychologische en sociale factoren is minder gebruikelijk. Coaches en trainers werken vaak intuïtief en op basis van 'ogen en oren open'. Maar dat hangt erg af van de persoonlijke verstandhouding en de bereidheid van sporters daarover te communiceren. Specifiek bij teamsporters zou meer aandacht moeten komen voor psychosociale stressoren die te maken hebben met groepsprocessen. Denk bijvoorbeeld aan de huidige situatie rondom het Nederlands elftal. Psychologische en sociale stressoren komen vaak niet of te laat aan het licht. Naast de Profile of Mood State (POMS), een vragenlijst die veel wordt toegepast in de sport en een indruk geeft van de gemoedstoestand van sporters, gebruiken wij de Recovery Stress Questionnaire Sport, afgekort RESTQ-sport, om gedetailleerde informatie over stress en herstel te verzamelen. De RESTQ-sport is een voor de Nederlandse taal

gevalideerde vragenlijst met 76 vragen in 19 subschalen en vier dimensies, namelijk algemene stress en herstel en sportspecifieke stress en herstel.³³ Sporters geven maandelijks of wekelijks de ervaren mate van stress aan en hoe vaak ze herstelgerelateerde activiteiten hebben uitgevoerd. Afwijkingen van eigen profielen geven een indicatie van verhoogde stress en/of verlaagd herstel, maar geven ook richting aan mogelijke interventies. Eigen onderzoek laat zien dat psychosociale stress en herstel samenhangen met veranderingen in prestatievermogen bij zowel fietsers als teamsporters.^{12,15} Bovendien speelt herstel een belangrijke rol bij de preventie van zowel acute als chronische blessures bij teamsporters.¹¹ Belastbaarheid voor psychologische en sociale stress is lastig te bepalen. Vragenlijsten over 'coping' en 'social support' geven vooralsnog geen eenduidig beeld. Er is ook onderzoek uitgevoerd met neuropsychologische tests. Promotieonderzoek van Esther Nederhof bij fietsers, roeiers en schaatsers heeft laten zien dat vertraagde informatieverwerking gerelateerd is aan niet functionele overbelasting en overtraindheid, maar een praktische tool is



nog niet voorhanden.^{32,34-36} Ook voor psychosociale stress lijkt het aannemelijk dat in de ervaren mate van stress en herstel de belastbaarheid is verdisconteerd.

Voorspellende waarde

Hoe hangen belasting, belastbaarheid en herstel nu samen met wedstrijdprestaties? Bij duursporters worden prestaties voornamelijk bepaald door de fysieke belastbaarheid. Ondanks dat wedstrijdprestaties van duursporters kunnen worden beïnvloed door weersomstandigheden, tegenstanders of mentale gesteldheid hebben gestandaardiseerde laboratoriumtests een redelijke tot goede voorspellende waarde voor wedstrijdprestaties. Zo laat eigen onderzoek van zien dat prestaties op een submaximale test op de roei-ergometer (figuur 4) goed samenhangen met 2 km roeitijden.³⁹ Hetzelfde geldt voor de relatie tussen hardlooptests en hardlooptijden en fietstests en tijdritwedstrijden. In tegenstelling tot duursporten zijn de meeste teamsporten 'tactical games'. Deze opvatting wordt overigens niet overal gedeeld. In Engeland, Australië en Amerika wordt voetbal bijvoorbeeld meer gezien als een 'physical game' en is fysieke belastbaarheid van voetballers leidend in talentprogramma's en selecties. Maar in mijn opvatting is strategie en tactiek leidend en bepalend voor het belang van fysieke belastbaarheid. De strategie van het Nederlands elftal tijdens de WK in Brazilië gaf een mooi inkijkje in deze discussie! Bij teamsporters zijn laboratoriumtests of veldtests voor fysieke belastbaarheid dan ook niet of nauwelijks voorspellend voor wedstrijdprestaties en geven deze tests hooguit een globaal beeld van de fysieke belastbaarheid op dat moment.

Figuur 4. Inspanningstest op een roei-ergometer.

Wedstrijdanalyses

Maar hoe meet je dan wel wedstrijdprestaties van teamsporters? Kijk je naar de eindstand, kun je goed spelen en toch verliezen? Kun je slecht spelen en toch winnen? Wedstrijdanalyses in teamsporten worden gedomineerd door notatie analyse, simpel gezegd het turven van acties van spelers aan de bal. Dus bijvoorbeeld in voetbal: speler A passt naar speler B, speler B geeft een voorzet op speler C en speler C kopt de bal in de goal. Deze analyse geeft dus informatie over type, aantal en kwaliteit van acties. Winnende teams hebben meer en succesvollere acties, tenminste gemiddeld genomen. Veel statistieken in kranten en op tv zijn gebaseerd op dergelijke analyses. Maar er is meer! Op basis van positie-data kunnen we ook het bewegingsge-

2. Hoe hangen deze variabelen samen met winnen en verliezen, het creëren van doelpogingen en het scoren van goals?
3. Hoe wordt bewegingsgedrag beïnvloed door omgevingsfactoren (bijvoorbeeld type ondergrond of veldafmetingen), individuele kwaliteiten van spelers (bijvoorbeeld het maken van juiste keuzes of de handelingssnelheid) en kenmerken van de taak (bijvoorbeeld bepaalde tactische opdrachten)?³⁷

Vanuit antwoorden op deze vragen kunnen trainingen beter en effectiever worden gestuurd.

Dynamisch systeem

Wouter Frencken heeft in zijn promotieonderzoek laten zien dat bewe-

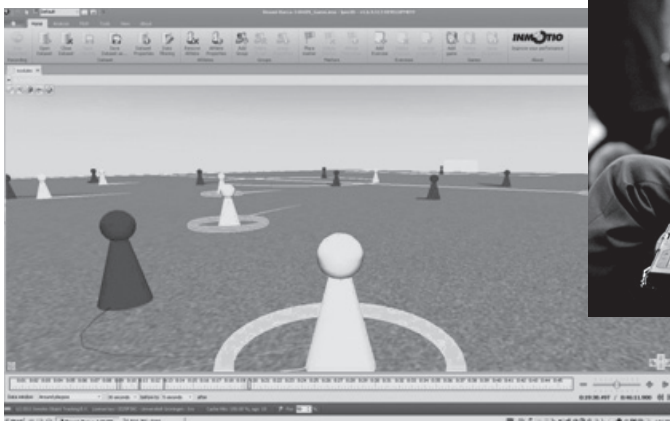
van deze teamvariabelen de mate van verstoring in het systeem is af te lezen. Daarnaast is samen met handbal- en voetbalcoaches innovatieve software ontwikkeld om tactische concepten, zoals afspeelmogelijkheden, 'druk zetten' en veldbezetting, te kunnen meten. Ook wordt er gewerkt aan een coachcockpit om het daadwerkelijke gedrag van teamsporters te vergelijken met het gewenste gedrag (figuur 5). Geavanceerdere variabelen en modellen zijn echter nodig om het complexe bewegingsgedrag van teamsporters te verklaren. Interessante kruisbestuivingen kunnen ontstaan door concepten vanuit de psychologie, zoals het kunnen inschatten van je eigen mogelijkheden of cohesie binnen teams, te relateren aan het daadwerkelijke

bewegingsgedrag in het veld. Spelers en teams benaderen als een sociaal netwerk is een andere benadering, die door promovendus Folkert Boer, samen met econometristen van de Universiteit van Tilburg, wordt

onderzocht. Vergelijkingen tussen teams in bedrijven en voetbalteams ligt dan voor de hand. Ook een vergelijking met gedrag van dieren is een mogelijkheid. Kennis uit de biologie over het beschrijven van gedrag van vogels of vissen zou interessante input kunnen geven voor het analyseren van bewegingsgedrag. Met Europese wetenschappers werken we samen om wedstrijden te analyseren vanuit verschillende theoretische concepten. Erg leerzaam en inspirerend!

Kleine partijtjes

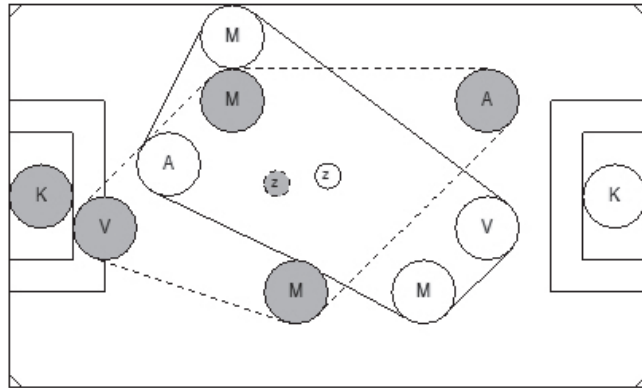
In kleine partijtjes, in de Nederlandse voetbalvisie beschouwd als de heilige graal om te leren voetballen, blijken kansen en goals vaak vooraf te worden



Figuur 5. In het onderzoek van Wouter Frencken werd samen met voetbalcoaches innovatieve software ontwikkeld om tactische concepten te kunnen meten.

drag van spelers onderling vastleggen. Waar, wanneer, wat en waarom zijn vragen die relevant zijn om bewegingsgedrag te analyseren. Dit vergt een andere manier van benadering en analyse. De speler aan de bal is belangrijk maar ook de andere spelers op het veld die in een onderling systeem afhankelijk zijn van elkaar. Ons onderzoek naar wedstrijdprestaties van teamsporters richt zich op 3 vragen: 1. Welke variabelen beschrijven het bewegingsgedrag van teams en spelers?

gingsgedrag van teamsporters kan worden beschouwd als een dynamisch systeem, waarbij dit gedrag tot stand komt door interactie tussen medespelers en tegenstanders.^{22,27} Teams aan de bal proberen het systeem te verstoren om een goal te kunnen maken, terwijl het team zonder bal probeert het systeem te handhaven om een goal te voorkomen. Daarbij zijn diverse teamvariabelen ontwikkeld, zoals zwaartepunten, oppervlaktes, lengtes en breedtes van teams. De veronderstelling is dat in de variabiliteit



Figuur 6. Teamvariabelen zwaartepunten en oppervlaktes in kleine partijtjes: Z=Zwaartepunt, K=Keeper, V=Verdediger, M=Middenvelder, A=Aanvaller (overgenomen uit Frencken et al.¹⁹).

gegaan door het kruizen van de zwaartepunten van teams (figuur 6).¹⁹ In 11 tegen 11 blijkt een hoge variabiliteit van zwaartepunten, als indicatie voor verstoring van het systeem, vooral samen te hangen met crosspasses en dode spelmomenten.²⁰ Bij kansen en goals zien we dat de hoge variabiliteit van zwaartepunten vooral optreedt in de dynamiek van de aanvallende en verdedigende linie. Het verdedigende team lijkt dan minder goed op het aanvallende team te anticiperen. Op basis van een aantal manipulaties van kleine partijtjes hebben we laten zien dat het veranderen van de afmetingen van het veld in respectievelijk lengte en breedte, niet alleen leidt tot ander bewegingsgedrag in de gemanipuleerde richting, maar ook in de andere richting. Schijnbaar bestaat er een ideale verhouding binnen teams tussen het positie kiezen in de lengte en de breedte.²¹ Deze verhouding is overigens wel gerelateerd aan leeftijd. Met het toenemen van de leeftijd maken jeugdspelers steeds meer gebruik van de breedte van het veld.^{17,38} De invloed van manipulaties van kleine partijtjes en de representativiteit van kleine partijtjes voor 'echte' wedstrijden in verschillende leeftijdscategorieën staat ook centraal in het promotieonderzoek van Sigrid Olthof, een gemeenschappelijk project met de KNVB en FC Groningen.. Om het belang van dit type onderzoek

te illustreren in relatie tot belasting en belastbaarheid wil ik u het volgende experiment niet onthouden. Master student Dorine Hofmeester liet in haar onderzoek zien, dat als je teams indeelt op basis van fysieke belastbaarheid (in haar geval snelheid) dit niet leidt tot verschillende snelheidspatronen van deze spelers tijdens partijtjes. De snelheidspatronen waren echter wel sterk gerelateerd aan het bewegingsgedrag van de teams, zoals de mate waarin gebruik werd gemaakt van de breedte van het veld. Dit laat zien dat de fysieke belasting niet wordt bepaald door de fysieke belastbaarheid van het individu, maar door de spelstrategie van de teams.

Besluit

Geachte lezers, ik kom tot een afronding. Ik hoop U duidelijk te hebben gemaakt dat het model belasting-belastbaarheid-herstel een goed uitgangspunt vormt om greep te krijgen op processen waaraan sporters worden blootgesteld. Het monitoren en manipuleren van deze processen vereist, zoals bij een spel, kennis, kunde en strategie om prestaties te optimaliseren en gezondheidsproblemen te voorkomen. Daarbij is een multidimensionale benadering vereist en moet er rekening worden gehouden met individuele verschillen. Dit vergt continue monitoring van fysieke en psychosociale processen. Innovaties zijn hierbij on-

misbaar. Meerdere disciplines zouden met elkaar moeten samenwerken. En slimme sensoren maken het steeds beter mogelijk om informatie te verzamelen in wedstrijden, de dagelijkse trainingspraktijk en het dagelijks leven. Implementatie van dergelijke systemen in de topsportpraktijk vergt extra aandacht. Bovendien vergt het beschikbaar komen van veel data ook innovatieve systemen voor databeheer en data-analyse, maar de crux zit hem wat mij betreft in de interpretatie van de data. Kennis hierover zou meer met in plaats van voor de sportpraktijk moeten worden ontwikkeld. We hebben het startblok verlaten, we hebben de richting bepaald, we zijn aan het versnellen, maar de finish is nog niet in zicht!

Ik heb gezegd.

Referenties

1. Aubert AE, Seps B & Beckers F (2003). Heart rate variability in athletes. *Sports Medicine*, 33 (12), 889-919.
2. Andersen MB & Williams JM (1999). Athletic injury, psychosocial factors and perceptual changes during stress. *Journal of Sports Sciences*, 17, 735-741.
3. Banister EW (1991). Modeling elite athletic performance. In: MacDougall JD, Wenger HA & Green HJ (eds.), *Physiological testing of elite athletes*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
4. Benjaminse A et al. (2010). An investigation of motor learning during side-step cutting, design of a randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 11, 235.

5. Bisseling RW (2008.) *Biomechanical determinants of the jumper's knee in volleyball*. Academisch proefschrift Rijksuniversiteit Groningen.
6. Borghuis AJ (2013). *Core stability in soccer: it's a matter of control!* Academisch proefschrift Rijksuniversiteit Groningen.
7. Borghuis AJ, Hof AL & Lemmink KAPM (2008). The importance of sensory-motor control in providing core stability: implications for measurements and training. *Sports Medicine*, 38 (11), 893-916.
8. Borresen J & Lambert MI (2009). The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports Medicine*, 39 (9), 779-795.
9. Brink MS et al. (2014). Coaches' and players' perceptions of training dose: not a perfect match. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9, 497-502.
10. Brink MS et al. (2010). Monitoring load, recovery, and performance in young elite soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24 (3), 597-603.
11. Brink MS et al. (2010). Monitoring stress and recovery: new insights for the prevention of injuries and illnesses in elite youth soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 44 (11), 809-815.
12. Brink MS et al. (2012). Changes in perceived stress and recovery in overreached young elite soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 22, 285-292.
13. Dallinga JM, Benjaminse A & Lemmink KAPM (2012). Which screening tools can predict injury to the lower extremities in team sports? A systematic review. *Sports Medicine*, 42 (9), 791-815.
14. Dijk FJH van et al. (1990). Herwaardering model belasting-belastbaarheid. *Tijdschrift Sociale Gezondheidszorg*, 68 (1), 3-10.
15. Does H van der et al. (2014). The contribution of stress and recovery to field-test performance in floorball. *International Journal of Sports Medicine* (in revision).
16. Ettema JH (1973). Het model belasting en belastbaarheid. *Tijdschrift Sociale Geneeskunde*, 51, 44.
17. Folgado H et al. (2014). Length, width and centroid distance as measures of teams tactical performance in youth football. *European Journal of Sport Sciences*, 14 (S1), S487-S492.
18. Foster C (1998). Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30 (7), 1164-1168.
19. Frencken WGP et al. (2011). Oscillations of centroid position and surface area of soccer teams in small-sided games. *European Journal of Sports Sciences*, 4, 215-223.
20. Frencken WGP et al. (2012). Variability of inter team distance associated with match events in elite-standard soccer. *Journal of Sports Sciences*, 30 (12), 1207-1213.
21. Frencken WGP et al. (2013). Size matters: Pitch dimensions constrain interactive team behavior in soccer. *Journal of Systems Science and Complexity*, 26, 85-93.
22. Frencken WGP (2012). *Soccer tactics. Dynamics of small-sided games and full-sized matches*. Academisch proefschrift Rijksuniversiteit Groningen.
23. Impellizzeri FM, Rampinini E & Marcora SM (2005). Physiological assessment of aerobic training in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 23, 583-592.
24. Kentta G & Hassmen P (1998). Overtraining and recovery: A conceptual model. *Sports Medicine*, 26 (1), 1-16.
25. Lamberts RP et al. (2004). Variation in heart rate during submaximal exercise: Implications for monitoring training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18 (3), 641-645.
26. Lemmink KAPM, Elferink-Gemser MT & Visscher C (2004). Evaluation of the reliability of two field hockey-specific sprint and dribble tests in young field hockey players. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 138-142.
27. Lemmink KAPM & Frencken WGP (2013). Tactical performance analysis in invasion games: Perspectives from a dynamical system approach with examples from soccer. In: McGarry T, O'Donoghue P & Sampaio J (Eds.), *Handbook of Sports Performance Analysis*, section II: Measurement and evaluation in sport performance analysis, Chapter 8, pp. 89-100. London / New York: Routledge.
28. Lemmink KAPM et al. (2004). The Interval Shuttle Run test for intermittent sport players: Evaluation of reliability. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18 (4), 821-827.
29. Meeusen R et al. (2013). Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: Joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45 (1), 186-205.
30. Nedelec M et al. (2012). Recovery in soccer - part I: Post-match fatigue and time course of recovery. *Sports Medicine*, 42 (12), 997-1015.
31. Nedelec M et al. (2013). Recovery in soccer - part II: Recovery strategies. *Sports Medicine*, 43 (1), 9-22.
32. Nederhof (2007). *Psychomotor speed as a marker for overtraining in athletes: A multidisciplinary approach*. Academisch proefschrift Rijksuniversiteit Groningen.
33. Nederhof E, Brink MS & Lemmink KAPM (2008). Reliability and validity of the Dutch Recovery Stress Questionnaire for athletes. *International Journal of Sport Psychology*, 39 (4), 301-311.
34. Nederhof E et al. (2006). Overtraining syndrome: Psychomotor speed as an early marker? *Sports Medicine*, 36 (10), 817-828.
35. Nederhof E et al. (2007). The effect of high load training on psychomotor speed. *International Journal of Sports Medicine*, 28, 595-601.
36. Nederhof E et al. (2008). Different diagnostic tools in nonfunctional overreaching. *International Journal of Sports Medicine*, 29 (7), 590-597.
37. Newell KM (1986). Constraints on the development of coordination. In: Wade MG & Whiting HTA (Eds), *Motor development in children: Aspects of coordination and control*, pp. 341-361. Amsterdam: Martin Nijhoff.
38. Olthof SBH, Frencken WGP & Lemmink KAPM (2014). The older, the wider: on-field tactical behaviour of elite-standard youth soccer players in small-sided games. *Human Movement Sciences* (in revision).
39. Otter TA et al. (2014). A new submaximal ergometer rowing test to predict 2000 meter rowing performance. *Journal of Strength and Conditioning Research* (in revision).
40. Stege MHP ter et al. (2014). Effect of interventions on potential, modifiable risk factors for knee injury in team ball sports: a systematic review. *Sports Medicine*, 44 (10), 1403-1426.
41. Ven M van de et al. (2014). Herkenning van overbelasting bij sporters. *Huisarts en Wetenschap*, 57 (8), 426-429.

Over de auteur

Koen Lemmink (Oldenzaal, 1962) is opgeleid tot leraar LO aan de Hanzehogeschool Groningen en studeerde vervolgens Bewegingswetenschappen aan de Rijksuniversiteit Groningen. Daar werd hij in 1988 aangesteld als onderzoeker en later als universitair docent Sport. In 1996 promoveerde hij binnen de Medische Faculteit. Van 2007 t/m 2013 combineerde hij zijn werkzaamheden als universitair hoofd-docent Sport bij Bewegingswetenschappen met de functie van lector Praktijkgerichte Sportwetenschap bij het Instituut voor Sportstudies van de Hanzehogeschool Groningen. Sinds maart 2013 is Lemmink hoogleraar Sport, Prestatie en Innovatie. E-mail: k.a.p.m.lemmink@umcg.nl