

Goed kunnen accelereren is voor veel sporten waarin wordt hardgelopen van groot belang, in het bijzonder voor de sprints in de atletiek. Tijdmetingen en biomechanische analyses kunnen verbetermogelijkheden aan het licht brengen. Maar hoe kom je vervolgens daadwerkelijk tot prestatieverbetering?

Vijf invalshoeken voor effectieve acceleratietraining

**Brendan Troost
& Erwin Mortier**

Bij het analyseren van sprintprestaties in de atletiek wordt onder de acceleratiefase het deel van de race tussen de start (pas 1 en 2 uit het startblok) en de zogeheten snelheidsfase verstaan. De sprinter komt in deze snelheidsfase wanneer hij 95% van zijn maximale snelheid bereikt. Voor de meeste sprinters op nationaal niveau betekent dit, dat het accelereren tot ongeveer 30 meter duurt. Voor sprinters op absoluut internationaal topniveau kan deze fase langer duren. Tijdens zijn 100 meter wereldrecordrace in 2009 duurde de acceleratiefase van Usain Bolt maar liefst 42 meter.¹

Het onderscheid tussen de acceleratiefase en de snelheidsfase op basis van de '95%-regel' lijkt wellicht arbitrair, maar in de praktijk blijkt dat er fundamenteel andere biomechanische kenmerken zichtbaar zijn tijdens het lopen op (bijna) maximale snelheid versus het accelereren. Overigens is het wel

belangrijk om te beseffen dat er geen rigide overgang tussen deze kenmerken plaatsvindt, maar dat ze langzaam in elkaar overlopen.

Snel?

De acceleratiefase komt niet alleen voor in de atletieksprint, maar ook in andere sporten als voetbal, hockey en handbal. Zelden wordt er dan een afstand langer dan 20 meter afgelegd. Een speler die op het veld als 'snel' wordt aangeduid, is in de praktijk dus vooral goed in accelereren.

Het belangrijkste verschil tussen de acceleratiefase en de snelheidsfase is, dat er tijdens de acceleratiefase per pas veel snelheid wordt toegevoegd. De mate van versnelling neemt echter ook weer snel af. Het meest zichtbare biomechanische verschil tussen beide fasen is de romppositie. Bij het begin



Figuur 1. De romp van de atlete heeft halverwege de acceleratiefase (rechts) een kleinere hoek met de atletiekbahn dan tijdens de snelheidsfase (links).

fase	romphouding	contacttijd/vluchttijd	krachtleverantie
acceleratie	hoek t.o.v. baan: 45°-80°	langer aan de grond, korter in de lucht	spiergebruik relatief meer concentrisch
snelheid	hoek t.o.v. baan: 88°	korter aan de grond, langer in de lucht	spier- en peesgebruik relatief meer elastisch

Tabel 1. De belangrijkste biomechanische verschillen tussen de acceleratiefase en de snelheidsfase.

van de acceleratiefase ligt de romp in een hoek van 45-55 graden ten opzichte van de baan, terwijl deze hoek in de snelheidsfase rond de 88 graden (= vrijwel verticaal) is.

Parameters

Het verschil tussen 'acceleratie' en 'snelheid' blijkt uit een aantal belangrijke parameters (zie tabel 1). Als eerste is er de contacttijd/vluchttijd ratio. Aan het begin van de acceleratiefase duurt het voetcontact met de grond relatief lang en is de tijd dat de voet door de lucht zweeft relatief kort. Bij elke pas neemt de contacttijd af en de vluchttijd toe. De ratio tussen deze twee variabelen neemt vanaf het begin van de acceleratie tot aan de 30 meter markering af van 2,5 tot 0,7. Met andere woorden: het aandeel van de contacttijd tijdens een pas loopt

in de acceleratiefase terug van 70% naar 40%. Dit komt tot uiting in een licht oplopen van de pasfrequentie en een forse toename van de paslengte. Hierbij geldt dat deze ratio al rond de 10 meter markering onder de 1,0 daalt, waardoor we kunnen concluderen dat de grootste biomechanische veranderingen dan al hebben plaatsgevonden. Dit geldt ook voor de wijze van krachtsleverantie c.q. het type spiergebruik. In de snelheidsfase zijn de stijfheid van de enkel en de knie belangrijke prestatiebepalende factoren. Het lichaamsgewicht dient binnen een korte grondcontacttijd – wereldtoppers: 0,08 seconden – opgevangen en verwerkt te worden om naar een nieuwe vluchtfase over te gaan. Hierbij wordt voornamelijk gebruik gemaakt van de elastische structuren rondom deze gewrichten. Dit is in mindere

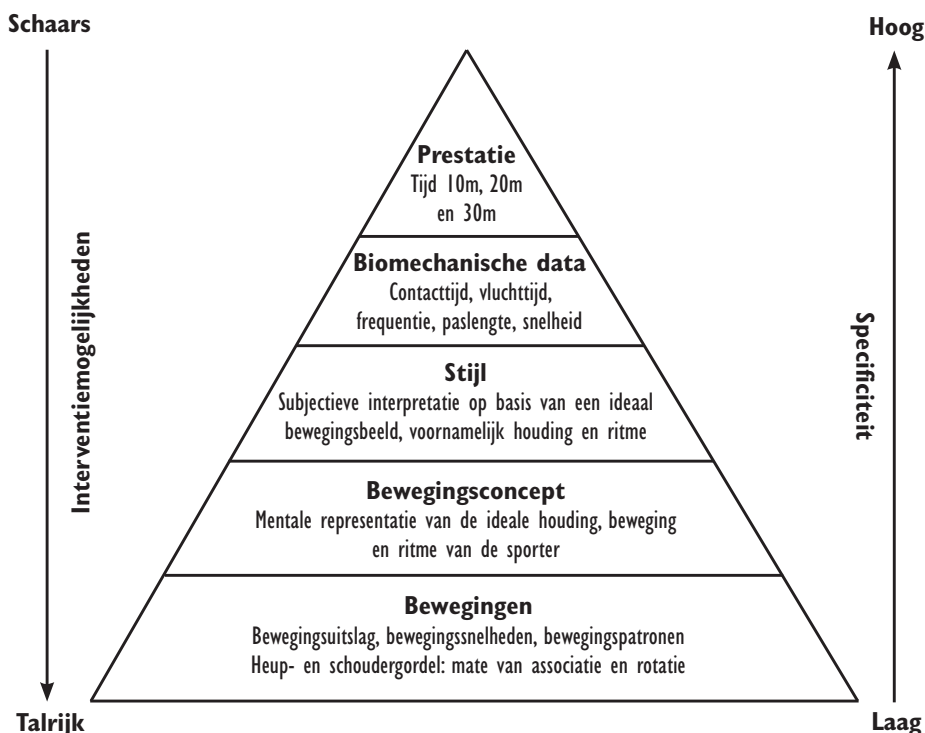
mate het geval tijdens de acceleratiefase. De sprinter heeft dan meer tijd voor zijn krachtleverantie, waardoor de spieren rondom heup, knie en enkel op een meer concentrische wijze gebruikt (kunnen) worden. Er is dus

meer sprake van een *triple extension* van de genoemde gewrichten. Dit betekent echter niet dat er gestreefd moet worden naar een *volledige* strekking van alle betrokken gewrichten. Er is namelijk nog steeds sprake van een relatief korte tijdspanne waarin de kracht moet worden geleverd.

Interventies voor het verbeteren van de acceleratie

De bewegingen tijdens een acceleratie lijken relatief simpel. Dit betekent echter niet dat het verbeteren ervan een simpele taak is. Sterker nog: door deze relatieve eenvoud wordt er juist veel analytische diepgang en creativiteit van de trainer geëist.

In dit artikel laten we een aantal zaken (deels) buiten beschouwing, zoals algemene atletische vorming, krachtontwikkeling en mentale vaardigheden.



Figuur 2. Invalshoeken voor acceleratie-training.

Dit betekent niet dat wij deze niet belangrijk achten. Integendeel zelfs, want dit zijn essentiële voorwaarden om op lange termijn progressie te boeken. We concentreren ons in dit artikel echter op een vijftal invalshoeken waarmee we de kwaliteit van de acceleratie kunnen beïnvloeden.

We hebben gekozen voor ordening in een piramidevorm. Onderin de piramide is het aantal interventiemogelijkheden het grootst. Dit gaat echter wel ten koste van de specificiteit, die bovenin de piramide juist het grootst is. De snelste manier om de acceleratie te verbeteren, is simpelweg vaak accelereren. Op deze manier zal echter relatief snel een prestatieplateau bereikt worden. Daarnaast zal er door de monotonie van de training snel sprake zijn van overbelasting, met name van de voeten en schenen. Ook is het onze ervaring dat de acceleratie voor veel atleten een relatief complexe vaardigheid is, omdat de relatief kleine hoek van de romp ten opzichte van de baan oncomfortabel voelt. Over het algemeen ervaart een atleet weinig ruimte om te experimenteren met en te variëren binnen deze vaardigheid. Vooral voor atleten die niet tot de (inter)nationale top behoren, geldt dat de mechanica van het accelereren bij minder dan 95-100% inzet niet uitgevoerd kan worden en vervangen wordt door de mechanica van het lopen op snelheid. Door deze complexiteit en de niet-comfortabele houding is accelereren een vaardigheid die veel onderhoud nodig heeft.

Vijf invalshoeken

Zoals te zien is in figuur 2 hanteren we de volgende vijf invalshoeken voor het verbeteren van de acceleratie:

1. Prestatie

Bij deze invalshoek wordt enkel gekeken naar de tijd die gerealiseerd wordt op de 30 meter, eventueel aangevuld met tussentijden op de 10 en 20 meter

markeringen. Dit kan gezien worden als 100 procent resultaatfeedback.

Er kleven enkele nadelen aan deze invalshoek. Elke poging zal maximaal moeten zijn, anders is er geen sprake van een objectief en onderling vergelijkbaar resultaat. Daarnaast kunnen elementen als cumulatieve vermoeidheid in een trainingscyclus en weersomstandigheden een verstrend effect hebben. Tot slot geldt binnen de atletiek dat de acceleratiefase gevolgd wordt door de snelheidsfase. In de acceleratiefase zal dus ook op efficiënte wijze een goede uitgangspositie voor het vervolg gecreëerd moeten worden. Dit vereist voldoende vermogen en een juiste lichaamshouding om optimaal te presteren in de snelheidsfase. Acceleratie is binnen de atletiek geen doel, maar een middel.

2. Biomechanische data

Op dit niveau in de piramide wordt de prestatie ontleed in kwantitatieve data waarvoor internationale benchmarks bestaan. De belangrijkste kengetallen zijn paslengte, pasfrequentie, contacttijd, vluchtijd en vluchtsnelheid. Omdat er in de acceleratiefase in korte tijd veel veranderingen in deze kengetallen plaatsvinden, zullen deze per pas bekeken moeten worden. Dit vereist een forse investering in hoogwaardige camera's, analysetijd en/of analyseapparatuur.

Biomechanische data bieden een diepgaand inzicht in de acceleratiepatronen. De factoren die het meest direct het eindresultaat lijken te beïnvloeden zijn paslengte en pasfrequentie. Ervaring leert echter dat wanneer men de ene factor direct probeert te beïnvloeden dit een negatieve consequentie heeft voor de andere factor. De onderliggende factor die beide kengetallen positief kan beïnvloeden, is de mate waarin het gegenereerde vermogen tijdens het grondcontact in de juiste richting gestuurd wordt. Hierbij moet aangetekend worden dat het gele-

verde vermogen wordt aangewend voor twee doelen, namelijk 1) het naar voren stuwen van het lichaam en 2) het weerstaan van de zwaartekracht. Randvoorwaardelijk hiervoor is het combineren van een juiste lichaamshouding met de juiste plaatsing van de onderste extremiteiten. Een belangrijke norm hierbij is dat de hoek van het scheenbeen ten opzichte van de baan gelijk moet zijn aan de hoek van de romp met de baan, om nadelige rotaties te voorkomen. Tevens dient deze hoek bij elke pas drie tot vier graden toe te nemen.

3. Stijl

Bij coaching op stijl wordt er niet uitgegaan van data, maar van het totale bewegingsbeeld dat door de coach of de atleet ervaren wordt, al dan niet met gebruik van hulpmiddelen. Dit kan afgeleid worden uit bovengenoemde biomechanische data, maar ook gebaseerd zijn op een ideaalbeeld van de coach of het beeld van de wereldtop. Dit kan echter gevaarlijk zijn vanwege verschillen in morfologische eigenschappen, motorische voorkeuren en krachtniveaus. Op dit niveau onderscheidt de topcoach met een jarenlang ontwikkeld oog voor bewegen zich van de minder ervaren coach, die vaak een minder scherp zicht op het bewegingsbeeld heeft en soms nog vanuit verkeerde aannames opereert. Tevens is de topcoach vaker in staat om oorzaak-gevolg relaties bloot te leggen, daar waar de minder ervaren coach vooral symptomen waarneemt. Vanuit deze invalshoek wordt niet alleen gekeken naar de relatie van de verschillende lichaamssegmenten ten opzichte van elkaar en het lichaamszwaartepunt, maar ook naar ritme en bewegingssoeplesse.

4. Bewegingsconcept

Hiermee wordt de mentale representatie van de ideale beweging, houding en ritme door de sporter bedoeld. In tegen-

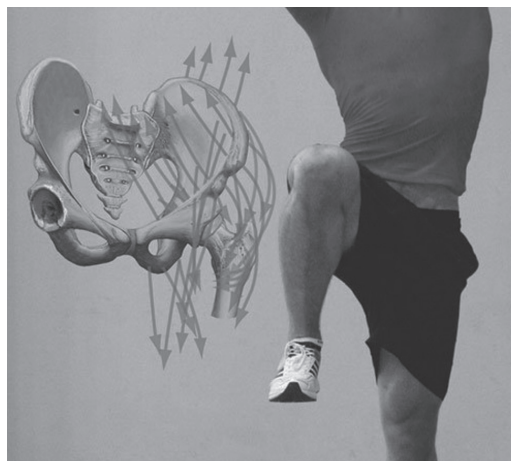
stelling tot stijl betreft dit dus een intern proces. In de praktijk betekent dit soms dat er een discrepantie mag bestaan tussen het bewegingsconcept en het daadwerkelijk gerealiseerd bewegingsbeeld. Iedere sporter heeft namelijk zijn specifieke wijze waarop hij een sportactie ervaart. Zo kan het zijn dat het beeld van 'voorover vallen' bij atleten zeer effectief is om in de juiste houding te komen, zonder dat hier daadwerkelijk sprake van is. Dit zou immers nadelige rotaties tot gevolg hebben die veel tijd kosten. Uit ervaring blijkt ook dat atleten een voorkeur hebben om hun bewegingen binnen het horizontale (voor-achter of achter-voor) of verticale (boven-beneden of beneden-boven) vlak uit te voeren. Vooral in de beginfase van de acceleratie, wanneer het lichaam zich in een hoek van 45 graden ten opzichte van de baan bevindt, kan (het coachen van) de oriëntatie van het lichaam en de extremiteiten een grote uitdaging zijn. Over het algemeen kan gesteld worden dat, net als bij het sprinten op hoge snelheid, zogeheten 'frontside mechanics'², waarbij de ledematen grotendeels bewogen worden in het vlak aan de voorzijde van het lichaam, het meest effectief zijn. Het is verstandig om dit als basis van het te ontwikkelen bewegingsconcept te gebruiken. Daarnaast hebben veel atleten de neiging om te streven naar een volledige strekking van zowel heup, knie als enkel. Atleten op nationaal en internationaal niveau genereren echter zoveel snelheid uit de startblokken dat deze volledige strekkingen niet meer gecombineerd kunnen worden met de hoge pasfrequentie die vereist wordt. Dit aspect vereist veel aandacht bij de vorming van het correcte bewegingsconcept bij de atleet.

5. Bewegingen

Uiteraard wordt de prestatie geleverd door het daadwerkelijk uitvoeren van

de juiste bewegingen. Binnen de acceleratie zien we daarbij een aantal opvallende zaken. Vanwege de snelle veranderingen in de belangrijkste biomechanische factoren zoals contacttijden, vluchttijden en de hoek van het lichaam ten opzichte van de baan, kunnen hier veel verstoringen plaatsvinden. Daarom is het belangrijk dat er met name rond het bekken en in de heupen veel bewegingsruimte aanwezig is om deze variaties op te vangen. Dit kan een vrijheidsgradenprobleem³ tot gevolg hebben, dat echter door middel van attractoren⁴ (stabiele elementen binnen de beweging) opgelost kan worden.

Wellicht de belangrijkste attractor binnen de acceleratie is de zogenaamde 'hip lock position', waarbij de vrije bekkenhelft maximaal omhoog gebracht wordt. Overigens beweegt het bekken niet alleen in het frontale, maar ook in het transversale en het sagittale



Figuur 3. Hip-lock position: de vrije bekkenhelft wordt opgetild door co-contracties van de spieren rondom de vaste bekkenhelft. (Overgenomen van Twitter: @FransBoschbook)

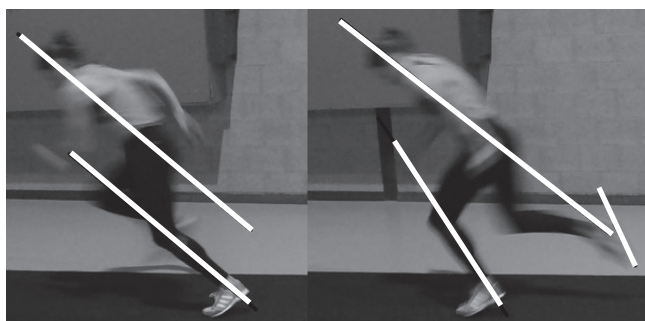
vlak en moet de atleet de mobiliteit en de neurologische capaciteit bezitten om deze perfect te coördineren. Een aspect dat daarop van invloed kan zijn, is de mate van associatie tussen de bekkengordel en de schoudergordel.⁴ Bij atleten waarbij de schouders en heupen relatief onafhankelijk van elkaar functioneren, zal er door mid-

del van core stability training gezorgd voor gezorgd moeten worden dat het bekken in de juiste positie gehouden wordt om het biomechanische principe van 'frontside mechanics' in stand te houden. Een ander belangrijk aspect is de intentie waarmee de heupflexie en heupextensie aangestuurd worden. Sommige atleten hebben van nature de neiging om de nadruk te leggen op het buigen van de heup terwijl anderen juist het strekken van de heup benadrukken. Dit is met name voor de acceleratie van belang, omdat in de praktijk blijkt dat sprinters met een dominante heupflexie moeite hebben om het bekken in de juiste positie te krijgen.

Casus I

Een sprintster van 26 jaar op nationaal niveau voert op de training een acceleratie vanuit het startblok uit. De tijd op de 20 meter (= prestatie) is verrassend goed, maar er is tussen de 3 en 6 meter wel een duidelijke asymmetrie in het lopen (= stijl) zichtbaar. Videobeelden laten zien dat de contacttijd van de tweede pas (links) relatief lang is, namelijk 5-6 frames (= biomechanische data). De linkervoet gaat in plaats van naar achteren naar beneden (= stijl). Hierdoor lopen de lijnen tussen het onderbeen en het lichaam niet parallel, waardoor er met de afzet gewacht moet worden totdat het onderbeen naar voren geroeteerd is. Omdat deze sprintster in het verleden veel last heeft gehad van een verkorte psoas, iliacus en tensor faciae latae, waardoor de vrije linker bekkenhelft onvoldoende in het frontale vlak getild kon worden (= bewegingen), wordt de mobiliteit van de onderrug en het bekken en de tonus rondom de linker heup gecheckt. Er worden geen abnormale afwijkingen geconstateerd. Wanneer de videobeelden nog eens gecheckt worden, valt op dat de eerste passen rond de 1,10

tot 1,40 meter lang zijn, wat gezien de internationale benchmarks (0,90-1,30 meter) en de geringe lengte van deze sprintster (1,68 meter) opmerkelijk is. De trainer besluit het probleem aan te pakken door middel van een dwangstelling. Er worden markeringen neergelegd die de sprintster dwingen haar passen met 5 centimeter te verkorten door ze naar achteren te richten (= stijl). Deze poging wordt weer opgenomen op video en geanalyseerd. Er



Figuur 4. Casus 1: De sprintster richt haar afzet niet in lijn met de hoek van de romp (zie beeld rechts), waardoor zij moet wachten tot haar onderbeen voldoende naar voren geroteerd is (zie beeld links). Het gevolg is een langere contacttijd. De uiteindelijk oorzaak blijkt een te lange en trage extensie van het enkelgewricht (zie beeld rechts).

wordt echter exact hetzelfde probleem geconstateerd. De beelden worden nogmaals geanalyseerd, waarbij gecheckt wordt hoe de verschillende lichaamssegmenten ten opzichte van elkaar bewegen. De extensie van het standbeen ziet er beter uit dan voorheen, omdat deze geïnitieerd wordt vanuit de heup en vervolgens getransporteerd wordt naar de knie en enkel. Wat echter opvalt, is dat de extensie van het enkelgewricht langzaam en met een grote bewegingsuitslag plaatsvindt. Plotseling vallen de puzzelstukjes op hun plaats. De 'triple extension' van het standbeen duurt door de excessieve extensie van het enkelgewricht te lang, waardoor het been niet naar voren gehaald kan worden. Als gevolg daarvan kan het losse been niet naar achteren, staat deze in de 'wachstand' en zakt de voet uiteindelijk recht naar beneden naar een ongunstige plaats ten opzichte van het li-

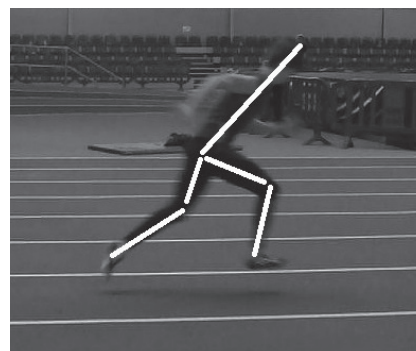
chaamszwaartepunt. Uiteindelijk blijkt er sprake te zijn van een verwaterd bewegingsconcept van de atlete, onder meer omdat ze als gevolg van een ongeval ruim een half jaar niet vanuit een startblok heeft geaccelereerd. Het beeld van accelereren door volledige heup-, knie- én enkelstrekking dient te worden bijgesteld. De sprintster wordt gevraagd een aantal kaatssprongen met 'stevige of stijve enkels' te maken. Vervolgens mag ze hetzelfde doen

in de vorm van skippings (knieheffen). Daarna herhaalt ze deze oefening met haar handen tegen een muur geplaatst en met haar romp in een stand van 45 graden ten opzichte van de grond. Ze heeft het bewegingsconcept nu goed door en voert dit

direct daarna volledig correct uit vanuit de startblokken. Daarbij blijkt ze nog sneller te zijn op de 20 meter dan voor de interventie.

Casus 2

Een sprintster van 22 jaar op nationaal niveau laat relatief zwakke tijden zien op de 20 meter (= prestatie). Ondanks haar lange benen zijn haar paslengtes relatief kort, vooral gedurende de eerste 10 meter. Haar pasfrequentie is gemiddeld (= biomechanische data), maar het ziet er wel snel uit (= stijl). Wanneer er naar beelden gekeken wordt, blijkt dat ze moeite heeft met het correct uitvoeren van de triple extensie van de heup, knie en enkel in de acceleratiefase. Ze strekt haar heup niet volledig door, waardoor haar lichaam in een ongunstige positie komt. Daardoor is de kniehoek in het voorste been relatief groot. De voet moet naar achteren gebracht worden om hem



Figuur 5. Casus 2: De sprintster accelereert met een onvolledige heupstrekking, waardoor ze 'zittend' loopt en haar voet ver naar voren komt. Ze lost dit op door extensief gebruik van de hamstrings in combinatie met een hoge pasfrequentie.

op een gunstige positie ten opzichte van het lichaamszwaartepunt neer te kunnen zetten. Deze ligt echter niet in het verlengde van de richting van het scheenbeen (= biomechanische data). Daarom zullen de hamstrings extra aangesproken moeten worden. Dit heeft echter tot gevolg dat de glutea relatief korter en dus minder gerekruteerd kunnen worden. De amplitude van de rotaties in het bekken neemt daarom af, waardoor het verhogen van de frequentie het enige middel is om de acceleratie voort te zetten (= bewegingen).

Kijkend naar de fysieke eigenschappen van de atlete vallen enkele zaken op. Er is geen sprake van een mobiliteitsbeperking in de onderrug, het bekken of de heupen (= bewegingen). Het beschreven bewegingspatroon verdwijnt dan ook zodra de sprintster in de snelheidsfase haar lichaam compleet opgericht heeft. Wel valt op dat de hamstrings erg goed ontwikkeld zijn ten opzichte van de glutea. De atlete is coördinatief zeer goed ontwikkeld en is in staat om een hoge bewegingsfrequentie te ontwikkelen in allerlei trainingvormen. Ze zet haar gehele lichaam proactief in bij elke beweging die ze maakt. Bovendien is er binnen haar bewegingspatroon sprake van een dominante heupflexie (= bewegingen). Navraag leert dat de atlete twee zaken belangrijk vindt

bij een acceleratie, namelijk een hoge frequentie en het 'laag houden' van het bovenlichaam (= bewegingsconcept). Dit laatste zorgt ervoor dat ze haar rug lang bolt, waardoor de achterste spierketen onvoldoende geactiveerd wordt, wat het beschreven patroon nog extra versterkt. Voor het maximaliseren van de frequentie zet de atlete haar sterke punten in: sterke hamstrings en coördinatie.

Er wordt besloten om het bewegingsconcept van de atlete bij te stellen. Door middel van walldrills (zie oefenstof) ervaart ze de juiste positie van haar romp en ledematen. Vervolgens worden deze drills gekoppeld aan korte acceleraties, waarbij ze de opdracht krijgt om dit bewegingsconcept met een lage bewegingsfrequentie te implementeren. Het duurt zes weken voordat ze dit concept stabiel kan uitvoeren, maar daarmee weet ze 0,1 seconde tijdwinst te boeken.

Externe focus

De oefeninstructies en feedback die door de trainer worden gegeven stimuleren een externe focus bij de atleet. Er worden ruimtelijke aanwijzingen gegeven, gerelateerd aan de omgeving. Het benoemen van (posities van) lichaamsdelen wordt zoveel mogelijk vermeden. Zo kan de trainer bij het uitvoeren van de kaatsoefening met stijve enkels een actieve actie aan de grond proberen op te roepen door aan te geven dat de atleet de grond zo fel mogelijk van zich af moet kaatsen en dat hij dit wil kunnen horen.

Interventies

Onze ervaring is dat interventies die direct voortkomen uit de invalshoeken 'prestatie' en 'biomechanische data' bij het merendeel van de atleten niet tot een prestatieverbetering leiden. Wij gebruiken daarom vooral de signaalfunctie van deze invalshoeken. Uiteindelijk zal het werken vanuit de andere invalshoeken immers, via een verbeterde

biomechanica tot betere prestaties moeten leiden. Het continu ontwikkelen van het bewegingsconcept op basis van motorische voorkeuren en binnen de grenzen van de bewegingsmobiliteit lijkt te leiden tot duurzame progressie. Daarbij ligt onze voorkeur bij impliciete leervormen, mits deze voldoende specifiek zijn. De trainer zal daarbij een grote gereedschapskist aan oefeningen nodig hebben, die passend bij de situatie van de individuele atleet ingezet kunnen worden en makkelijk gekoppeld kunnen worden aan de acceleratievormen tijdens de training.

Oefenvormen

De oefenstof is gericht op het (leren) toepassen van de juiste bewegingen vanuit (of leidend naar) een effectief bewegingsconcept, waarbij de effecten op korte termijn (oefenresultaat) en lange termijn (leerresultaat) zichtbaar gaan zijn in stijl, biomechanische data en prestatie. Zoals eerder aangegeven zijn een voldoende krachtniveau en bewegingsmobiliteit belangrijke randvoorwaarden die continu ontwikkeld moeten blijven worden, maar groten-deels buiten de scope van dit artikel vallen.

Wij raden de volgende basisoefeningen aan voor de ontwikkeling van een goede acceleratie:

1. Wegsprinten vanuit lage positie;
2. Stijgsprongen;
3. Knieheffen en scharen;
4. Wall drills;
5. Accelereren onder weerstand.

In een volgend artikel zullen de bovenstaande oefeningen uitgebreid belicht worden door ze te koppelen aan de vijf genoemde invalshoeken en aan de moderne inzichten met betrekking tot motorisch leren.

Conclusie

Accelereren is een complexe vaardigheid, die in veel atletiekonderdelen en in andere sporten wordt toegepast. Bij het analyseren van de acceleratie

en het ontwerpen/kiezen van interventies om deze te verbeteren kunnen verschillende invalshoeken van pas komen. Ons advies is om vooral vanuit 'stijl' (niveau 3, zie piramide) en 'bewegingsconcept' (niveau 4) te werken, met de invalshoek 'bewegingen' (niveau 5) als belangrijke randvoorwaarde en de invalshoeken 'prestatie' (niveau 1) en 'biomechanische data' (niveau 2) als resultaatinformatie.

Referenties

1. Hommel H et al. (2009). *Biomechanical analyses at the Berlin 2009 12th IAAF World Championships in Athletics – Final report sprint men*. Darmstadt: Deutscher Leichtathletik Verband (DLV).
2. Mann R & Murphy A (2015). *The mechanics of sprinting and hurdling*. CreateSpace Independent Publishing Platform.
3. Bernstein NA (1996). On dexterity and its development. In: Latash ML & Turvey MT, *Dexterity and its development*, pp. 3-275. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Inc.
4. Bosch F (2015). *Krachttraining en coördinatie. Een integratieve benadering*. Rotterdam: 2010 Uitgevers.
5. Huijbers J, Murphy P & Douwes B (2016). *Totaalcoachen XL*. Nieuwegein: Arko Sports Media.

Over de auteurs

Brendan Troost is sprint-horde trainer bij het Regionaal Training Centrum in Rotterdam (ATR) en hoofdtrainer bij zowel Rotterdam Atletiek als AV Gouda.

Erwin Mortier is trainer van (inter)nationale atleten bij Eindhoven Atletiek en daarnaast docent op de Sporthogeschool Eindhoven, Fontys Economische Hogeschool Tilburg en de Johan Cruyff Academy Tilburg.