

## Sprint en krachttraining

**Wat is een effectieve krachttrainingsmethodiek voor volwassen sprinters; een korte literatuurstudie.**

### INTRODUCTIE

De 100 meter sprint wordt ook wel eens het koningsnummer van de atletiek genoemd. Van alle sporten is de loopsnelheid het hoogst gedurende de 100 meter sprint. Loopsnelheid is de interactie tussen pasfrequentie en paslengte. Het doel van sprinten is om een zo hoog mogelijke stap frequentie te bereiken en een optimale staplengte. Usian Bolt liep de 100 meter in 9.58 seconden gedurende de wereldkampioenschappen 2009 in Berlijn. Zijn staplengte en -frequentie gedurende de maximale snelheidsfase van deze race (60–80 meter) was 4,49 stappen per seconde met een staplengte van 2,77 meter per stap. Ter vergelijking dit is ongeveer de hoogte van een verdieping van een gebouw. Om deze prestatie te leveren dient de atleet zijn lichaamsgewicht te versnellen van 0 kilometer per uur naar een maximale snelheid van 44,72 km/h [2, 3](zie tabel 1) . Kracht en snelheid zijn nodig om te versnellen tijdens de sprint. Het is algemeen geaccepteerd dat dit kan worden getraind door krachttraining. Het doel van het beschreven onderzoek is om te onderzoeken welke krachttrainingmethodiek het meest effectief is bij 100 meters sprint. Om dit te doen zal ten eerste de complexiteit van de sprint worden uitgelegd.

### Complexiteit van de sprint

De sprint wordt opgedeeld in verschillende fase[3, 4]. Verschillende auteurs beschrijven verschillende fases. Delecluse beschrijft twee fases. De eerste fase is de acceleratiefase en de tweede fase is maximale snelheidsfase [3]. Mero daarentegen omschrijft niet twee maar drie fases in zijn review. De acceleratiefase, constante snelheidsfase en de deceleratiefase [5]. Hij omschrijft in deze review echter ook dat de sprint wordt opgedeeld in vijf fases: 1) startblok fase, 2) acceleratiefase, 3) constante snelheidsfase, 4) deceleratiefase en als laatste (5) de finish [5]. Ook Ralph Mann deelt de sprint in diverse fase op. Ten eerste reactiefase en de tweede fase is de acceleratiefase, die vervolgens worden opgedeeld in de eerste twee stappen en de transitiefase (stap 3–10). Als derde omschrijft hij de maximale snelheidsfase. Ook deze heeft 2 subfases, namelijk het bereiken van de maximale snelheid en het behouden van de maximale snelheid [6]. De deceleratiefase, zoals omschreven door Mero, is discutabel aangezien uit de biomechanische analyse van de sprint finale in Berlijn (2009) blijkt dat de snelheid constant blijft op het einde van de sprint [2]. De aspecten die invloed hebben op de prestatie van de sprinter zijn onder andere kracht en snelheid. De kracht die vereist wordt in de sprint is mede afhankelijk van I) biomechanica, II) fysiologische aspecten en de III) de neurologische aansturing. Het zal blijken dat deze facetten per sprintfase verschillen [7]. Deze facetten zullen in de inleiding individueel worden besproken voor de sprint. Daarbij wordt tevens de relatie gelegd tot de krachttraining en wordt er besproken aan welke eisen de krachttraining volgens deze analyse aan zal dienen te voldoen.

### Biomechanica.

In deze paragraaf wordt in het kort de biomechanica uitgelegd van de sprint/ Daarbij wordt getracht de link te leggen naar krachttraining. De krachttraining zal verder worden uitgediept in de paragraaf 'krachttraining'.

De voorwaartse snelheid is in de startfase relatief laag. Daardoor is de tijd van het grondcontact relatief lang ten opzichte van de maximale snelheidsfase. (0,07–0,09 sec bij het lopen op snelheid en 0,12–0,18 seconden bij de eerste passen na de start) [4]. Tijdens de eerste passen van de sprintstart is het mechanische doel van de beweging het maximaliseren van de hoeveelheid effectieve (kinetische) energie ten behoeve van de horizontale snelheid van het lichaamszwaartepunt ([Ingen Schenau toevoegen](#)). Daarbij is het ontwikkelen van stuwkracht essentieel [8]. Om stuwkracht te ontwikkelen tijdens de sprint is strekking van de onderste extremiteit cruciaal. Deze strekking wordt volgens Delecluse e.a. voornamelijk verzorgd door de musculus quadriceps femoris en m. gluteus maximus [3, 4]. Uit het onderzoek van Doorenbosch en anderen blijkt echter ook dat de EMG activiteit van de soleus relatief groot is ([Ingen Schenau toevoegen](#)). Het type contractie is voornamelijk concentrisch in deze fase. Later in de sprint wordt de maximale snelheid bereikt en is de kracht die wordt gevraagd niet zo zeer stuwkracht maar ook reactieve kracht [4]. Tevens wordt er een andere musculatuur gebruikt. Zoals vermeld wordt er tijdens de acceleratiefase voornamelijk activiteit van de mm. Quadriceps femoris en de m. gluteus maximus gevraagd en tijdens de maximale snelheidsfase is dit voornamelijk de hamstrings, m. gluteus maximus en m. adductor magnus [3]. Daarnaast is de contacttijd van de voet tijdens de maximale snelheidsfase ongeveer de helft ten opzichte van de acceleratiefase [4]. Volgens Kuitunen wordt de maximale stapfrequentie bereikt na een paar stappen, terwijl de staplengte toeneemt gedurende een groter gedeelte van de race. De staplengte speelt daarmee een sleutelrol in het ontwikkelen van hoge snelheid tijdens het sprinten [9]. Dit wordt ondersteund door de biomechanische analyse van de sprint tijdens het WK in Berlijn 2009 (zie tabel 1).

De kracht die dus dient te worden geleverd tijdens de acceleratiefase is een stuwende kracht met een hoog vermogen van de strekketen. Tijdens de maximale snelheidsfase is dit een reactieve kracht van voornamelijk de hamstrings, m. gluteus maximus en m. adductor magnus ter vergroting van de paslengte, met korte contacttijden. De gebruikte krachttrainingmethodiek zal dus aan deze eisen dienen te voldoen.

Ook de energietoevoer is een belangrijk aspect in de sprint. In de volgende paragraaf wordt hier in het kort op in gegaan.

[Hierin nog de gegevens van het boek biomechanica van Ralph Mann invoeren op advies van Wigert Teunissen.](#)

[Verder nog meer informatie van Ingen Schenau/ IAAF en ook Mero zijn review meer inpassen](#)

#### **Fysiologische aspecten.**

Bij het begin van een maximale inspanning is de toevoer van zuurstof [naar de actieve spiervezels](#) ontoereikend om aan de energiebehoefte te voldoen. De energielevering [tijdens een sprint](#) verloopt volgens Vrijens en medewerkers volledig via creatinefosfaatsysteem en deze noemt men alactische anaerobe fase [10]. Echter Zintl beschrijft dat de 100 meter sprint 92% anaeroob en 8% aeroob verloopt. Van het anaerobe gedeelte verloopt 70% alactisch en 22% lactisch [11]. Ondanks deze lichte verschillen kan worden gesteld dat de

energie voor de sprint op zijn minst grotendeels via het alactische anaerobe systeem wordt geleverd. Voor de krachttraining betekent dit dat de krachttrainingmethodiek ook dient aan te sluiten bij dit energiesysteem. Het aantal herhalingen van de oefeningen die worden uitgeoefend dient dus relatief laag te zijn; maximaal 8 herhalingen.

**Deze op advies van zowel Wigert als Jan verder uitbreiden**

**Jan schrijft: ". Ook hier moet meer uitgebreid de sprint behandeld worden! Dit is te summier."**

**Wigert schrijft: "en zo zijn er nog wat meer analyses, wil je een literatuur overzicht maken dan is meer volledigheid wel gewenst (wellicht aardig om deze in tabel vorm toe te voegen)"**

### **Neurologisch systeem.**

De power die door spieren kan worden geleverd is mede afhankelijk van het centrale zenuwstelsel. Er dienen specifieke adaptaties plaats te vinden op het niveau I)verbeterde intramusculaire coördinatie en II )verbeterde intermusculaire coördinatie [3]. Om vervolgens een transfer te leggen van een power toename naar de specifieke sportbeweging zoals bijvoorbeeld sprinten suggereren Sale en MacDougall dat training specifiek dient te zijn in bewegingspatronen, contractie snelheid en kracht [12].

#### *Intramusculaire coördinatie*

Intramusculaire coördinatie is de harmonische samenwerking binnen de spier zelf. Intramusculaire coördinatie bestaat uit factoren zoals I) een toename motor-unit activatie, II) verhoging van de impulsfrequentie en III) synchronisatie, als ook IV) reflex reflex potentiatie en V) peessensoren.

1. De kracht van een spiercontractie hangt af van het aantal geactiveerde motorunits (recruterings)[13].
2. Door verhoging van de impulsfrequentie van het motorneuron kan de contractiekracht van de betreffende motorunit toenemen (impulsfrequentie)[13].
3. Ook het impuls patroon speelt een rol; bij submaximale contracties worden meer motorunits asynchroon en in wisselende combinaties geactiveerd; bij maximale contracties wordt dit patroon hoogfrequent en synchroon (synchronisatie)[13]
4. Een lengtetoe name van de spier veroorzaakt via de spierspoelen een actieve contractie van de spier; reflex potentiatie.[13]
5. De peessensoren (Golgi sensors) hebben een inhi berende invloed op de motorneuronen van de desbetreffende spier op het moment dat er spierspanningstoename is.

Deze neurologische factoren hebben zeer waarschijnlijk een invloed op de hoeveelheid power die geproduceerd kan worden tijdens de sprint. Enoka omschrijft dat training met hoge contractie snelheden de power kan vergroten, het lijkt erop dat dit wordt bewerkstelligd door adaptatie van de bovenstaande mechanismen. Daarentegen weten we niet precies welke methodiek het meest effectief is [14]. Op basis van theorie zou de plyometrische training effectief kunnen zijn. De plyometrische training maakt gebruik van de stretch shortening cycle (SSC). Stretch-shortening cycle (SSC) kan worden gedefinieerd als de optimale excentrische contractie gevolg door een directe maximale concentrische contractie van dezelfde spier. De SSC heeft invloed op alle 5 van de bovenstaande factoren. Ten eerste zorgt een contractie met een hoge snelheid voor een vergroting van het aantal geactiveerde

motorunits volgens Enoka [14]. Aangezien er een maximale contractie wordt gevraagd wordt er ook een maximale impulsfrequentie (punt 2) en synchronisatie (punt 3) gevraagd. Als laatste beïnvloedt SSC de sensorische reactie van de spierspoeltjes (zie punt 4) en peessensoren (zie punt 5). Er is namelijk sprake van een verminderde remming door de excentrische contractie die als eerste plaats vindt belasting tijdens plyometrische (stretch – shortening cycle) bewegingen [15] (punt 4). Het wordt namelijk verondersteld dat de SSC, de inhibitie van de peessensoren verminderd, waardoor ze waarschijnlijk minder snel signalen zullen uitzenden om de geproduceerde kracht te verminderen bij een verhoogde spierspanning. Dit zorgt ervoor dat er mogelijk een grotere concentrische contractiekracht dan normaal kan worden geproduceerd in de fase daarna. SSC kan daarom leiden tot een grote contractiekracht en geeft daarmee een grotere trainingsprikkel.

#### *Intermusculaire coördinatie*

Intermusculaire coördinatie is de harmonische samenwerking tussen verschillende spieren. Dit is van groot belang voor het sprinten [15]. In de studie van Bobbert en Van Soest hebben ze een computermodel gebruikt bij de hoogste sprong. Wanneer men één spier in het computermodel meer kracht zou laten leveren om zo een toename in kracht na de bootsen, dan verminderde de spronghoogte. Bijvoorbeeld een 20% toename van krachtlevering van de kniestrekkers levert een verminderde hoogste sprong op van 9 centimeter [16]. Dit impliceert dat spiergroepen geïsoleerd trainen een nadelig effect kan hebben, het verdient dan ook de voorkeur om een gehele spierketen te trainen. In praktijk zien we dat plyometrische oefeningen en vrije halteroefeningen, afgeleid van het Olympisch gewichtheffen, de gehele spierketen trainen (bijvoorbeeld het kracht-voorslaan). Oefeningen in machines daarentegen trainen de musculatuur over het algemeen meer geïsoleerd. Een voorbeeld is het verschil tussen de squat (kniebuigen) met de vrije halter en knee-extension oefeningen in de machine. Uit het onderzoek van Escamilla blijkt dat tijdens de knee-extension oefening voornamelijk EMG-activiteit te zien is van de m. quadriceps femoris en dat bij de squat ook biceps femoris en de hamstrings betrokken zijn [17].

#### **Krachttraining**

Volgens het bovenstaande betoog zou de krachttraining dus op basis van de theorie dienen te voldoen aan de onderstaande kenmerken. Ten eerste de vereiste kracht tijdens de acceleratiefase is een stuwende kracht met een hoog vermogen van de gehele strekketen, met een accent op de q-ceps femoris en de gluteus maximus. Het vereiste vermogen wordt voornamelijk in de verticale richting gegeven en het energiesysteem dat goed ontwikkeld dient te zijn is het alactische anaerobe energiesysteem. De olympische gewichthefttechnieken die worden gebruikt tijdens vrije haltertraining voldoen aan al deze eisen.

Tijdens de maximale snelheidsfase is een reactieve kracht van voornamelijk de hamstrings, gluteus maximus en m. adductor magnus ter vergroting van de paslengte, met korte contacttijden wenselijk. Ten tweede dient de krachttrainingsmethodiek aan te sluiten bij anaerobe alactische energiesysteem (laag aantal herhalingen). Als derden dienen de gekozen oefeningen een maximaal aantal motorunits dienen te activeren, met een hoge impulsfrequentie en synchroniteit. Het gebruik maken van SSC zou er toe kunnen leiden dat

er meer vermogen geleverd kan worden. Ten laatste dienen spiergroepen niet geïsoleerd getraind te worden maar dient de gehele strekketen van de onderste extremiteit getraind te worden. Plyometrische oefeningen voldoet aan alle bovenstaande eisen en lijkt daarom een logische krachttrainingsmethodiek om te gebruiken om de maximale snelheidsfase te verbeteren,

### **Voorlopige conclusie**

De meeste coaches zijn het er over eens dat krachttraining een van de hoofd elementen is bij het trainen van een sprinter. Vrijwel iedere elite sprinter doet aan krachttraining. Er worden binnen het sprinten diverse vormen van krachttraining gebruikt. Krachttraining voor sprinters is echter een complex geheel en dient dus multi-dimensionaal worden bekeken [7]. De trainingsmethodiek kan succesvol zijn voor de ene fase, maar niet voor de volgende fase van de sprint. Baserend op de bovenstaande theorie lijkt voor de acceleratiefase Olympische gewichthefttraining het meest geïndiceerd. Aangezien hierbij een hoog vermogen van de strekketen wordt gevraagd met een laag aantal herhalingen, echter met een relatief lang grondcontact. Voor de maximale snelheidsfase lijken plyometrische trainingvormen het meest geïndiceerd omdat hierbij gebruik wordt gemaakt van de reactieve kracht van de strekketen met een korte contacttijd binnen het anaerobe alactische energiesysteem. De hypothese luidt dan ook dat de meest effectieve krachttrainingsvorm voor sprinters tijdens de acceleratiefase olympische gewichthefttraining het meest effectief en plyometrische oefenvormen voor de maximale snelheidsfase. De hypothese zal worden onderzocht door middel van een literatuurstudie, dit met als doel de kennis van coaches, atleten en trainers te vergroten. Deze vergrote kennis kan worden gebruikt bij krachttraining bij sprinters.

### **Zoekmethode**

Via Pubmed is er gezocht op beschikbare literatuur over dit onderwerp. Allereerst is er een selectie gemaakt op basis van de titel en de samenvatting. Daarna zijn de artikelen beoordeeld op basis van exclusie en inclusiecriteria (zie tabel 2.). Enkele artikelen waren echter niet verkrijgbaar via de bibliotheek van Universiteit in Maastricht en zijn geëxcludeerd. De referentielijsten van de artikelen zijn vervolgens doorlopen en zijn toegevoegd aan de te beoordelen artikelen. Er zijn uiteindelijk 5 artikelen beoordeeld (zie figuur 1)

### **Resultaten**

Spinks and collega's (2007) [8] hebben training studie uitgevoerd bij 32 bal-sporters van de hoogste divisie gedurende 8 weken. Zij vergeleken een (I) sprint groep met een sleep-gewicht, (II) een sprint groep en een (III) controle groep. Er was zowel een snelheidstoename te zien bij de sleep-gewicht groep als bij de sprint groep ten opzichte van de controle groep. Er was echter geen verschil tussen de sleep-gewicht groep en de sprint groep. Delecluse en collega's van de Universiteit in Leuven hebben in 1995 een onderzoek uitgevoerd. Het doel van het onderzoek was om het effect van twee trainingsprogramma's met elkaar te vergelijken, beide hadden een duur van 9 weken. Het ene programma was een krachttrainingsprogramma met hoge weerstand (HW), het andere programma was een programma met plyometrische oefeningen. De HW groep verbeterde tijdens de acceleratiefase van de sprint en de plyometrie groep verbeterde over de totale honderd

meter[7]. Er zijn echter enkele opmerkingen te plaatsen bij deze studie. Allereerst is het onderzoek gedaan bij sportstudenten. Het is af te vragen of de resultaten te kopiëren zijn naar sprinters, aangezien sprinters een andere vezeltypering hebben dan sportstudenten. De top-sprinters zijn aan te duiden als 'freaks of nature' en hebben beduidend meer snelle spiervezels dan sportstudenten. Ten tweede de HW-training bestond uit voornamelijk geïsoleerde oefeningen en niet uit die de hele bewegingsketen trainen. Daarmee voldoen de oefeningen niet aan de gestelde neurologische eisen; intra-musculaire coördinatie. Als derde deden Jullien en collega's een studie naar het effect van krachttraining van de onderste extremiteit. Dit ter verbetering van de sprint en behendigheidsveldtesten in jonge professionele voetballers. De 22 voetballers zijn verdeeld in een 3 verschillende groepen; I) de controle groep, II) coördinatie groep en III) de krachttrainingsgroep. De krachttrainingsgroep deed 3 setjes van 3 herhalingen op 90% bij het kniebuigen (squat), dit 5 maal per week. Hun resultaten suggereerde dat krachttraining van de onderste extremiteit niet korte sprints deed verbeteren [18]. Ook hier zijn enkele op- en aanmerkingen te plaatsen, aangezien de onderzoekers slechts 3 weken training van slechts 1 oefening hebben uitgevoerd. Het is namelijk niet ondenkbaar dat drie weken te kort is om een trainingsresultaat te mogen verwachten, zeker wanneer er slechts 1 oefening wordt uitgevoerd.

De vierde studie is uitgevoerd door Friedmann-Bette et al in 2010. Friedmann-Bette et al (2010) van de Universiteit van Heidelberg deden hun onderzoek bij 30 manelijke sporters met een krachttrainingsachtergrond [19]. In klassieke concentrische/ excentrische oefeningen, dezelfde absolute belasting wordt uitgeoefend tijdens de concentrische en excentrische contracties. Relatief gezien is er echter een kleinere excentrische belasting. Aangezien de excentrische kracht in de mens groter is dan de concentrische kracht. In hun studie vergelijken zij de klassieke concentrische/ excentrische quadriceps krachttraining met een excentrische overload training. Dit programma is gedurende 6 weken uitgevoerd geworden. Zij vonden een duidelijke verbetering in squat jump test (sprongtest) na de excentrische overload training. Dit suggereert volgens de auteurs verbeterde adaptaties voor explosief kracht. Dit wordt ondersteund door de gegevens van 15 van de 56 overige metingen die zijn uitgevoerd in dit onderzoek [19]. Ook hier kan echter de vraag worden gesteld of deze gegevens gekopieerd kunnen worden naar sprint prestaties. Bijvoorbeeld, in het artikel van Young et al staat beschreven dat 8 weken van krachttraining met het kniebuigen de spronghoogte (vertical-jump-test) met 21% verbeterd, maar de sprint over 40 meter verbeterd 'slechts' met 2,3% [15].

Als vijfde hebben Malisoux en collega's van de Universiteit van Leuven diverse spiervezel veranderingen na 8 weken plyometrische training bestudeerd. Daarnaast hebben ze ook een interval sprint test uitgevoerd (6 keer 5 meter) [20]. Ze vonden een verbetering van 4%. Het onderzoek is verricht bij slechts 8 personen. Deze 8 personen waren slechts recreatief actief en er is geen gebruik gemaakt van een controle groep in dit onderzoek. De onderzoeksgegevens staan samengevat in tabel 3.

### **Conclusie**

Gebaseerd op een theoretisch model is de verwachting dat de acceleratie in een sprint verbeterd door middel van Olympische gewichtheefoefeningen en dat de maximale snelheid wordt vergroot door middel van plyometrische oefeningen (SSC). Er is slechts 1 onderzoek

dat deze hypothese ondersteund (Delecluse, 1995), echter er is ook geen onderzoek dat deze hypothese weerlegt. Mijn inziens zou er veel meer onderzoek gedaan dienen te worden naar de effectiviteit van krachttraining bij sprinters. Het verdient daarbij de voorkeur om twee krachttrainingsmethodieken met elkaar te vergelijken en dit onderzoek te doen bij sprinters en niet bij voetballers, rugbyers of sport-studenten. Indien er sprint-trainers zijn die dit onderzoek willen opzetten dan nodig ik hun van harte uit om deze uitdaging aan te gaan en contact met mij op te nemen.

Wigert schrijft uiteindelijk nog:

“Ik denk dat er nog veel meer bekend is over de relatie tussen krachttraining en snelheid. Je beperken tot liften en plyometrie wekt de indruk dat maxc kracht niet bestaat of sowieso geen bijdrage heeft. Als dat zo mocht zijn dan is het waardevol om dat ook met literatuur te onderbouwen.”

#### Literatuurlijst

1. Baechle, T.R. and R.W. Earle, *Essentials of Strength Training and Conditioning*. Third Edition ed. 2008: Human Kinetics.
2. Hommel, H., *Biomechanical analyses of selected events at the 12th IAAF World Championships in Athletics*. 2009, German Athletics Federation: Berlin.
3. Delecluse, C., *Influence of strength training on sprint running performance. Current findings and implications for training*. *Sports Med*, 1997. **24**(3): p. 147-56.
4. Bosch, F. and R. Klomp, *Hardlopen*. 2001, Maarssen: Elsevier Gezondheidszorg.
5. Mero, A., P.V. Komi, and R.J. Gregor, *Biomechanics of sprint running. A review*. *Sports Med*, 1992. **13**(6): p. 376-92.
6. Mann, R.V., *The Mechanics of Sprinting and Hurdling*. 2011 ed. 2011 Edition, Charlestone, SC: Compusport. 206.
7. Delecluse, C., et al., *Influence of high-resistance and high-velocity training on sprint performance*. *Med Sci Sports Exerc*, 1995. **27**(8): p. 1203-9.
8. Spinks, C.D., et al., *The effects of resisted sprint training on acceleration performance and kinematics in soccer, rugby union, and Australian football players*. *J Strength Cond Res*, 2007. **21**(1): p. 77-85.
9. Kuitunen, S., P.V. Komi, and H. Kyrolainen, *Knee and ankle joint stiffness in sprint running*. *Med Sci Sports Exerc*, 2002. **34**(1): p. 166-73.
10. Vrijens, J., J. Bourgois, and M. Lenoir, *De fysiologische basis van de training, in Basis voor verantwoord trainen*. 2001, PVLO: Gent. p. 57.
11. Zintl, F., *Duurtraining*. 1995, Haarlem: De Vrieseborch.
12. Sale, D. and D. MacDougall, *Specificity in strength training: a review for the coach and athlete*. *Can J Appl Sport Sci*, 1981. **6**(2): p. 87-92.
13. Cranenburgh, D.B.v., *Neurowetenschappen*. 1e druk ed. 1997, Utrecht: De Tijdstroom.
14. Enoka, R.M., *Neuromechanics of human movement*. 4th ed. 2008, Champaign, IL: Human Kinetics. ix, 549 p.

15. Young, W.B., *Transfer of strength and power training to sports performance*. Int J Sports Physiol Perform, 2006. **1**(2): p. 74-83.
16. Bobbert, M.F. and A.J. Van Soest, *Effects of muscle strengthening on vertical jump height: a simulation study*. Med Sci Sports Exerc, 1994. **26**(8): p. 1012-20.
17. Escamilla, R.F., et al., *Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises*. Med Sci Sports Exerc, 1998. **30**(4): p. 556-69.
18. Jullien, H., et al., *Does a short period of lower limb strength training improve performance in field-based tests of running and agility in young professional soccer players?* J Strength Cond Res, 2008. **22**(2): p. 404-11.
19. Friedmann-Bette, B., et al., *Effects of strength training with eccentric overload on muscle adaptation in male athletes*. Eur J Appl Physiol, 2010. **108**(4): p. 821-36.
20. Malisoux, L., et al., *Stretch-shortening cycle exercises: an effective training paradigm to enhance power output of human single muscle fibers*. J Appl Physiol, 2006. **100**(3): p. 771-9.

#### Over de auteur.

Ron Beurskens is geregistreerd sportfysiotherapeut. Hij heeft zijn studie master in de sportfysiotherapie onderbroken voor de studie inspanningsfysiologie aan de Universiteit van Maastricht. Na het volbrengen van deze studie dient hij nog 1 jaar te studeren om zijn master in sportfysiotherapie te behalen. Hij werkt sinds februari 2010 voor fysiotherapie praktijk Jeurissen & Van den Ingh. Voor meer informatie: [www.dekinesist.nl](http://www.dekinesist.nl).  
Contact: [dekinesist@gmail.com](mailto:dekinesist@gmail.com)

Gewijzigde veldcode

Gewijzigde veldcode

#### Figuren

Tabel 1.

<b>Bolt Usian</b>	9,58	Average steplength		Average stepfrequency
	(s)	(s)	(m)	l/s
Reaction time	0,146			
0-20 m	2,74	2,89	1,78	3,89
20-40 m		1,75	2,52	4,54
40-60 m		1,67	2,67	4,49
60-80 m		1,61	2,77	4,49
80-100 m		1,66	2,85	4,23

<b>Gay Tyson</b>	9,71	Average steplength		Average stepfrequency
	(s)	(s)	(m)	l/s

Reaction time	0,14			
0-20 m	2,78	2,92	1,63	4,20
20-40 m		1,78	2,25	5,00
40-60 m		1,69	2,42	4,88
60-80 m		1,63	2,48	4,94
80-100 m		1,69	2,36	5,02

<b>Powell Asafa</b>	9,84	Average steplength		Average stepfrequency
	(s)	(s)	(m)	l/s
Reaction time	0,13			
0-20 m	2,78	2,91	1,63	4,21
20-40 m		1,80	2,31	4,81
40-60 m		1,71	2,49	4,71
60-80 m		1,68	2,51	4,74
80-100 m		1,74	2,65	4,33

Tabel 1. Bron: Hommel 2009 [2] Bijschrift: De pasfrequentie bereikt snle zijn maximum, terwijl de staplengte over een grote tijd toeneemt. De staplengte speelt daarmee een sleutelrol in het bereiken van hoge loopsnelheden[9]

**Tabel 2. Inclusie en exclusie criteria**

Inclusie en exclusiecriteria.	
Inclusie	Exclusie
Mens	Dier
Engels, Duits, Nederlands	Anders talig
Sprinters, sport studenten, voetbal, rugby	Ongetraind, skiers en fietsers
Volwassenen (19-44y)	Anders
Sub-acute and lange termijn effecten	Acute effecten
Full text verkrijgbaar	Geen full-text verkrijgbaar via de Universiteit van Maastricht.

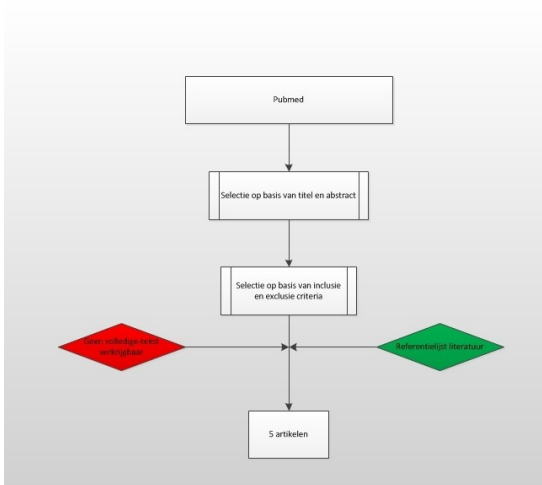
De inclusie en exclusie criteria.

**Tabel 3. Onderzoekresultaten**

Studie	Groep	Programma	Onderzoekresultaat
<b>Spinks et al[17]</b>	32 balsporters	Sleepgewicht Sprint Controle 8 weken	Toename in snelheid sprint en sleepgewicht. Geen onderling resultaat verschil
<b>Delecluse et al [7]</b>	66 sportstudenten	Hoge weersstand (HW) vs. Plyometrie 9 weken	HW verbetering tijdens de acceleratiefase en plyometrie op 100 meter

<b>Jullien et al [18]</b>	22 voetballers	3x3 @90% squat 5dgn/week 3 wkn	Geen effect
<b>Friedmann-Bette [19]</b>	30 krachtsporters	Excentrische overload 6 wkn	Toename in explosief kracht
<b>Malisoux et al [20]</b>	8 recreatieve sporters	8wkn plyometrische training	4% verbetering in de interval-sprint-test

**Figuur 1.**



Zie tevens toegevoegde bijlage bij de mail.