



Unilaterale reflexkrachttraining bij jeugdspelers in voetbal

Reflexkrachttraining ter ondersteuning van het
beweegpatroon bij sprint en sprong



6-6-2016

Rik van Kesteren

2124301

Fontys Sporthogeschool

Sports & Wellness

Wilko van Dijk

Samenvatting

Voetbal is in de laatste decennia aan verandering onderhevig. Fysiek wordt er meer geëist van de voetballers. Methodes van training dienen daarom goed onderzocht te worden, waaraan dit onderzoek mede bijdraagt. In voetbal zijn kracht, vermogen en sprintsnelheid van groot belang vanwege het grote aantal acties waarin deze elementen betrokken zijn. In dit onderzoek staat het verband tussen reflexkrachttraining en de sprintsnelheid centraal.

Mogelijk dat dit krachtprogramma ook een positieve invloed heeft op verschillende sprongvormen. Dit kan komen doordat spelers beter kunnen omgaan met het energietransport binnen het lichaam. De onderzoeksvraag van dit onderzoek luidt:

“Wat is de invloed van een 8 weeks unilateraal krachttrainingsprogramma op de prestatie bepalende factoren 10 en 30 meter sprint, de Squatjump(SJ) en de Countermovementjump (CMJ) bij de jeugdspelers van FC Utrecht Onder 16 jaar?”

Bij de sprint is er gekeken naar het optillen van de vrije bekkenhelft op snelheid, wat mogelijk een attractor is in het sprinten in zowel rechte lijn alsmede bij agility. Daarnaast speelt bij sprinten, en de SJ, rate of force development (RFD) een grote rol. Rate of force development is de snelheid waarmee de benodigde kracht van een beweging kan worden opgebouwd. In een open skill sport, zoals voetbal, geldt waarschijnlijk het volgende: Hoe sneller een speler de benodigde kracht kan opbouwen die nodig is voor de beweging, hoe efficiënter de speler kan bewegen.

Dit principe is mede te trainen via reflexkrachttraining. Bij deze vorm van trainen moet wel de voorwaarde gesteld worden dat de spelers zelf voor de benodigde voorspanning moeten zorgen. Zware externe halterlasten kan zorgen voor een afname van de RFD doordat dit automatisch zorgt voor voorspanning. RFD is echter moeilijk meetbaar. Dit kan alleen door een krachtenplatform te gebruiken, die een grafiek maakt waaruit de RFD is af te lezen. Deze was bij FC Utrecht niet voor handen.

Naast RFD zijn reflexpatronen, die voorkomen in de looptechniek, te trainen via reflexkrachttraining. Door het gebruik van deze manier van training, aangevuld met enkele dwangstellingen, is het mogelijk om deze reflexen te stimuleren en attractoren robuuster te maken. Daarnaast is het mogelijk om via deze manier overload te creëren binnen het looppatroon.

Aan dit onderzoek deden 9 jeugdspelers van FC Utrecht Onder 16 mee. Het onderzoek bestond uit een pre-meting, een 8-weeks trainingsschema op basis van reflexpatronen en een post-meting. Trainen op basis van reflexpatronen betekent dat de adaptaties die optreden neuromusculair van aard zijn en er slechts een hersteltijd is van 24 uur.

De metingen bestonden uit drie pogingen op een SJ, waarbij de spelers tot een eigen gekozen diepte mochten inzakken. Hierbij moesten de handen in de zij worden gehouden tijdens de sprong. Vervolgens moesten de spelers drie seconden stilstaan en van daaruit direct een beweging omhoog maken. Wanneer er een countermovement te zien was werd de poging afgekeurd. Na de SJ kregen ze ook drie pogingen op de CMJ. Hierbij mochten de handen wel ondersteunend zijn aan de sprong. Bij de sprintmetingen kregen de spelers drie pogingen om zo hard mogelijk te sprinten over 30 meter, waarbij er elektronische poortjes om de 10 meter stonden opgesteld. Zodoende kon in één sprint de sprinttijd over 10 en 30 meter worden vastgesteld.

De krachttraining bestond uit negen oefenvormen. Drie van deze oefenvormen waren gericht op co-contracties binnen het lichaam. De andere 6 oefeningen waren gericht op reflexpatronen die van toepassing zijn bij de sprint. Deze reflexkrachtoefeningen werden éénbenig uitgevoerd.

Uit de resultaten bleek dat alleen op de 30 meter sprint en bij het optillen van de vrije bekkenhelft er significante verschillen waren ($p = 0,001$ voor de sprint en $p = 0,000$ voor de hoek van de vrije bekkenhelft). Op de sprint is in 8 weken een resultaat geboekt tot 6,5% verbetering. Verwacht was dat de SJ ook zou verbeteren na het volgen van het krachtprogramma, maar dit was niet het geval. Mogelijk dat er te weinig specifieke vormen voor RFD waren opgenomen in het krachtprogramma. Daarnaast is het mogelijk dat er meer dan 8 trainingen nodig zijn om een verbetering te constateren bij een beweging waarbij RFD een grote invloed heeft. Naar aanleiding van dit onderzoek kan geconcludeerd worden dat reflexkrachttraining een positief effect heeft op de 30 meter sprint.

Voorwoord

Voor u ligt de scriptie van Rik van Kesteren over reflexkrachttraining binnen het voetbal. Deze manier van trainen wordt mogelijk op dit moment nog niet veel gebruikt binnen het voetbal, waarschijnlijk omdat niet bekend is wat de resultaten hiervan zijn. Mogelijk dat dit onderzoek een opening biedt om daar in de toekomst meer onderzoek naar te doen. In dit onderzoek is de basis gebruikt van reflexkrachttraining, waarbij er slechts een klein deel is gebruikt van wat er mogelijk is binnen deze trainingsvorm.

Graag wil ik een aantal mensen persoonlijk bedanken voor hun hulp en begeleiding gedurende de afrondingen van mijn scriptie. Allereerst natuurlijk de FC Utrecht jeugdacademie voor de kans om daar de afgelopen twee jaar mijn kennis en kunde te tonen. Speciale dank aan Pim Koolwijk en Stefan Pastoor voor de opbouwende feedback gedurende de afgelopen twee jaar, waardoor ik heb kunnen groeien binnen de praktijkomgeving.

Voor wat betreft dit onderzoek wil ik de spelers, ook de spelers die niet deelgenomen hebben aan dit onderzoek, bedanken voor hun deelname en inzet. Antal Vergeer, trainer van het Onder 16 team, heeft mij erg geholpen om de structuur te bewaren tijdens de uitvoering van dit onderzoek. Voor haar hulp bij mijn statistische analyse ben ik Josephine Knipschild dankbaar.

Vanuit mijn opleiding wil ik Wilko van Dijk bedanken voor zijn hulp gedurende mijn scriptie en mijn gehele schoolperiode op de Fontys Sporthogeschool.

Als laatste wil ik mijn persoonlijke omgeving bedanken voor hun steun tijdens het schrijven van deze scriptie.

Ik wens u veel leesplezier.

Met vriendelijke groet,
Rik van Kesteren

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	1
Voorwoord	3
Inleiding.....	6
1. Literatuurstudie	7
Voetbal	7
Fysieke eisen.....	7
Constraints led approach	8
Skills.....	10
Dynamic systems	11
Rate of force development.....	12
Reflexkracht.....	14
Reflexpatronen	15
Looptechniek	15
Spierwerking.....	16
Verband tussen sprongvormen en sprint.....	16
2. Methode.....	18
Deelnemers	18
Metingen	18
Lichamelijke eigenschappen	18
Verticale sprong testen	19
Sprint test	19
Krachttraining	20
Inclusie / exclusie criteria	20
Statistische analyse.....	20
3. Resultaten.....	21
Sprongmetingen	21
Sprintmetingen	23
Correlaties	24
4. Discussie	25
Squatjump	25
Countermovementjump.....	26
10 meter sprint	26
30 meter sprint	27

Invloed op resultaten	27
5. Conclusie en aanbevelingen	29
Aanbevelingen	29
Vervolgonderzoek.....	30
Literatuurlijst	31
Bijlagen.....	33
Bijlage 1: Warming-up meetmomenten	33
Bijlage 2: Opstelling sprinttest.....	34
Bijlage 3: Vrije bekkenhelpt meting Kinovea.....	35
Bijlage 4: Reflexkrachttrainingsprogramma	36
Bijlage 5: Overzicht statistische metingen	38
Bijlage 6: Operationalisatieschema.....	44

Inleiding

Dit onderzoek is bedoeld om een praktische vertaling te maken vanuit de theorie over reflexkrachttraining naar het voetbal. In de theorie wordt een koppeling gemaakt tussen dynamic systems en reflexkrachttraining. Bij explosieve bewegingen zoals sprinten en springen spelen veel principes een rol. De bottom-up aansturing, die van toepassing is bij reflexmatig bewegen, is daar een voorbeeld van. Reflexen spelen een belangrijke rol in het looppatroon. De uitvoering van de reflexen in de loopbeweging zijn mede prestatie bepalend. Daarom kan reflexkrachttraining een goede toevoeging zijn aan het krachtprogramma.

FC Utrecht wil deze manier van trainen graag toepassen binnen hun jeugdopleiding. Het effect van de trainingen op de spelers is niet geheel bekend. Door dit onderzoek moet er een vertaling worden gemaakt van de theorie naar de praktijk, waarin het duidelijk wordt wat de invloed is van deze manier van trainen. Daarbij is het voor de jeugdopleiding interessant om te kijken hoe deze manier van training praktisch toepasbaar is binnen de kaders van FC Utrecht. Daarbij is het ook belangrijk om te kijken of deze vorm voor spelers in de groei een mogelijke trainingsvorm kan zijn.

De doelstelling voor dit onderzoek is om inzicht te verschaffen in de praktische invulling van reflexkrachttraining. Daarbij zal ook gekeken worden naar een belangrijke vaste beweging in het looppatroon, namelijk: de hoek in de heup van de vrije bekkenhelft.

Deze scriptie is opgebouwd uit een literatuurstudie, gevolgd door de daarop gebaseerde methode. In de methode wordt uitgelegd waaruit de metingen bestonden en hoe deze metingen zijn afgenomen. Vervolgens worden de resultaten van het onderzoek in kaart gebracht en besproken in de discussie. Op basis van het voorafgaande wordt antwoord gegeven op de hypothese van het onderzoek in de conclusie. Tevens wordt er advies gegeven over de toepasbaarheid van dit trainingsprincipe. Daarnaast wordt er geadviseerd waaraan een mogelijk vervolgstudie omtrent dit onderwerp aan moet voldoen.

1. Literatuurstudie

Voetbal

De naam voetbal dekt niet geheel de lading van het totale spel. Voetbal bestaat niet alleen uit het spelen van de bal met de voet. Het tactische en fysieke aspect bevatten veel meer dan alleen de bal met de voet spelen. Er wordt door voetballers veelal bewogen zonder dat de bal in de buurt is. Uit onderzoek blijkt namelijk dat een voetballer slechts in 1,2 – 2,4% van de totaal gelopen afstand, de bal aan de voet heeft gehad (Salvo, Baron, Tschan, Montero, Bachl & Pigozzi, 2006).

Een voetballer dient daarnaast over verschillende fysieke vaardigheden te beschikken om te kunnen excelleren op het veld. Tijdens een voetbalwedstrijd worden inspanningen geleverd van laag intensief niveau tot en met hoog intensief niveau. Hierdoor is het voor een voetballer van belang om over een goed aeroob energiesysteem te beschikken. In samenwerking met, in dit geval het aerobe energiesysteem, is efficiënt bewegen mogelijk ook van positieve invloed op het bewegingsresultaat (Bosch, 2012). Lage intensieve bewegingen kosten zodoende minder energie waardoor deze gespaarde energie kan worden gebruikt wanneer de situatie hierom vraagt (Shalfawi, Ingebrigtsen, Dillern, Tønnessen, Delp & Enoksen, 2012). Hierin onderscheiden topteams zich, want uit onderzoek blijkt dat voetballers uit topteams vaker kunnen sprinten en sneller kunnen handelen (Iaia, Rampinini & Bangsbo, 2009; Mohr, Krstrup & Bangsbo, 2005).

Het herhaaldelijk kunnen sprinten in een voetbalwedstrijd vereist naast een goed aeroob energiesysteem, ook veel vermogen van de spieren. In het voetbal komen vier stadia van sprints voor, namelijk: acceleratie, maximale sprintsnelheid, afremmen van de sprint en agility (het veranderen van de richting van de sprint). 1 – 11% van de totale afstand in een wedstrijd wordt sprintend afgelegd. Een gemiddelde sprint in een wedstrijd duurt 2-6 seconden en wordt uitgevoerd eens per 60 tot 90 seconden (Bangsbo, Norregaard & Thorso, 1991). Uit het feit dat voetballers in de eerste helft van een wedstrijd een grotere afstand sprintend afleggen dan in de tweede helft, blijkt dat het kunnen volhouden van sprintsnelheid en het snel kunnen blijven handelen prestatiebepalend kunnen zijn in het voetbal (Mohr, e.a., 2005; Verheijen, 2008).

Fysieke eisen

De fysieke eisen binnen het voetbal zijn in de laatste decennia aan veranderingen onderhevig. Zo wordt er bijvoorbeeld meer gesprint met een hoge intensiteit. Daarnaast duren de sprints ook langer en worden er vaker high intensity sprints uitgevoerd tijdens een wedstrijd. Opvallend is dat er een mindere totaalafstand wordt afgelegd door de voetballers tijdens een wedstrijd. Het aantal passes en acties neemt wel toe (Barnes, Archer, Hoog, Bush & Bradley, 2014).

Wanneer er gekeken wordt naar de tijdsduur van een voetbalwedstrijd, dan kan gesteld worden dat voetbal afhankelijk is van aeroob metabolisme. Het aerobe systeem wordt gebruikt bij lage intensieve bewegingen en bij het herstel na een intensieve inspanning. Aeroob metabolisme wordt gemeten aan de hand van VO₂ gebruik. Dit is het volume van zuurstof dat wordt opgenomen door het lichaam. VO₂ is in de praktijk moeilijk meetbaar, waardoor de hartslag van de speler als meetinstrument wordt gebruikt. Bijvoorbeeld: 85% van de hartslag komt overeen met een gebruik van 75% van de VO₂ max.

Ook Running-economy werkt met een lijn die gebaseerd is op VO₂. Running-economy wordt beschouwd als de lijn tussen de intensiteit en het gebruik van VO₂ op dat moment. Voetballers met een gelijke VO₂ max (maximale zuurstofopname) kunnen toch een verschillende intensiteit hebben bij een bepaalde loopsnelheid. Uit onderzoek blijkt dat er op profniveau een verschil kan zijn tot wel 20%, dat invloed heeft op het resultaat van de beweging (Conley & Krahenbuhl, 1980). Binnen het voetbal zal de positie en de looptechniek van de speler hierop van invloed zijn.

Uit onderzoek blijkt dat een verbetering van de running-economy in het voetbal kan leiden tot een extra loopafstand tot 1000 meter per wedstrijd (Hoff & Helgerud, 2004).

Maar als er gekeken wordt naar de gemiddelde hartslag van voetballers tijdens een wedstrijd, dan is het mogelijk dat het anaerobe systeem de boventoon voert. Sprinten, springen, tackelen en duels aangaan zijn voorbeelden van acties die worden gedaan met behulp van het anaerobe energiesysteem. De gemiddelde hartslag van voetballers tijdens een wedstrijd ligt namelijk rondom het omslagpunt van aeroob naar anaeroob. Bij voetballers ligt dit gemiddeld tussen de 80 – 90% van de maximale hartslag, maar dat is voor iedere speler persoonlijk (Stolen, Chamari, Castagna & Wisloff, 2005).

Tijdens herhaalde intensieve voetbalhandelingen en sprints in korte tijd, ontstaat er melkzuur in de spieren. Hierdoor kan een voetballer niet constant op een hoog niveau blijven acteren. Volgens Stolen et al (2005) komt dit door lactaatoefoping. Echter, het is niet zeker dat lactaat verantwoordelijk is voor deze afname. Melkzuur valt uiteen in H^+ -ionen en lactaat. Door de H^+ -ionen wordt de pH-waarde in het bloed zuurder, wat een negatieve invloed heeft op de energieproductie en spiercontracties. Deze verzuring zorgt voor een vertraging van glycolyse en ATP-productie. Uiteindelijk kan deze verzuring leiden tot het geheel stopzetten van ATP-productie, waardoor uitputting volgt (Wilmore, Costill & Kenney, 2009).

Dit resulteert in de tweede helft tot een afname van het aantal high intensity sprints (Stolen, e.a., 2005; Mohr, e.a., 2005). Om van een anaerobe activiteit te herstellen wordt aangeraden om een activiteit op 70% van de maximale hartslag uit te voeren (Hermansen & Stensvold, 1972). Het analyseren van de doelbeweging van een open skill is niet eenvoudig. De training hierop aansluiten is mogelijk lastiger. De constraints led approach maakt hier een vertaalslag in.

Constraints led approach

De constraints led approach is een samenvoeging van de theorieën over het organisme, de taak en de omgeving (Bosch, 2012). Deze theorieën zijn beter bekend als de dynamic systems theorie, schema-theorie en de directe perceptie theorie. Al deze elementen hebben invloed op de bewegingsuitvoering en dwingen een beweging in een bepaalde richting. Door het samenspel tussen organisme, omgeving en taak ontstaat er een voorwaardelijk kader waarbinnen een beweging functioneel kan worden uitgevoerd. Echter, deze elementen hebben hun eigen restricties aan wat wel en niet mogelijk is binnen een bewegingsuitvoering. Functioneel bewegen is dus vooral het weglaten van bewegingsmogelijkheden die niet voldoen aan de eisen van de omgeving, taak en het organisme (Bosch, 2012; Edwards, 2011).

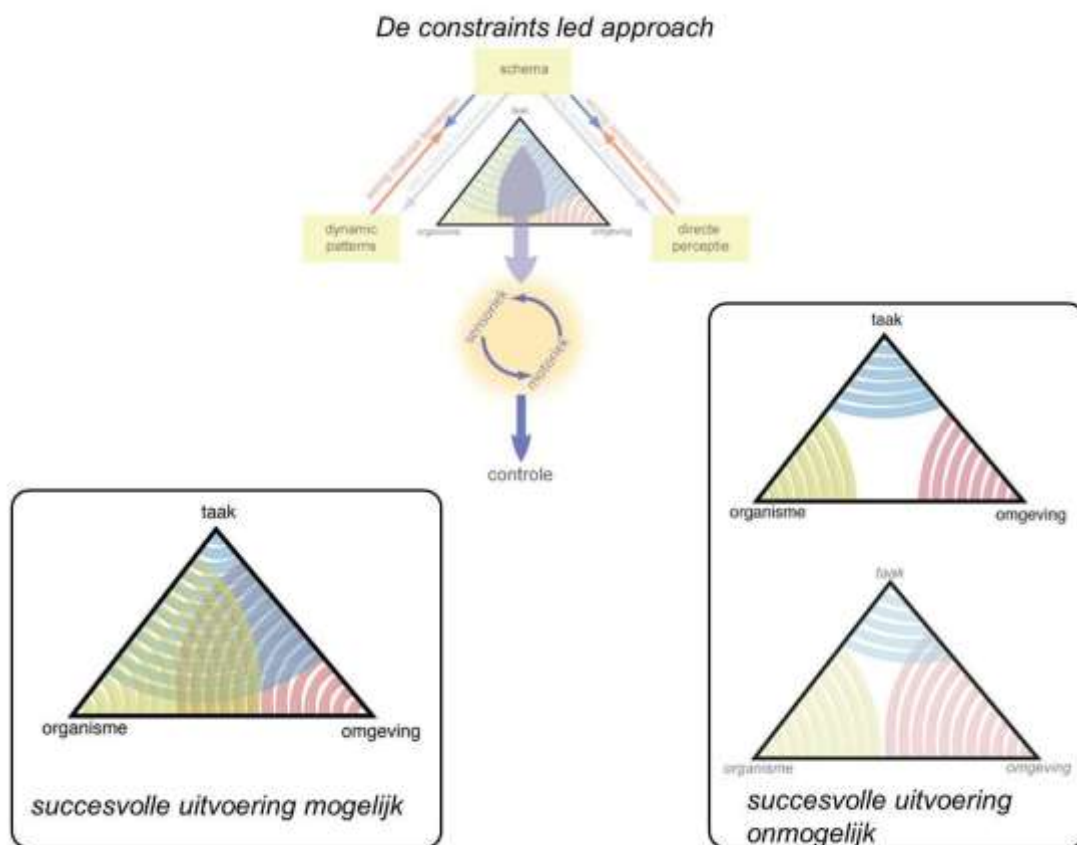
Bij krachttraining kan er ook gevarieerd worden in omgeving, taak en organisme. Door middel van variaties is het soms nog beter mogelijk om op deze factoren in te spelen. Er zijn regels verbonden aan de eisen waaraan een oefening in de krachtruimte moet voldoen wil de oefening als functioneel worden beschouwd. Wanneer er gevarieerd wordt in de omgevingsfactoren moet de beweging niet zo complex worden dat de doelbeweging niet meer kan worden gemaakt. Tevens mag de variatie niet te groot zijn, waardoor de doelbeweging uit het oog verloren wordt.

De laatste eis is dat de beweging veilig moet blijven. Wanneer er een hoge weerstand wordt gebruikt, moet de spierwerking beter beschermd worden. Balansverstoringen dienen gecontroleerd te kunnen worden. Variatie in taak gaat samen met variatie in omgeving. Hierdoor ontstaan er veel verschillende manieren van trainen. Echter, een probleem bij taakvariatie is dat de focus intern gericht wordt. Dit kan verholpen worden door eisen te stellen aan de uiterlijke bewegingen.

Doorgaans kan er nog meer gebruik gemaakt worden van variatie in het organisme zelf. De eigenschappen van het lichaam worden vaak als niet flexibel beschouwd. Volgens het twee-factoren model is dit wel degelijk mogelijk. Het twee-factoren model bevat naast fitheid nog een andere factor, namelijk vermoeidheid. Vermoeidheid verandert, net zoals adaptaties, de staat van het lichaam maar dit proces verloopt een stuk sneller dan adaptaties. Vermoeidheid treedt nergens zo snel op als tijdens krachttraining (Bosch, 2012).

Bij krachtoefeningen die een hoge neuromusculaire belasting met zich mee brengen, kan het na vijf of zes herhalingen al onmogelijk zijn om nog een goede uitvoering te produceren. Het herstel na een neuromusculaire trainingsvorm duurt minder lang dan na zware krachttrainingen. Hierdoor ontstaat er tijdens krachttraining een voortdurende en extreme afwisseling tussen fit zijn en vermoeid zijn. Door vermoeidheid te gebruiken binnen krachttraining kan er ook binnen het organisme gevarieerd worden (Bosch, 2012).

Om deze manier van trainen toe te kunnen passen, is het belangrijk dat de spelers over goed ontwikkelde skills beschikken.

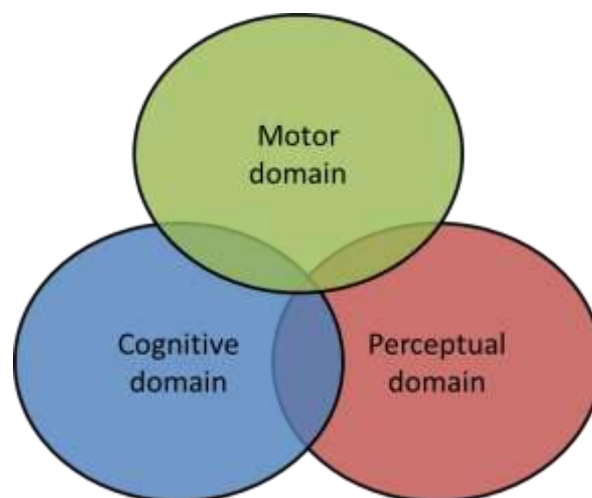


Figuur 2: Constraints-led-approach

Skills

Een skill is een beweging die aangeleerd en doelgericht is, waarbij aanpassingen aan het musculaire systeem zorgen voor minder energiegebruik en een betere uitvoering van een beweging (Edwards, 2011). Skills worden in drie domeinen verdeeld, namelijk cognitieve skills, perceptuele skills en motor skills. Cognitieve skills zijn van toepassing bij het uitvoeren van de tactiek binnen een wedstrijd. De perceptuele skills komen tot uiting wanneer er ingespeeld moet worden op de omgeving. Hierbij gaat het niet om de beweging, maar om de keuze van de handeling die gemaakt wordt.

Binnen voetbal zullen deels de motor skills het onderscheid maken tussen topspelers. Bij motor skills gaat het om de kwaliteit van de beweging zelf. Een voorbeeld hiervan is het nemen van een penalty. Wanneer goed genomen, is een penalty onhoudbaar voor de keeper. De speler weet hoe groot de goal is en wat de afstand is tot de goal, maar het blijft een uitdaging om de penalty raak te schieten (Edwards, 2011).



Figuur 1: Samenhang van de domeinen

Voetbal is een sport waarbij de omgeving eisen stelt aan de uitvoering van een beweging om tot het gewenste resultaat te komen. Dit wordt open skill genoemd (Edwards, 2011). Naast de omgeving speelt ook de snelheid en precisie een rol bij bewegen. Hoe preciezer een bewegingsresultaat moet zijn, hoe groter de impact van de open loop controle is. Als er nog tijd is om een beweging aan te passen met feedback uit de omgeving, dan wordt dit gesloten loop genoemd (Edwards, 2011).

Bewegingen worden onderscheiden door 3 soorten motor skills, namelijk discrete motor skills, continue motor skills en serie geschakelde motor skills. Al deze skills komen voor binnen het voetbal. Discrete motor skill komt voor bij een schot, waarbij een duidelijk begin en eindpunt is in de beweging. De loopbeweging zonder bal is een voorbeeld van een continue motor skill en dribbelen met de bal aan de voet is een voorbeeld van serie geschakelde motor skill.

Het aanleren van nieuwe skills of het verbeteren van bestaande skills behoort tot de theorie van dynamic systems. Deze theorie over het organisme (dynamic systems) maakt het mogelijk een vertaalslag te maken vanuit bijvoorbeeld de krachtruimte naar de praktijk. Door termen die binnen deze theorie gangbaar zijn, is het mogelijk om een voorzichtige inschatting te maken of een krachtoefening positieve invloed heeft op een gekozen doelbeweging. Dit wordt ook wel transfer genoemd (Bosch, 2012; Edwards, 2011).

Dynamic systems

Het karakter van een open skill, waarin de omgeving een belangrijke rol speelt, maakt het moeilijk om voetbal als doelbeweging te analyseren. De uiterlijke vorm van bewegen verandert constant (Bosch, 2010). Hierdoor verklaart Verheijen (2008) onder andere dat loop-specifieke training en krachttraining vanuit atletiek niet vertaald kunnen worden naar het lopen binnen het voetbal. Volgens Verheijen (2008) kan dit alleen getraind worden binnen spel-specifieke situaties. Daarom kan krachttraining het beste heel algemeen gehouden worden (Verheijen, 2008). Toch is het aannemelijk dat ook het lopen in voetbal wordt uitgevoerd vanuit een vaste structuur. Het is dan noodzakelijk om de beweging aan te passen aan de veranderende omgevingseisen. Daarbij blijven sommige elementen van de beweging onveranderd, terwijl andere elementen van een beweging wel veranderen (Bosch, 2012).

Dit vanuit de dynamic systems theorie ontstane concept legt verbanden tussen open en gesloten skills. Deze theorie laat onder andere zien dat bewegingen die voorkomen in een open skill situatie, toch prima getraind kunnen worden tijdens krachttraining. Een voorbeeld van een attractor, die trainbaar is in de krachtruimte, is het optillen van de vrije bekkenhelft. Dit kan getraind worden door een Lock Position of door middel van step-up varianten (Bosch, 2012). Een attractor is een vast onderdeel van een beweging die lage energiekosten met zich meebrengt (Edwards, 2011; Bosch, 2012).

Bewegen is niet zo simpel als het soms doet voorkomen. Het selecteren van de juiste beweging is erg lastig, zeker als tijdens de beweging meerdere gewrichten actief zijn. Hierdoor is het moeilijk voor het lichaam om de meest efficiënte manier te vinden voor de uitvoering van de beweging. De keuzemogelijkheden voor het lichaam zijn nu eenmaal zeer groot. Er zijn namelijk meerdere spieren die voor dezelfde beweging kunnen zorgen in een gewricht, waardoor er duizenden mogelijkheden zijn om een beweging uit te voeren. Dit wordt het vrijheidsgradenprobleem genoemd. Wanneer er verondersteld wordt dat alle bewegingen door het brein aangestuurd worden, zou bewegen voor het brein veel te moeilijk en vermoeiend worden. Er moet dus een mechanisme zijn in het lichaam dat vanzelf de juiste uitvoering kiest en de inefficiënte manieren van bewegen uitsluit. Dit is de kern van motorische controle (Bernstein, 1996).

Blijkbaar lossen voetballers een bewegingsprobleem tot op zekere hoogte op dezelfde manier op. Door de anatomie van ons lichaam, samen met de zelforganisatie van het lichaam, kunnen spelers inefficiënte en labiele bewegingspatronen elimineren. Door de vaste patronen in een beweging, staan verschillende bewegingen met elkaar in verband. Het doel van training moet zijn om deze bewegingen zo stabiel mogelijk te maken, ook wel robuust genoemd. Deze bewegingen worden uitgevoerd met zo laag mogelijke energiekosten, terwijl fluctuaties de veranderende delen van een beweging zijn die wel hoge energiekosten hebben. Het aantal fluctuaties dient zoveel mogelijk gereduceerd te worden, waarbij er nog wel op de omgeving wordt ingespeeld. Hierdoor duurt het leerproces langer dan gewenst. Naast de juiste bewegingselementen leren, moet een voetballer ook de juiste stabiele patronen leren inzetten (Bosch, 2012).

Deze indeling tussen stabiele en instabiele elementen kan niet ontstaan vanuit een hiërarchische top-down organisatie van het centrale zenuwstelsel. Wanneer dit wel het geval zou zijn, zou een speler veel blessures hebben (Bosch, 2012). Bij explosieve bewegingen, waarbij grote krachten op het lichaam inwerken, is een bottom-up organisatie een beter concept. Dit betekent dat door zelforganisatie van het spier-skeletstelsel bij explosieve bewegingen de bewegingsuitslagen zo worden gehouden dat spieren in hun optimum lengte werken.

Zelforganisatie op intramusculair gebied heeft consequenties voor de intermusculaire patronen waaruit explosieve bewegingen zijn opgebouwd. Vanuit de voorkeurscontracties van de spieren ontstaan grotere gehelen van samenwerkende spieren. Deze samenwerking zou het kenmerk van een attractor moeten hebben.

Dit systeem zorgt voor een verdere reductie van het vrijheidsgraden probleem. Deze samenwerking tussen spieren worden synergieën genoemd, die essentieel zijn bij hoog intensief bewegen. Co-contracties ontstaan door synergieën, waardoor de RFD kan worden verkort (Bosch, 2012).

Rate of force development

Het goed kunnen omgaan met RFD is mogelijk belangrijk voor een voetballer. Een verdediger zal een aanvaller zo weinig mogelijk tijd willen geven om een actie in te zetten. Het is voor de verdediger dus zaak om snel kracht op te bouwen in zijn spieren om tot een beweging te komen. Dit proces heet rate of force development. Wanneer dit proces niet snel genoeg verloopt, verliest de beweging aan effectiviteit (Hooren & Bosch, 2015).

Het proces van krachtopbouw in de spieren verloopt in chronologische volgorde. Eerst moet de voetballer betekenisvolle informatie opnemen uit de omgeving alvorens het centrale zenuwstelsel een ruw signaal kan afgeven in de richting van de spieren. In het ruggenmerg wordt dit signaal omgezet naar een duidelijk signaal voor de beweging. Deze stappen samen worden de premotor reactietijd genoemd. Dit signaal komt aan bij de neuromusculaire overgang, waarna het zich verspreid over de spiervezels en er chemische processen worden geactiveerd waardoor er een contractie kan plaatsvinden. Deze contractie vindt plaats in het contractiele element (CE). Door de contractie van het CE worden de slap hangende serie elastische elementen (SEE) op spanning gezet. Zodra dit proces is afgerond wordt het SEE op rek gebracht. Hoe meer rek, des te meer kracht er geproduceerd kan worden. Als laatste ontstaat het katapulteffect. De krachtproductie van het CE neemt af, waardoor het SEE terugveert. Hierdoor kan er meer vermogen geleverd worden. Dit proces met terminologie is terug te vinden in figuur 3 (Hooren & Bosch, 2015).

stap	beschrijving	terminologie	
1	Zintuigen nemen betekenisvolle informatie ('affordances') op uit de omgeving.	premotor reactietijd	
2	Naar aanleiding van deze informatie stuurt het centrale zenuwstelsel een 'ruw' signaal naar de spieren. Door invloeden op ruggenmergniveau wordt dit ruwe signaal omgezet naar een duidelijk signaal voor de beweging.		
3	Het signaal komt via het α -motorneuron aan bij de neuromusculaire overgang, verspreidt zich over de spiervezels en activeert chemische processen die zorgen voor een contractie van het contractiele element (CE).	elektrochemical delay (ECD)	electromechanical delay (EMD)
4	Door de contractie van het CE wordt het initieel slap hangende serie elastische element (SEE) opgelijnd.	stijgtijd	
5	Zodra het SEE is opgelijnd wordt het op rek gebracht. Hoe meer rek, des te stugger het SEE wordt en des te meer kracht er dus op de aanhechtingpunten van de spier wordt uitgeoefend.		compliance
6	Zodra de krachtproductie van het CE afneemt veert het SEE terug, waardoor er meer vermogen geleverd wordt.	katapulteffect	

Figuur 3: Chronologische volgorde rate of force development

Het doorlopen van bovenstaande stappen kost tijd en dat kan kostbare tijd zijn voor de prestatie. Door deze processen te verkorten zal er eerder kracht kunnen worden geleverd, dat in de meeste gevallen zal leiden tot prestatieverbetering. Het proces waarin over het algemeen de meeste winst te behalen valt is stijgtijd. Stijgtijd is het proces waarin het CE zorgt dat de SEE kunnen worden opgelijnd en op rek worden gebracht. Vervolgens kan er kracht worden geleverd. Dit proces kan op drie manieren worden verkort. Dit kan door middel van een co-contractie, countermovement beweging en door verschillende vormen van krachtraining.

Er kan, door middel van co-contracties, voorspanning worden opgebouwd. Daardoor hoeft het hierboven genoemde proces niet in zijn geheel uitgevoerd hoeft te worden. De SEE zijn in dat geval al opgelijnd, waardoor op het moment dat de antagonist zijn spanning loslaat er een netto moment ontstaat in de agonist. Dit zal de prestatie waarschijnlijk ten goede komen.

Coördinatief is dit echter bijzonder lastig. Timing van het loslaten van de antagonist maakt dit proces extra moeilijk (Hooren & Bosch, 2015).

Bij kopduels in het voetbal ligt het voor de hand dat een speler eerst een stukje in veert alvorens hij de sprong maakt. Op zo'n moment wordt er een countermovement gemaakt. Ook dit zorgt voor een verkleining van de stijgtijd. Echter, het is de vraag of het trainen van countermovement (CM) leidt tot een verbetering van prestaties. Het zou zo kunnen zijn dat het aanwennen van CM, dat overigens meer tijd kost, leidt tot het afleren van het omgaan met stijgtijd (Hooren & Bosch, 2015).

Bij verschillende vormen van krachttraining is het ook mogelijk om het effect van stijgtijd te verkleinen. Rate of force development kan bijvoorbeeld verbeteren door maximaalkrachttraining. Hierbij zijn zaken als neurale drive en maximum voluntary contraction (MVC) van invloed op de stijgtijd (Aagaard, Simonsen, Andersen, Magnusson & Dyhre-Poulsen, 2002). Daarnaast kan dit effect optreden door een lichtere externe weerstand te gebruiken. Bijvoorbeeld bij een Olympische lift variant waarbij met voorhang wordt gewerkt. Om het gewicht te kunnen laten hangen is voorspanning nodig, waardoor het stijgtijdprobleem verminderd wordt. Bij goedgetrainde sporters kan dit invloed hebben op de transfer van training naar uiteindelijke doelbeweging.

Daarnaast dienen spelers voorspanning zelf te kunnen opbouwen, ook zonder gebruik van externe gewichten. Voorspanning leren opbouwen kan door gebruik te maken van een auditief signaal voordat het gewicht opgetild mag worden. Het doel is zo snel mogelijk in de eindhouding te staan, bijvoorbeeld bij een clean-to-step (Bosch, 2012).

Om een goed krachtprogramma te ontwikkelen, is het belangrijk om kennis te hebben van mogelijke manieren van krachttraining. Elke vorm heeft zijn voor- en nadelen, dat de keus van de krachtvorm kan beïnvloeden.

Krachttraining

Een krachttrainingsprogramma kan op verschillende manieren worden ingedeeld (Baechle & Earle, 2008). Daarbij is het verstandig om kracht niet als losstaande grootte te zien, maar als onderdeel van de prestatie (Bosch, 2012). In onderstaande tabel is de meest gangbare verdeling voor een bepaald trainingsdoel weergegeven (Baechle & Earle, 2008). Bij spelers die geen ervaring hebben met krachttraining zullen adaptaties eerder optreden dan bij spelers met een trainingshistorie van krachttraining. Hoe verder een spier ontwikkeld is, hoe meer training nodig is om tot een adaptatie te komen. Dit wordt de wet van verminderde meeropbrengst genoemd (Corburn & Malek, 2012; Bosch, 2012). Volgens Bayli & Way (2009) kan bij de jeugd pas met krachttraining worden begonnen tussen de 12 en 18 maanden na hun groeispurt. Krachttraining met enkel neurale adaptaties, zoals reflexkrachttraining, zou mogelijk eerder getraind kunnen worden. De impact van deze trainingsvorm op de spieren is gering, waardoor verstoringen in de groei waarschijnlijk niet op zullen treden.



Figuur 4: Krachttrainingscontinuüm.

Hoe de krachttraining kan worden ingevuld, hangt af van het doel van de speler. Is het noodzakelijk voor de speler om meer body te krijgen, dan is hypertrofie waarschijnlijk de beste trainingsmethode. Er moet wel in ogenschouw genomen worden dat dit voor voetballers niet per definitie positief is. Dit komt doordat er een afname van de capillaire en mitochondriale dichtheid optreedt. Het uitwisselingsproces tussen zuurstof en koolstofdioxide kan door een vergroting van de diffusieafstand minder gemakkelijk plaatsvinden. Hypertrofietraining kan ook leiden tot een verlies van coördinatie (Bosch, 2012; Bosch & Klomp, 2001).

Maximaalkrachttraining is dan beter op zijn plek. Echter, bij onervaren spelers in de groei is het niet gangbaar om meteen te beginnen met maximale krachttraining. De impact van zware krachttraining op de spieren wordt bij spelers in de groei als te belastend beschouwd (Takken, Brussel & Hulzebos, 2008; Wilmore, Costill & Kenney, 2009).

Een krachtprogramma van acht weken kan al voldoende zijn om resultaat te behalen (Chelly, Fathloun, Cherif, Amar, Tabka & Van Praagh, 2009). Omdat het niet gangbaar is om jeugdspelers in de groeispurt (of net uit hun groeispurt) zwaar te belasten met externe gewichten, dient er gezocht te worden naar andere manieren van training. Een functionele vorm van krachttraining, waarbij de spelers mogelijk beter worden in de attractoren van de doelbeweging, kan reflexkrachttraining zijn.

Reflexkracht

Bovenstaande vormen van krachttraining leveren mogelijk niet de transfer naar een loopbeweging die gewenst is binnen voetbal. In geen van bovenstaande manieren van krachttraining is het mogelijk een overload te creëren die vier keer zo groot is als het eigen lichaamsgewicht. Dit is bij een loopbeweging wel het geval (Bosch & Klomp, 2001).

Verder dient bij zowel de oefenvorm als bij de doelbeweging de spierwerking hetzelfde te zijn. Bij krachttraining is dit niet per definitie het geval. Er wordt dan getraind met concentrische en excentrische spiercontracties. Bij snelle bewegingen, zoals lopen op snelheid, spelen energietransport en reactieve spierwerking bijna altijd een dominante rol (Bosch, 2012).

De belasting tussen beide vormen is heel verschillend, waardoor er waarschijnlijk weinig transfer ontstaat. Bij krachttraining zijn monoarticulaire spieren vaak de vermogensleveraars, terwijl bij snelle bewegingen zoals lopen de bi-articulaire spieren de overhand hebben. Dit is wel in samenwerking met de vermogen leverende monoarticulaire spieren.

Bij sporten waar lopen een prominente rol speelt, zoals voetbal, is het waarschijnlijk van belang om te kunnen omgaan met slagbelasting. Bij haltertrainingen met lichte gewichten zijn zowel in de voorrefase als in de ontladingsfase de krachten die inwerken groter. De techniek van de reactiviteit is bij grote piekkrachten moeilijker dan bij lage piekkrachten. Dat maakt reflexkrachttraining tot een coördinatie training. Oefeningen met lage haltergewichten en hoge slagbelasting zijn zeer geschikt om reactiviteit aan vaste reflexmatige patronen te koppelen (Bosch, 2012; Bosch & Klomp, 2001). Bij bewegingen die volgens reflexmatige patronen verlopen, zoals de loopbeweging, kan een hogere piekkracht worden bereikt dan bij bewegingen waarin reflexpatronen geen rol spelen.

Trainingsvormen waarin reflexbewegingen zijn ingebouwd zijn door de koppeling van de grote neuromusculaire overload en specificiteit van de beweging extra geschikt. Voorbeelden hiervan zijn Olympische liftvarianten, waarbij eenbenige vormen mogelijk meer transfer hebben naar de loopbeweging. Ook Step-up varianten kunnen deze overload creëren. Een voordeel van deze manier van trainen is dat de hersteltijd zeer kort is omdat er geen eiwitafbraak en substraatgebruik heeft plaatsgevonden. Alleen het zenuwstelsel vergt herstel waardoor de hersteltijd na een reflexkrachttraining maximaal 24 uur is en het kan worden ingepast in andere trainingsvormen. Deze dienen ook te voldoen aan de principes van specificiteit en aan de vereisten voor een explosieve beweging om transfer te genereren naar een doelbeweging (Bosch, 2012). Omdat er met relatief lichte gewichten wordt gewerkt, zou het ook een mogelijke trainingsvorm kunnen zijn voor tapering (Mujika & Padilla, 2003). Bij het toepassen van deze trainingsvorm, is het belangrijk om de reflexpatronen in de loopbeweging te kennen en herkennen.

Reflexpatronen

Bij een reflex is er op ruggenmergniveau een koppeling tussen een spier en zijn antagonist. Dit systeem werkt ook tijdens het lopen door middel van de struikelreflex. Wanneer het lichaam valt door te struikelen, zal het standbeen dat retroflexie aan het maken was, naar voren schieten. Dit gebeurt doordat het lichaam probeert een val te voorkomen. Blijkbaar veroorzaakt een retroflexie in het ene been een anteversie in het andere been. Er is dus niet alleen sprake van reflexen tussen spieren, maar mogelijk ook tussen ledematen. Voor extra afzetkracht is het noodzakelijk om een felle anteflexie te maken met het zwaaibeen (Bosch & Klomp, 2001).

Naast de struikelreflex is er nog een andere reflex, namelijk de gekruiste extensiereflex. Deze reflex vindt plaats op het eind van de steunfase. Het fel strekken van het standbeen kan worden versterkt door gelijktijdig een felle flexie te maken in de knie en heup van het zwaaibeen. Sprinten is in dit concept beide reflexen constant goed uitvoeren. Dit levert qua snelheid het meeste rendement op, maar dient goed te worden afgestemd op de omgeving in het voetbal. Excitatie en inhibitie (spanning en ontspanning) volgen elkaar tijdens het lopen zo snel op met grote piekverschillen. Voetballers die dit niet goed kunnen controleren kunnen hierdoor constant geblesseerd raken (Bosch & Klomp, 2001). Een goede looptechniek is daarom mogelijk van groot belang bij voetballers.

Looptechniek

Lopen is een cyclische beweging. Bij het lopen op snelheid is het belangrijk om gedurende elke afzet hetzelfde patroon te volgen en uit te voeren. Bij voetballers is echter de omgeving van dermate grote invloed dat dit niet altijd mogelijk is. Wanneer voetballers in een rechte lijn kunnen lopen, zonder dat een tegenstander van invloed is, worden er mogelijk wel vaste patronen gevolgd binnen het voetbal (Bosch, 2012).

Er zijn vijf fases in de cyclische beweging die van belang zijn op het uiteindelijke resultaat van de loopbeweging, namelijk: het eind van de steunfase (toe-off), de zwaai fase in het algemeen, de zweeffase, het moment van voetplaatsing (initial contact) en de stuwfase. Om te kunnen excelleren staat de werking van het bekken, in combinatie met de specialisatie van de spieren, centraal. Het goed bewegen van het bekken is zeer belangrijk voor een goede looptechniek (Bosch & Klomp, 2001).

Maar hoe werkt het bekken dan precies tijdens het lopen op snelheid? Aan het bekken hechten veel spieren, die in allerlei richtingen kracht op het bekken kunnen uitoefenen. Het bekken werkt daardoor als een hefboom, waarbij spieren grote invloed op elkaar kunnen uitoefenen door kleine bewegingen van het bekken te veroorzaken.

Na toe-off is het noodzakelijk om zo snel mogelijk het bekken achterover te kantelen, zodat de knie van het zwaaibeen krachtiger voorwaarts kan worden gebracht. De bekkenkanteling achterover wordt behalve door activiteit van de buikspieren ook door de spanning in de hamstrings van het uitpendelende voorste zwaaibeen veroorzaakt. Dit komt doordat de hamstrings werken als een heupstrekker, waarbij het bekken ook achterover kan worden getrokken. Hierdoor ontstaat er echter verlies van spanning in de hamstrings.

Als het bekken niet tegengehouden zou worden door andere spieren, dan zou de spanning in de hamstrings helemaal worden omgezet in het achteroverkantelen van het bekken. Dit is nu niet het geval. Voor het achteroverkantelen van het bekken is veel kracht nodig.

Tegenover de achterover kantelende werking van de buikspieren en hamstrings van het voorste been, staat een voorover kantelende werking van het bekken van het achterste been. Dit wordt veroorzaakt door de m. iliopsoas. Deze tegenwerking zorgt ervoor dat niet alle energie verloren gaat aan de bekkenkanteling achterover, maar dat er ook elastische rek ontstaat in de hamstrings.

Lopen op snelheid is een groot samenwerkend patroon, waarbij het bekken een verbindende rol speelt. Het bekken zorgt daarbij ook voor de opbouw van elastische energie tijdens de uitpendelfase.

De energie die wordt opgewerkt in het achterste been door de m. iliopsoas, kan worden getransporteerd naar het voorste been, wat tot uiting komt door voorspanning in de hamstrings.

Het voorover- en achterover kantelen zijn twee van de belangrijkste bewegingen van het bekken, maar er is nog een derde beweging die het bekken moet maken tijdens de uitvoering van een goede looptechniek. Het bekken dient namelijk direct na de toe-off opgetild te worden, waarbij de heup een anteflexiebeweging maakt en de schuine buikspieren het bekken op moeten tillen.

Tevens leidt het optillen van de bekkenhelft tot een ander basiselement voor een goede looptechniek, namelijk de voetplaatsing van bovenaf. Dit houdt in dat de voet in evenwijdige richting van de grondreactiekracht moet worden neergezet om alle energie uit de spieren zo optimaal mogelijk te gebruiken. Het komt geregeld voor dat lopers de voet inschuiven, wat leidt tot energieverlies en een remmende werking in de looptechniek. Daarnaast kan het leiden tot enkel- en knieblessures. De voetplaatsing van bovenaf is ook belangrijk om een goede sprong te maken vanuit een aanloop, zoals bij voetbal vaak voorkomt (Bosch, 2012; Bosch & Klomp, 2001).

Het samenwerken van de spieren is zeer nauw met elkaar verbonden. Elke spier heeft daarin een voorkeur over hoe het zich gedraagt bij intensieve inspanningen. De specialistische spierwerking van een spier is, met het oog op specificiteit, mogelijk zeer belangrijk om mee te nemen bij het opstellen van een krachtprogramma.

Spierwerking

Om blessures te voorkomen, is het belangrijk dat spelers “leren” om hun spieren op de juiste manier te gebruiken. Spieren werken namelijk in een attractorstaat. Dit betekent dat spieren een bepaalde lengte hebben waarin ze het best excelleren en daardoor het meeste kracht kunnen leveren. Dit hangt af van de manier waarop de spieren gebouwd zijn en wat de precieze functie is van de spieren. De specialistische spierwerking is voornamelijk van toepassing wanneer er een maximale prestatie moet worden geleverd. Wanneer er rustig bewogen wordt, kunnen andere spieren sommige taken overnemen. Bij rustig wandelen of joggen, zijn de quadriceps meer actief dan tijdens een volle sprint. Tijdens een sprint zijn de quadriceps alleen in de eerste paar passen actief als krachtleverancier. Om dit aan te tonen wordt het centrifugemodel van Bosch gebruikt (Bosch, 2012).

De verandering van spierwerking hoeft niet geleidelijk te gebeuren, maar kan ook plotseling plaatsvinden. Bijvoorbeeld van wandelen naar aanzetten voor een sprint wordt de spierwerking in de benen spontaan anders. Dit wordt een faseovergang genoemd binnen de theorie van dynamic systems (Bosch, 2012).

Een sprinter kan binnen het centrifugemodel beter het specialisme van zijn spieren aanspreken dan bijvoorbeeld een 1500-meter loper, of nog extremer deze specialisaties aanspreken. Hoe meer kracht er moet worden geleverd om tot een prestatie te komen, hoe belangrijker het is om deze specialisaties goed te kunnen aanspreken en controleren. Daarnaast is de spierwerking ook van toepassing bij een SJ en CMJ. Bij deze sprongvormen komen ook nog andere problemen aan het licht.

Verband tussen sprongvormen en sprint

Wanneer er een verticale SJ wordt gemaakt, waarbij heup, knie en enkel tegelijk strekken, vinden er rotaties in de gewrichten plaats. Het doorlopen van de rotaties vindt voor de gewrichten in een gunstig segment plaats. Na het doorlopen van het gunstige rotatiemoment, ontstaat er in elk van de genoemde gewrichten een ongunstig translatiemoment. De rotatie-translatierelatie beperkt heel nadrukkelijk de mogelijkheid het lichaam nog extra te versnellen. Daarom zorgt het lichaam ervoor dat niet alle segmenten tegelijk strekken, maar elkaar opvolgen. Dit heet een proximo-distaalwerking (Bosch, 2012).

Door deze werking is het mogelijk om gedurende de hele strekking van het lichaam de gewrichten zo op elkaar in te laten werken dat er altijd een gunstig rotatiemoment in het lichaam aanwezig is. Dit proces levert een ander probleem op. De spieren rondom de heup zijn hiervoor meer geschikt, dan de spieren rondom de enkel. Wanneer hier geen oplossing voor zou zijn, zou een sprong of sprint leiden tot veel blessures.

De oplossing hiervoor wordt de Lombard's paradox genoemd. Dit fenomeen houdt in dat bij een gewenste functionele beweging de bi-artculaire spier de beweging tegenwerkt. Door deze tegenwerking kunnen gewrichten worden beschermd voor een te groot rotatiemoment. Deze tegenwerkende beweging wordt uitgevoerd met excentrische spierwerking, waarbij er in een ander gewricht een rotatiemoment ontstaat, met de kracht van een concentrische contractie van de spier. Daarbij zal de bi-artculaire spier het liefst isometrisch werken. Dit betekent dat de spier wel kracht zet, maar niet of nauwelijks vermogen hoeft te leveren. Een pennate spierbouw is hiervoor het meest geschikt (Bosch, 2012; Bosch & Klomp, 2001).

Een theoretisch model, waarin de spierwerking van de SJ is onderzocht, kwam tot de conclusie dat zowel CE als SEE actief zijn bij het maken van een sprong (Bobbert, 2001; Bobbert, Gerritsen, Litjens & van Soest, 1996). De resultaten duiden erop dat een atleet, dus ook een voetballer, mede spronghoogte genereert door gebruik te maken van de rugspieren. Opvallend was dat de uiteindelijke krachtproductie het dubbele was van wat de m. triceps surae konden produceren. Dit is onmogelijk met alleen de extra kracht van de rugspieren.

Waar deze extra kracht wel vandaan komt is onduidelijk. Het is mogelijk dat het energietransport van heup, knie en enkel hierin een belangrijke rol speelt. Dit is mogelijk een overeenkomstig patroon tussen sprong en looptechniek. Daarnaast speelt rate of force development zeer waarschijnlijk een rol bij de SJ. Bij de CMJ wordt stijgtijd in de spieren overwonnen door een voorbeweging te maken waardoor voorspanning ontstaat in de spieren (Bosch, 2012).

Er zijn eerder onderzoeken gedaan naar het verband tussen een krachtprogramma en de spronghoogte. De sprinttijden werden in deze onderzoeken ook meegenomen. Binnen zulke onderzoeken wordt meestal niet voldoende gekeken naar de principes van stijgtijd en overeenkomstige patronen (Hooren & Bosch, 2015).

Er is desondanks toch een positieve relatie tussen maximale kracht en de sprintsnelheid en spronghoogte (Wisloff, Castagna, Helgerud, Jones & Hoff, 2004; Moir, Sanders, Button & Glaister, 2007; Sander, Keiner, Wirth & Schmidtbleicher, 2012).

Daarbij moet wel aangetekend worden dat de spronghoogte meer verbetert gedurende het proces, dan de sprinttijden. Bij deze onderzoeken waren de trainingsperiodes verschillend van lengte en werd er een andere trainingsfrequentie gehanteerd. Voor dit onderzoek luidt de onderzoeksvraag:

“Wat is de invloed van een 8 weeks unilateraal krachttrainingsprogramma op de prestatie bepalende factoren 10 en 30 meter sprint, de Squatjump (SJ) en de Countermovementjump (CMJ) bij de jeugdspelers van FC Utrecht Onder 16 jaar?”

De hulpvragen bij het onderzoek zijn:

“Wat voor invloed heeft het optillen van de vrije bekkenhelft op de sprinttijden over 10 en 30 meter?”

De verwachting voor dit onderzoek is dat er kleine positieve veranderingen zullen optreden in de sprintsnelheid en spronghoogte op zowel de SJ als CMJ. Wanneer er wordt gekeken naar de sprint, ontstaat er een mogelijk een positief verband tussen het beter optillen van de vrije bekkenhelft en de sprintsnelheid. Van de sprongvormen zal waarschijnlijk de SJ het meest verbeteren doordat spelers beter om leren gaan met RFD.

2. Methode

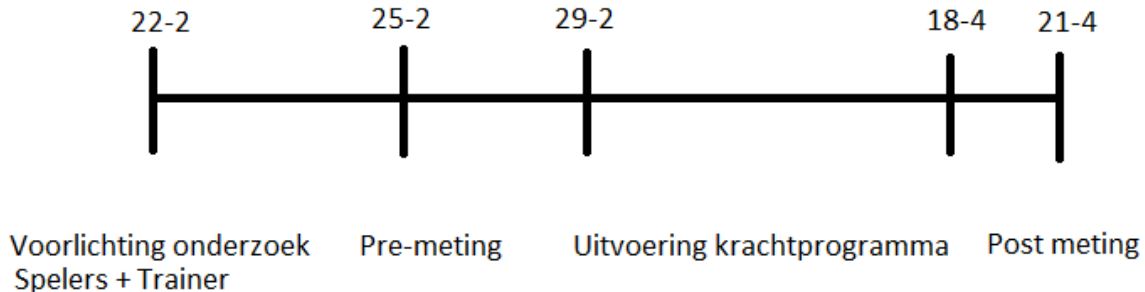
Dit onderzoek was een verkennend onderzoek waarbij gebruik is gemaakt van een experimenteel ontwerp. Dit ontwerp bevatte een pre- en een post-meting, waarbij gebruik is gemaakt van één groep spelers. De verzamelde gegevens zijn kwantitatief van aard (Gratton, Jones & Robinson, 2007).

Deelnemers

De onderzoekspopulatie van dit onderzoek bestond uit alle jeugdspelers uit een Onder 16 team die in de jeugd Eredivisie actief zijn geweest. De steekproef was de selectie van FC Utrecht Onder 16. Dit was een gemakshalve steekproefmethode (Gratton, Jones & Robinson, 2007). Doordat er alleen toegang was tot de spelers van Utrecht is er voor deze steekproefselectie gekozen. Zij hadden allen een leeftijd van 15 of 16 jaar. Alle deelnemers, op één deelnemer na, zijn twee seizoenen of langer actief binnen de opleiding van deze BVO. Het BVO team nam deel aan de Eredivisie van het jeugdvoetbal.

De spelers trainden vier maal in de week voetbal-specifiek, waarbij éénmaal per week aandacht werd besteed aan loopcoördinatie. Gedurende het onderzoek werden er tijdens de loopscholing geen oefeningen gedaan specifiek gericht op het optillen van de vrije bekkenhelft tijdens een sprint. De spelers hadden weinig ervaring in krachttraining met gewichten. De spelers hadden wel ervaring met krachttraining op basis van eigen lichaamsgewicht. De deelnemers hebben vooraf een informed consent getekend.

Het onderzoek startte met een pre-meting, gevolgd door een krachtprogramma van 8 weken. Het onderzoek werd afgesloten met een post-meting. Tijdens de metingen werden de SJ, CMJ en de sprint over 10 en 30 meter gemeten. Naast deze sportspecifieke metingen werd ook de lengte gemeten, zowel staand als zittend. Verder werden de spelers gewogen. Met deze fysieke parameters kon de Peak Height Velocity (PHV) worden berekend.



Figuur 5: Tijdlijn uitvoering onderzoek

Metingen

Gedurende dit onderzoek volgden de spelers van bovengenoemd team een krachttrainingsprogramma dat voornamelijk gebaseerd was op het verbeteren van de sprint. Door de overeenkomsten tussen sprint en sprongvormen werd er ook gekeken naar het verschil tussen de pre-meting en de post-meting op de SJ en CMJ.

Lichamelijke eigenschappen

Om verschillen in lichamelijke ontwikkelingen te kunnen ondervangen, werd voor elke meting het lichaamsgewicht bepaald, de zit- en staande lengte gemeten, het vetpercentage gemeten en de PHV berekend. De PHV werd gebruikt om te bepalen hoe ver de spelers voor of na hun groeispurt zaten. Het gewicht werd gemeten met een Seca weegschaal, waarbij er een afwijking kon zijn van 0,5%. Dezelfde afwijking gold voor het Seca meetapparaat voor de lengte. De zitlengte werd gemeten op de grond, waarbij de knieën richting het plafond wezen. Het vetpercentage werd berekend aan de hand van een 4-puntsmeting (Durnin & Womersley, 1974). Hiervoor werd een Harpenden huidplooiometer gebruikt.

Deze meetmethode geeft een goede afspiegeling van het vetpercentage (Durnin & Womersley, 1974). Het vetpercentage werd vergeleken door middel van het aantal millimeters vet. Aan de hand van het gewicht en de zit- en staande lengte kon de PHV worden berekend. Dit werd berekend met de volgende formule: $-9.236 + (0.0002708 * (C - D) * D) + (-0.001663 * (F * (C - D))) + (0.007216 * (F * D)) + (0.02292 * ((E / B) * 100))$ (Wormhoudt, Teunissen & Savelsbergh, 2014).

De letters staan voor de volgende gegevens:

- A. Geslacht;
- B. Geboortedatum;
- C. Staande lengte;
- D. Zitlengte;
- E. Gewicht;
- F. Meetdatum / Leeftijd.

De metingen zijn door dezelfde persoon en op dezelfde tijd en dag van de week uitgevoerd.

Verticale sprong testen

Tijdens de pre- en post-meting werd er gebruik gemaakt van de Smartspeed sprongmat. De resultaten van de sprongmat komen erg goed overeen met een jump & touch test. Hierdoor kan aangenomen worden dat de sprongmat valide is (van der Laan, 2012).

De SJ werd eerst afgenomen, waarbij op alfabetische volgorde werd gesprongen. Vervolgens werd de CMJ gemeten. Voor elke sprongvorm had de speler drie pogingen om zo hoog mogelijk te springen. Om de SJ aan de eisen van RFD te laten voldoen, werd er met de handen op de heupen gesprongen, en moesten de spelers drie seconden ingezakt blijven staan in een zelf gekozen hoogte van de Squat houding. Wanneer er voorafgaand aan de sprong toch een countermovement werd gemaakt, werd de sprong afgekeurd. De sprong werd tevens afgekeurd wanneer de knieën gebogen werden in de lucht. De beste poging werd opgenomen in het onderzoek.

Sprint test

Voordat de sprinttesten werden afgenomen, werd er begonnen met een standaard warming-up. Deze warming-up is terug te vinden in bijlage 1. De sprinttesten werden uitgevoerd met behulp van het Smartspeed Lite systeem. Dit is een elektronisch systeem met een meetafwijking van $\pm 0,01$ sec. De spelers hadden drie pogingen voor de sprint, waarvan de snelste tijd op de 10 en 30 meter werd meegenomen in het onderzoek. De spelers mochten vanuit staande positie zelf beginnen aan de sprint nadat de testafnemer een GO gaf.

De sprint werd frontaal gefilmd. In het filmpje van de snelste sprint werd de hoek van de vrije bekkenhelft gemeten. Hiervoor moest de speler zo groot mogelijk in beeld zijn gedurende de laatste 10 meter van de sprint, omdat de snelheid hier het hoogst is. De camera was ingesteld op de hoogte van het bekken. De camera die gebruikt is tijdens het filmen was een Canon XF100. Door deze camera te gebruiken was het mogelijk om video's in HD op te nemen. Door de ingebouwde bedieningsring kon de zoom worden aangepast, waarbij er tot 10x ingezoomd kon worden. De opstelling is terug te vinden in bijlage 2.

Krachttraining

Gedurende de acht trainingssessies werd er door de spelers een vast reflexkracht trainingsschema gevolgd. Alle oefeningen met reflexpatronen werden unilateraal uitgevoerd. De eerste vier weken werden gebruikt om het trainingsprogramma aan te leren. Vervolgens konden er (progressieve) variaties worden toegepast.

Het krachtprogramma bestond uit 9 oefeningen, waarbij drie oefeningen gericht waren op het verbeteren van verschillende co-contracties. De overige zes oefeningen waren gericht op het stimuleren van de reflexpatronen en het energietransport binnen het lichaam. Dit werd voornamelijk gedaan door het gebruik van Step-up varianten. Bij elke oefenvorm was het van belang om de vrije bekkenhelft goed en snel op te tillen en in Lock-positie vast te houden voor enkele seconden. De variaties op het krachtprogramma hielden een gewichtsverhoging in voor de co-contracties. Voor de oefeningen met reflexpatronen werd er, door een achterwaartse schopbeweging te maken, extra vermogen van de hamstring geëist. De ramp-up werd in de tweede vier sessies uitgevoerd met een halter in de nek, in plaats van een ondersteuning door de armbeweging. De opbouw en de inhoud van het krachtprogramma is terug te lezen in bijlage 4.

Inclusie / exclusie criteria

Er was één vereiste om deel te mogen nemen aan dit onderzoek, namelijk:

- Speler zijn in het Onder 16 team FC Utrecht;

Daarnaast waren er voor de spelers twee eisen waaraan ze moesten voldoen wilde ze meegenomen worden in het onderzoek, namelijk:

- Spelers mochten maximaal één training gemist hebben;
- Aanwezig zijn geweest bij zowel de pre-meting als de post-meting;

Statistische analyse

De hoek van de vrije bekkenhelft gedurende de snelste sprint werd gemeten met behulp van Kinovea. Hierbij werd er vanaf de heup van het standbeen een rechte lijn naar de grond getrokken, waarna de andere marker werd gericht op de andere heup. Bij een score van 90 graden waren de bekkenhelften evenwijdig aan elkaar. Een foto van de meting met behulp van Kinovea is te zien in bijlage 3.

De data werd geanalyseerd met behulp van SPSS 21 voor Windows. Hierbij werden de gemiddelden en standaarddeviaties berekend. Omdat er werd gezocht naar een invloed van het krachtprogramma op de prestaties van de sprong- en sprinttesten, is er gekozen voor een gepaarde t-test omdat deze voor een groep specifiek kijkt naar een pre- en post-meting (Huizingh, 2008). Om de correlatie te berekenen is er gebruik gemaakt van de formule van Pearson, omdat de scores van de testen uit te drukken zijn in ratio's. Bij een ratioschaal dient er gebruik gemaakt te worden van de formule van Pearson (Huizingh, 2008). Er is gekozen voor een betrouwbaarheidsinterval van 95% ($p < 0,05$). Om de verandering van de gegevens toe te kunnen schrijven aan het krachtprogramma moet de significantiescore lager zijn dan 0,05 ($p < 0,05$).

3. Resultaten

Na het toepassen van de exclusie criteria, hebben er negen ($n = 9$) spelers aan het onderzoek deelgenomen. Zij hadden een gemiddelde leeftijd van $15,8 \pm 0,2$ jaar aan het begin van het onderzoek. De gemiddelde lengte van de spelers was bij aanvang $177,8 \pm 4,9$ centimeter. Verder was het gewicht van de spelers $63,6 \pm 3,4$ kilogram bij aanvang. De PHV in maanden bij aanvang bedroeg 14 ± 7 . Als laatste was het vetpercentage in millimeters $21,0 \pm 2,8$. In onderstaande tabel zijn de veranderingen van de antropologische gegevens terug te vinden, met daarbij de percentuele verandering.

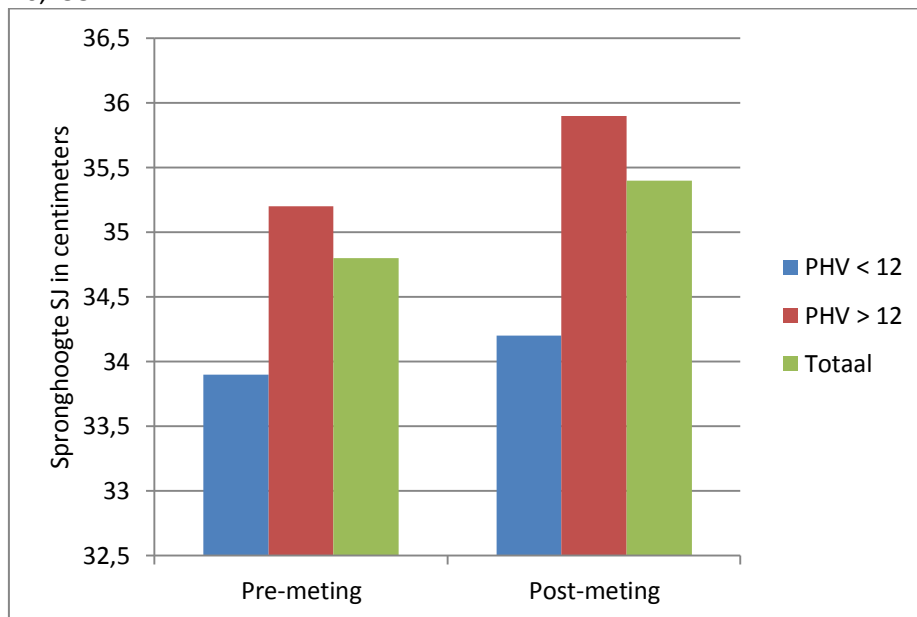
	Leeftijd 1 (jr)	Gewicht 1 (kg)	Lengte 1 (cm)	ZitLengte 1 (cm)	Vet 1 (mm)	PHV 1 (mnd)
1	16,00	61,00	174,00	92,00	19,80	24,96
2	15,90	65,00	183,00	90,50	22,00	21,12
3	16,00	63,00	173,00	81,00	23,30	6,36
4	15,80	68,50	187,00	92,00	21,00	23,40
5	16,10	61,50	177,00	85,00	19,80	13,08
6	15,40	60,50	177,00	83,00	21,60	5,64
7	15,50	61,00	172,00	83,00	22,10	6,72
8	15,90	62,00	180,00	86,00	14,60	13,68
9	15,30	69,50	177,00	89,00	24,60	16,44
	Leeftijd 2 (jr)	Gewicht 2 (kg)	Lengte 2 (cm)	ZitLengte 2 (cm)	Vet 2 (mm)	PHV 2 (mnd)
1	16,20	63,00	174,00	92,00	18,70	26,40
2	16,00	66,00	183,00	90,50	22,30	22,32
3	16,20	66,00	173,00	81,00	24,40	7,80
4	15,90	68,50	187,00	92,00	21,00	24,48
5	16,30	61,00	177,00	85,00	18,40	13,92
6	15,60	60,00	177,00	83,00	20,60	6,48
7	15,70	61,00	173,00	83,00	22,20	7,56
8	16,10	61,00	180,00	86,00	15,30	14,52
9	15,50	66,00	177,00	89,00	22,10	17,04
	% verandering	% verandering	% verandering	% verandering	% verandering	% verandering
1	1,25%	3,28%	0,00%	0,00%	-5,56%	5,77%
2	0,63%	1,54%	0,00%	0,00%	1,36%	5,68%
3	1,25%	4,76%	0,00%	0,00%	4,72%	22,64%
4	0,63%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	4,62%
5	1,24%	-0,81%	0,00%	0,00%	-7,07%	6,42%
6	1,30%	-0,83%	0,00%	0,00%	-4,63%	14,89%
7	1,29%	0,00%	0,58%	0,00%	0,45%	12,50%
8	1,26%	-1,61%	0,00%	0,00%	4,79%	6,14%
9	1,31%	-5,04%	0,00%	0,00%	-10,16%	3,65%

Tabel 1: Antropologische gegevens deelnemers.

Sprongmetingen

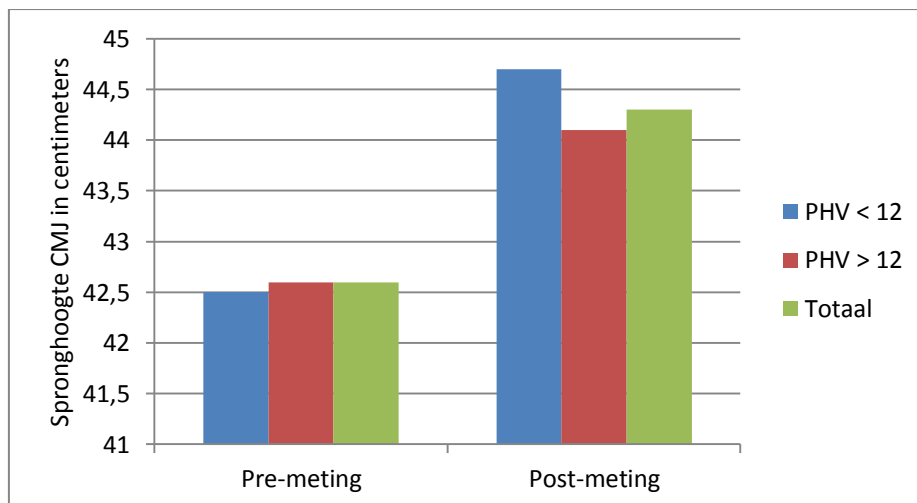
Bij de pre-meting waren de gemiddelde resultaten voor de SJ $34,8 \text{ cm} \pm 2,8$. Bij de post-meting waren de gemiddelde resultaten $35,4 \text{ cm} \pm 2,1$. Bij de spelers met een PHV-waarde kleiner dan 12 lag het gemiddelde tijdens de pre-meting op de SJ op $33,9 \text{ cm} \pm 2,5$. Bij de post-meting lag het gemiddelde op $34,2 \text{ cm} \pm 2,3$.

Bij de spelers met een PHV waarde groter dan 12 lag dit gemiddelde op $35,2 \text{ cm} \pm 2,6$ bij de pre-meting en op $35,9 \text{ cm} \pm 1,5$ bij de post-meting. De significantiescore op de SJ tussen de pre- en post-meting is $p = 0,438$.



Grafiek 1: Resultaten SJ-test.

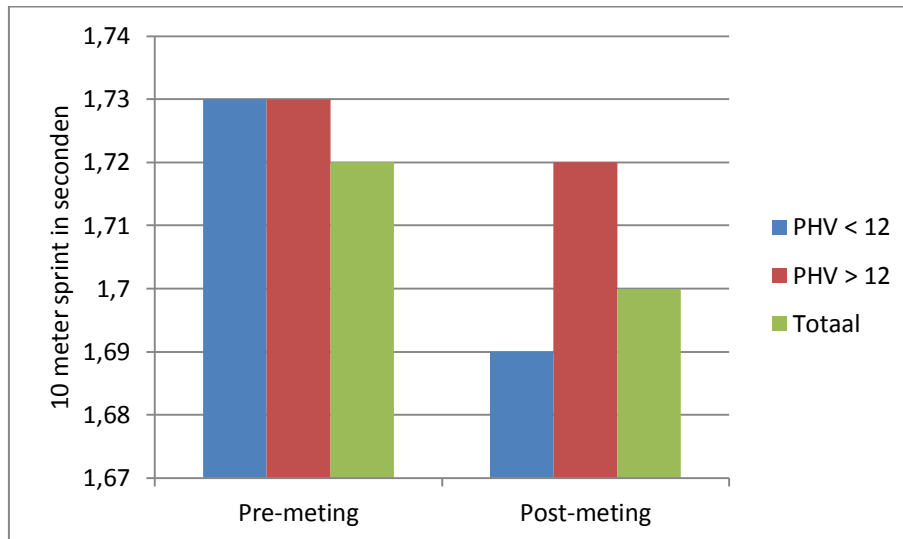
Bij de pre-meting van de CMJ lag het gemiddelde van de groep op $42,6 \text{ cm} \pm 2,8$. Bij de post-meting was dit gemiddeld $44,3 \text{ cm} \pm 2,2$. Wanneer er wordt gekeken naar het verschil tussen de jongens met een PHV kleiner dan 12 en groter dan 12 zijn er de volgende resultaten gevonden: $42,5 \text{ cm} \pm 4,0$ op de pre-meting en $44,7 \text{ cm} \pm 2,5$ op de post-meting voor de spelers in de groei. Bij de spelers uit de groei lagen deze gemiddelden bij de pre-meting op $42,6 \text{ cm} \pm 1,7$ en op $44,1 \text{ cm} \pm 1,8$ op de post-meting. De significantiescore op de CMJ tussen de pre- en post-meting is $p = 0,099$.



Grafiek 2: Resultaten CMJ-test.

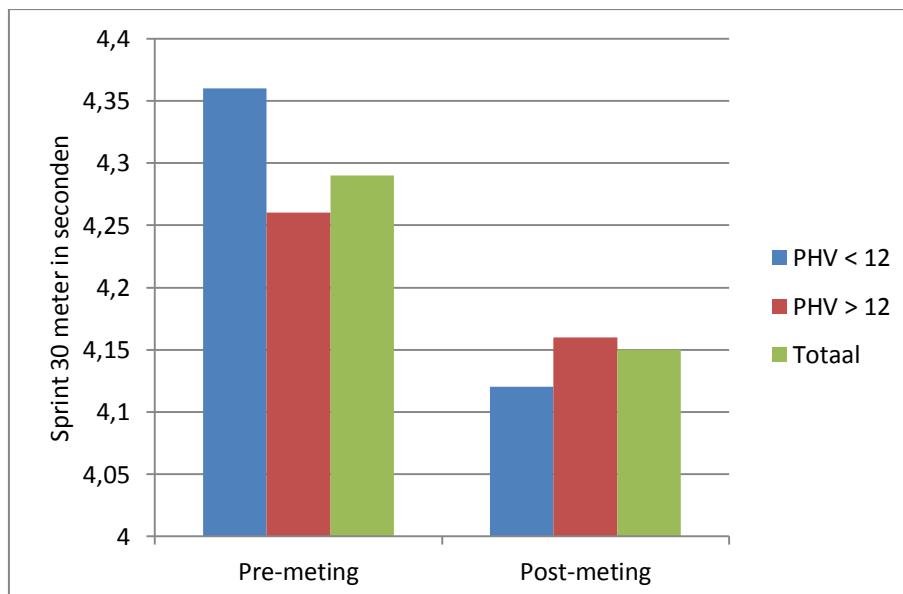
Sprintmetingen

De resultaten op de 10 meter sprint bij de pre-meting waren $1,72 \text{ sec} \pm 0,07$. Bij de post-meting was dit gemiddeld $1,70 \text{ sec} \pm 0,03$. Bij het onderscheid tussen spelers in de groei en uit de groei zijn de volgende gemiddelden gemeten: Bij spelers met een PHV < 12 gaf de pre-meting een resultaat van $1,73 \text{ sec} \pm 0,04$ gemiddeld en de post-meting $1,69 \text{ sec} \pm 0,03$. Bij de spelers met een PHV > 12 was dit respectievelijk $1,73 \text{ sec} \pm 0,07$ op de pre-meting en $1,72 \text{ sec} \pm 0,02$ op de post-meting. De significantiescore tussen de twee sprintmetingen over 10 meter bedraagt $p = 0,254$



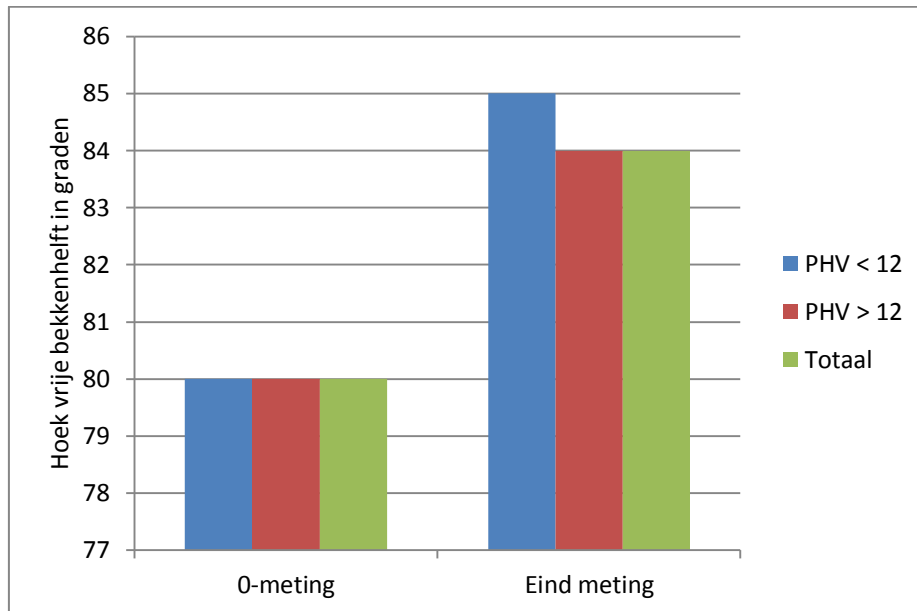
Grafiek 3: Resultaten 10 meter sprint.

De resultaten op de 30 meter sprint bij de pre-meting waren $4,29 \text{ sec} \pm 0,15$. Bij de post-meting was dit gemiddeld $4,15 \text{ sec} \pm 0,09$. Bij het onderscheid tussen spelers met een PHV kleiner of groter dan 12 zijn de volgende gemiddelden behaald: Spelers met een PHV < 12 liepen gemiddeld $4,36 \text{ sec} \pm 0,20$ op de pre-test en $4,12 \text{ sec} \pm 0,12$ op de post-meting. Bij de spelers met een PHV > 12 was dit respectievelijk $4,26 \text{ sec} \pm 0,09$ op de pre-meting en $4,16 \text{ sec} \pm 0,04$ op de post-meting. De significantiescore tussen de twee sprinttesten over 30 meter bedraagt $p = 0,004$.



Grafiek 4: Resultaten 30 meter sprint

De hoek van de vrije bekkenhelft bij de pre-meting was 80 ± 2 graden. Bij de post-meting was de hoek van de vrije bekkenhelft 84 ± 2 graden. Bij het onderscheid tussen spelers met een PHV kleiner of groter dan 12 zijn de volgende gemiddelden behaald: Spelers met een PHV < 12 tilde hun vrije bekkenhelft gemiddeld met 80 ± 3 graden tijdens de pre-meting en 85 ± 3 graden op de post-meting. Bij de spelers met een PHV > 12 was dit respectievelijk 80 ± 1 graden op de pre-meting en 84 ± 1 graden op de post-meting. De significantiescore tussen de twee metingen bedraagt $p = 0,000$.



Grafiek 5: Resultaten hoek van de vrije bekkenhelft.

Correlaties

De Pearson-correlatie tussen de SJ en de 10 meter sprint bij de pre-meting was $r = -0,50$ met een significantiescore van $p = 0,17$ en op de 30 meter sprint is $r = -0,59$ en $p = 0,09$. Bij de post-meting is deze correlatie op de 10 meter $r = 0,27$ met een significantiescore van $p = 0,49$. De correlatie tussen de post-meting SJ en de 30 meter sprint is $r = -0,25$ met $p = 0,51$.

De correlatie bij de pre-meting tussen de hoek van de vrije bekkenhelft en sprinttijd over 10 meter is $r = -0,37$ met $p = 0,32$. Op de 30 meter sprint is deze correlatie ten opzichte van de vrije bekkenhelft $r = -0,64$ met $p = 0,06$. Bij de post-meting geeft dit over 10 meter een correlatie van $r = -0,58$ met $p = 0,09$, en bij de 30 meter sprint is er een correlatie gevonden van $r = -0,86$ met $p = 0,003$. Een overzicht van de T-testen en correlatie-metingen zijn terug te vinden in bijlage 5.

4. Discussie

Doordat slechts 9 spelers hebben deelgenomen aan dit onderzoek, is niet met zekerheid te zeggen of de gevonden resultaten het gevolg zijn van het trainingsprogramma. Daarnaast zijn de resultaten moeilijk te generaliseren naar andere spelers in deze leeftijdscategorie. Om hierover uitspraken te kunnen doen, zal er bij een vervolg studie een grotere steekproef moeten worden gebruikt. In het vervolg van deze discussie worden de resultaten uit het onderzoek besproken alsof de resultaten wel representatief zijn.

Het onderzoek bestond uit twee metingen, een pre- en post-meting waartussen een reflexkrachttrainingsprogramma van 8 sessies is gevolgd. Bij de metingen werd de SJ, CMJ, de 10 meter sprint en 30 meter sprint gemeten. Daarnaast werden er enkele antropologische gegevens gemeten. De vraag was of dit reflexkrachtprogramma invloed zou hebben op de bovengenoemde sprint en sprongvormen. Daarbij ontstond tevens de vraag of het optillen van de vrije bekkenhelft tijdens de sprint van invloed zou zijn op de sprinttijd. De verwachting was dat de sprintvormen het meest zouden verbeteren. Omtrent de sprongvormen was ook een kleine verbetering verwacht, waarbij de SJ waarschijnlijk meer zou verbeteren dan de CMJ.

Squatjump

Op de SJ zijn zowel de groeigroep als de andere groep niet significant verbeterd. De absolute verbetering was in beide groepen kleiner dan één centimeter. Deze opgetreden verbetering is waarschijnlijk niet toe te schrijven aan het krachtprogramma. De verbetering die is opgetreden zou te maken kunnen hebben met gewenning van de uitvoering van de test. Opvallend is dat de drie beste pogingen bij de pre-meting, minder hoog hebben gesprongen in de post-meting. Aangezien het gemiddelde toch is gestegen, betekent dit dat de rest van de groep hoger heeft gesprongen bij de post-meting dan bij de pre-meting.

Mogelijk dat de coördinatie tussen de samenwerkende spieren nog niet is verbeterd. Daardoor wordt niet het volledige potentieel van het musculaire systeem gebruikt (Bobbert, e.a., 1996).

Daarnaast is het mogelijk dat de spelers nog niet beter om kunnen gaan met RFD (Bosch, 2012).

Een derde mogelijkheid is dat spelers niet gewend zijn om te springen zonder dat er vooraf elastische energie wordt opgeslagen in de spieren door middel van een countermovement. Doordat er geen countermovement wordt gemaakt is het mogelijk dat de spelers in de eerste fase van de contractie niet hun volledige vermogen kunnen leveren (Bobbert, e.a., 1996).

Doordat voetbal een spel is waarbij er constant bewogen wordt, is het perfect kunnen uitvoeren van een SJ niet van groot belang. Voetballers maken automatisch een countermovement, omdat dit resulteert in een grotere spronghoogte (Bobbert, e.a., 1996). Door regelmatig een sprongtest af te nemen waarin een SJ wordt getest, is het mogelijk dat de spelers beter worden in de SJ. Wanneer dit het resultaat is van een verbeterde RFD, zal dit ook te zien kunnen zijn in een sprinttest over 10 meter.

Bij de pre-meting was dit een matig verband, maar was het niet significant. Wanneer het doel van een training is om in korte tijd meer spronghoogte te genereren, is reflexkrachttraining waarschijnlijk niet de juiste methode. Omdat dit onderzoek slechts 8 sessies bevatte, is het niet mogelijk om een indicatie te geven over de resultaten op de langere termijn.

Er zijn enkele kanttekeningen die gemaakt moeten worden bij de interpretatie van deze resultaten. Doordat de gebruikte sprongmat niet heel groot is, wordt er coördinatief meer van de spelers geëist. Wanneer de sprong niet precies recht omhoog was, landden de spelers naast de mat en werd de sprong ongeldig verklaard. Daarnaast zijn niet alle mogelijke oefenvormen binnen reflexkrachttraining gebruikt in dit oefenprogramma. Misschien hebben andere oefenvormen een betere transfer naar de SJ. Dit is nu niet te achterhalen.

Daarnaast zijn alle oefenvormen éénbenig getraind, terwijl de test een tweebeinig sprong was. De invloed van de oefenvormen wanneer deze tweebeinig getraind waren kan wel positief zijn.

Countermovementjump

Het absolute verschil in verbetering tussen de groepen is klein. Bij slechts één speler uit de groep is het gewicht toegenomen, wat waarschijnlijk het gevolg is van spierontwikkeling kort na de groeispurt (Bayli & Way, 2009).

Het resultaat van de CMJ bij de post-meting is niet verbeterd ten opzichte van de pre-meting.

Waarschijnlijk is de synchronisatie tussen de spieren nog niet optimaal door de plotselinge toename van spiermassa. Ook hier is de verbetering tussen de pre-meting en post-meting niet toe te schrijven aan het krachtprogramma met een significantiescore van $p = 0,099$. Dit zit wel dicht bij het betrouwbaarheidseis van 95% dan de SJ. Een CMJ heeft enkele anatomische voordelen ten opzichte van de SJ.

Dit verklaart mede waarom er met een CMJ hoger gesprongen wordt dan met een SJ. Een van deze voordelen is dat er door een countermovement een pre-stretch ontstaat in de actieve spieren.

Wanneer deze pre-stretch sneller wordt opgebouwd, is het mogelijk om meer arbeid te leveren tijdens de sprong (Bobbert, e.a., 1996).

De countermovement beweging is een veel voorkomende beweging in het voetbal, zowel bij een aanzet voor een sprint als bij de CMJ zelf (Bobbert, e.a., 1996; Bosch, 2012). Het trainen van de countermovement beweging zal waarschijnlijk niet veel effect hebben, omdat het lichaam dan niet leert omgaan met RFD (Bosch, 2012).

Wanneer er ook nog andere vormen van krachttraining wordt gedaan, is het mogelijk interessant om de CMJ veelvuldig te meten om het effect van de trainingsvorm te kunnen bepalen. Bij de krachtvorm waarbij de krachttoename het grootste is, zal de CMJ waarschijnlijk het meest verbeteren. Dit is bij maximaalkrachttraining het geval (Bosch, 2012).

De verbeterde synchronisatie tussen de spieren (intermusculaire coördinatie) zal hier mogelijk de oorzaak van zijn.

Wanneer het doel is om hoger te springen met behulp van een CMJ zijn er betere methoden dan een kort programma op basis van reflexkrachttraining. Ook hier kan de reden zijn dat in dit geval de oefeningen unilateraal zijn getraind, wat mogelijk minder transfer heeft naar een tweebeinig sprong. Het is mogelijk om reflexkrachttraining tweebeinig te trainen, wat mogelijk meer transfer heeft naar een tweebeinig sprongvorm. Dit is nu niet te achterhalen door de invulling van het krachtprogramma in dit onderzoek.

10 meter sprint

In absolute getallen is de groep meer verbeterd dan de andere groep. Met een significantiescore van 0,254 is ook hier het resultaat niet direct toe te schrijven aan het krachttrainingsprogramma. In de eerste drie stappen van de acceleratie zijn de m. quadriceps femoris dominant. Pas na drie stappen wordt de hamstring dominant in het lopen. Aangezien de krachtleverantie van de m. quadriceps femoris niet zal zijn toegenomen door het programma, zijn de resultaten ook niet veel verbeterd.

Dat verklaart ook waarom de significantiescore niet in de buurt ligt van de $p = 0,05$. Het optillen van de vrije bekkenhelft was bij de pre-meting bijna significant met een matig tot bijna sterk verband. De verbetering van het optillen van de vrije bekkenhelft was wel significant verbeterd door het krachtprogramma. Dit is mogelijk een reden voor de vooruitgang die is geboekt.

In de praktijk kan een verbetering van enkele honderdsten al betekenen dat een speler eerder bij de bal is dan zijn tegenstander. Of door een betere aanzet zijn tegenstander net te snel af kan zijn. Het optillen van de vrije bekkenhelft helpt hierbij.

Deze trainingsvorm is, in combinatie met maximaalkrachttraining bijvoorbeeld, geschikt om verbeteringen bij volgroeide spelers te bewerkstelligen op de 10 meter sprint. Unilaterale vormen zijn voor de sprint specifiekere dan tweebenige reflexkrachtvormen (Bosch, 2012).

30 meter sprint

Er blijkt een sterke relatie te zijn tussen het optillen van de vrije bekkenhelft op de sprinttijd over 30 meter. De correlatie tussen de sprinttijd over 30 meter en het optillen van de vrije bekkenhelft door de spelers geeft een sterk verband. Dit onderstreept het verhaal van Bosch (2012) dat het optillen van de vrije bekkenhelft een attractor is voor de looptechniek. Daarnaast is er een correlatie tussen de 10 meter en de 30 meter. Op snel kunnen opbouwen van snelheid levert een snellere tijd op na 30 meter. Naast het optillen van de vrije bekkenhelft zal RFD hierin een belangrijke rol spelen (Bosch, 2012).

Voor de praktijk kan dit een aanzet zijn tot het onderzoeken van andere attractoren in het voetbal. Voor doelstellingen waarbij op korte termijn resultaat moet worden bereikt op een sprint, is reflexkrachttraining een goede optie. Een verbetering tot 6,5% op 30 meter, in 8 trainingssessies, is veelzeggend te noemen. Tijdens een wedstrijd kan dit in sommige situaties een groot verschil maken. Het optillen van de vrije bekkenhelft kan naast functioneel zijn voor een sprint in een rechte lijn ook functioneel zijn bij agility. Het afremmen van bewegingssnelheden wordt ook door dit principe geregeld (Bosch, 2012).

Dit heeft waarschijnlijk een positieve werking op de belasting van spieren en gewrichten. Doordat de vrije bekkenhelft beter wordt opgetild, is er meer tijd voor de hamstring om elastische energie op te bouwen en door te geven richting de m. gastrocnemius en de m. soleus. Daarnaast is het beter mogelijk om in tegengestelde richting van de grondreactiekracht de voet op de grond de plaatsen. Wanneer de bekkenhelft laag blijft, wordt de voet meer ingeschoven, wat een remmende werking heeft (Bosch & Klomp, 2001).

De verbetering die is opgetreden in de hoek van de vrije bekkenhelft zal waarschijnlijk tot stand zijn gekomen doordat bij bijna alle trainingsvormen in Lock positie wordt geëindigd. Door zelforganisatie leert het lichaam dit mogelijk zelf toe te passen tijdens het hardlopen.

Bij reflexkrachttraining geldt dat de begeleider goed moet weten op welke aspecten van de beweging er gecoacht moet worden. Indirect leren werkt hierin beter dan direct leren. Meer dan drie technische tips over de uitvoering werkt een leerresultaat mogelijk tegen (Bosch, 2012).

Tips als harder op de step stampen met een licht gebogen knie werkt mogelijk beter om voetplaatsing van bovenaf te bewerkstelligen. Indirect wordt dan de vrije bekkenhelft ook beter opgetild. Opvallend is daarnaast dat jongens die uit de groei komen sterker zijn verbeterd dan de jongens die hun groeispurt al langer hebben gehad. Dit komt mogelijk doordat explosiviteit na de groeispurt snel toeneemt (Bayli & Way, 2009). De precieze verbetering hierdoor is niet te achterhalen.

Invloed op resultaten

Naast de fysieke ontwikkeling van de spelers kunnen ook andere omstandigheden invloed hebben op de resultaten. De weersomstandigheden tijdens het testmoment kunnen van invloed zijn geweest op de resultaten. Het enige dat observeerbaar was, is dat de temperatuur bij de post-meting hoger lag dan tijdens de pre-meting. Qua wind en andere omstandigheden was er op het oog niet veel verschil.

Naast deze invloeden kunnen ook de invloeden van de voorafgaande trainingsweek een rol hebben gespeeld. Mogelijk is er harder of juist minder hard getraind voorafgaand aan een van de metingen. Daarnaast is het moeilijk om te monitoren wat de spelers buiten FC Utrecht nog meer voor fysieke trainingen volgen. Mogelijk gaan ze zelf naar de sportschool of doen ze in hun vrije tijd nog een andere sport. Hiervan is geen overzicht gemaakt en kan hierdoor niet worden geanalyseerd als invloed op de resultaten.

Doordat de trainingen op maandag om 18.30 uur werden gegeven, was het merkbaar dat het concentratieniveau niet optimaal was. Hierdoor is mogelijk wat effect van de training verloren gegaan. Dit is ook niet te achterhalen of te meten.

De invloed van de onderzoeker is tijdens het afnemen van de metingen gering geweest. Alleen bij het meten van de vrije bekkenhelft zou een meetfout opgetreden kunnen zijn doordat niet twee keer precies dezelfde plek is genomen. Dit kan in het vervolg voorkomen worden door in frontaal aanzicht, op heuphoogte, tape te plakken dat op videobeelden goed te zien is. Dan wordt er gedurende de metingen telkens op hetzelfde punt gemeten. Tijdens de trainingen werd er op een indirecte manier feedback gegeven. Wanneer spelers hun voeten te veel inschoven op de box werd er geadviseerd om bijvoorbeeld een harder stampend geluid te maken. Of bij de sandbag clean-to-step werd er gezegd wat de eindhouding moest zijn en dat de zak na het signaal sneller opgetild moest worden.

Er is nergens een technische aanwijzing gegeven zodat het effect van indirect trainen niet werd verhinderd. Hierdoor is het lichaam waarschijnlijk beter in staat geweest om tijdens trainingen via zelforganisatie de bewegingen eigen te maken (Bosch, 2012).

Korte aanwijzingen, gebaseerd op uiterlijke patronen, werken volgens dit principe beter dan specifieke technische aanwijzingen. Ook de kans op een leerresultaat wordt hierdoor mogelijk groter.

5. Conclusie en aanbevelingen

De onderzoeksvraag was wat de invloed zou zijn van een reflexkrachttrainingsprogramma op de prestatie bepalende factoren SJ, CMJ, 10 meter sprint en 30 meter sprint. Een hulpvraag bij dit onderzoek was de invloed van de hoek van de vrije bekkenhelft op de sprint. Hierbij zijn enkele hypothesen opgesteld.

Het antwoord op de onderzoeksvraag is dat het trainingsprogramma voornamelijk invloed heeft gehad op de 30 meter sprint. Vooraf was bekend dat de inhoud van het krachtprogramma voornamelijk gericht was op het verbeteren van de sprints. Op de rest van de prestatie bepalende factoren is er geen significante invloed geweest van het krachtprogramma. Als er gekeken wordt naar de hulp vraag kan deze wel positief beantwoord worden. Het optillen van de vrije bekkenhelft heeft een positieve invloed op de sprinttijd over 30 meter en in mindere mate met de sprinttijd over 10 meter.

De hypothese omtrent de absolute verbetering op de 30 sprint kan worden aangenomen. Er is een gemiddelde verbetering opgetreden van 0,15 seconden op de 30 meter. Bij de 10 meter sprint is de verbetering niet significant. De hypothese kan daarom niet worden aangenomen. De verbetering op de beide sprongvormen is niet toe te schrijven aan het krachtprogramma, waardoor die hypothese kan worden verworpen. Zoals verwacht was er een sterke relatie tussen het optillen van de vrije bekkenhelft en de sprinttijden op de 30 meter. Deze hypothese kan daarom worden aangenomen.

Dit kan een eerste stap zijn in de richting van een vervolgonderzoek naar attractoren. Uit practical based observaties is duidelijk dat attractoren aanwezig zijn in verschillende bewegingspatronen. Wat het oplevert om deze attractoren te trainen is nog niet bekend. In dit geval is duidelijk geworden dat het optillen van de vrije bekkenhelft een attractor is in de looptechniek, die tot prestatieverbetering leidt in een korte periode met een lage trainingsfrequentie.

Echter, het is duidelijk geworden dat alleen reflexkrachttraining niet de resultaten geeft waardoor voetballers in alle aspecten van het spel kunnen excelleren. Een afwisselend trainingsschema zou mogelijk tot significante verbeteringen kunnen leiden op de sprongvormen en de 10 meter sprint. Binnen het voetbal moet dit goed afgestemd worden met de veldtrainingen en de inhoud daarvan. Een reflexkrachttrainingsprogramma zou ook tussen twee andere trainingen door kunnen worden afgewerkt.

Aanbevelingen

Reflexkrachttraining kan op een aantal manieren worden ingepast binnen FC Utrecht. Deze manier van trainen zou zelfs gebruikt kunnen worden bij het eerste en tweede team van FC Utrecht. Wanneer spelers musculair vermoeid zijn, kan reflexkrachttraining een goed alternatief zijn om alsnog een training te kunnen afwerken.

Mogelijk dat, door het zelf organiserend vermogen van het lichaam, ook oudere spelers hun looppatroon verder kunnen ontwikkelen (Bernstein, 1996).

Tevens kan deze manier van trainen gebruikt worden als tapering voor een wedstrijd. Daarbij zijn twee herhalingen per been mogelijk voldoende, omdat bij tapering voornamelijk het trainingsvolume wordt gereduceerd (Mujika & Padilla, 2003).

In de jeugdopleiding kan deze trainingsvorm ook goed gebruikt worden. Het verbetert waarschijnlijk het looppatroon van de spelers. Daarnaast zou het een trainingsvorm kunnen zijn voor spelers die verschijnselen vertonen van overbelasting, maar niet geblesseerd zijn. Reflexkrachttraining zou dan een alternatief kunnen zijn.

Dit geldt ook voor spelers in de groei. Zij kunnen alleen trainen onder het toezicht van een specialist.

Deze specialist dient op de hoogte te zijn van de belangrijkste attractoren van de looptechniek en andere niet-loop gerelateerde spelbepalende attractoren. Wanneer spelers de oefeningen foutief uitvoeren, kan het effect van de oefening verdwijnen en kunnen de spelers geblesseerd raken.

Wanneer deze trainingsvormen veelvuldig binnen de opleiding gebruikt gaan worden is het mogelijk verstandig om te investeren in nieuwe materialen. Een aantal van de boxen die gebruikt worden, is nodig aan vervanging toe. Wanneer er nieuwe boxen gekocht worden, is het mogelijk interessant om meerdere boxen te kopen met verschillende hoogtes. Hierdoor kunnen de boxen bij meerdere oefeningen gebruikt worden. Het is dan bijvoorbeeld mogelijk om een langere Ramp-up te maken.

Vervolgonderzoek

Voor een vervolgonderzoek is er een aantal aspecten die in ogenschouw dient te worden genomen. Een trainingsperiode van 8 weken is onvoldoende om resultaten te kunnen boeken met behulp van reflexkrachttraining op de sprongvormen. Mogelijk is een heel seizoen van training, met meerdere meetmomenten, een betere optie om te kijken wat de invloed is van reflexkrachttraining op de CMJ en SJ.

Door een langere trainingsperiode te kiezen, is er meer tijd voor de aanleerfase van de reflexkrachtoefeningen. Vier trainingen was hiervoor niet voldoende. Variaties in de oefeningen kunnen pas worden toegepast wanneer alle elementen van de beweging op de juiste manier worden uitgevoerd. Wanneer de trainingsperiode een seizoen zou zijn, is het beter mogelijk om van een goede theoretisch onderbouwde opbouw gebruik te maken. Daarbij zou de trainingsfrequentie vaker dan eenmaal per week kunnen zijn.

Door de korte hersteltijd en het feit dat het nagenoeg geen belasting is voor het musculaire systeem, maakt dat deze trainingsvorm ook tussen twee trainingsvormen gedaan kan worden (Bosch, 2012). Omdat reflexkrachttraining geen zware musculaire vermoeidheid tot gevolg heeft, is het mogelijk om deze trainingsvorm bij meerdere leeftijdscategorieën uit te testen. Het zou een ideale toevoeging aan het trainingsprogramma van spelers in de groei kunnen zijn. Er worden patronen getraind die mogelijk een positief effect hebben op blessures, doordat spieren in hun optimum lengte werken wanneer deze patronen constant kunnen worden uitgevoerd (Bosch, 2012).

Verder zou er tijdens de metingen nog beter naar rate of force development kunnen worden gekeken. De SJ zou gemeten kunnen worden vanaf een box, zodat de spelers zelf nog meer verantwoordelijk worden voor de voorspanning in het lichaam. De stijgtijd zal hierdoor nog meer onder druk komen te staan. Mogelijk dat dit weer een ander inzicht geeft van de verhouding tussen de SJ en het reflexkrachtprogramma. Wanneer het mogelijk is zou dit onderzoek ook bij meerdere BVO's tegelijk kunnen worden uitgezet, zodat er een beter beeld ontstaat op het effect van het trainingsprogramma op de populatie.

Literatuurlijst

- Aagaard, P., Simonsen, E., Andersen, J., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P., (2002). *Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training*. University of Copenhagen.
- Baechle, T. R., Earle, R. W., & National Strength & Conditioning Association (U.S.), (2008). *Essentials of strength training and conditioning*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Balyi, I., & Way, R., (2009). *The role of monitoring growth in long-term athlete development*. Canadian Sport for Life.
- Bangsbo, J., Norregaard, L., & Thorso, F., (1991). *Activity profile of competition soccer*. Canadian Journal of Sport Sciences, 16:2, 110-116.
- Barnes, C., Archer, D., Hogg, B., Bush, M., & Bradley, P., (2014). *The Evolution of Physical and Technical Performance Parameters in the English Premier League*. International Journal of Sports Medicine, 35:13, 1095-1100.
- Bernstein, N.A., (1996). *On dexterity and its development*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Inc., 3-275.
- Bobbert, M. F., (2001). *Dependence of human squat jump performance on the serie elastic compliance of the triceps surae: a simulation study*. The Journal of Experimental Biology, 533-542.
- Bobbert, M. F., Gerritsen, K. G., Litjens, M. C., & van Soest, A. J., (1996). *Why is countermovement jump height greater than squat jump height?* Institute for Fundamental and Clinical Movement Sciences, Amsterdam, 28:11, 1402 - 1411.
- Bosch, F., (2012). *Krachtraining en coördinatie: Een integratieve benadering*. Rotterdam: 2010 Uitgevers
- Bosch, F., & Klomp, R. (2001). *Hardlopen: Biomechanica en inspanningsfysiologie praktisch toegepast*. Maarssen: Elsevier gezondheidszorg.
- Chelly, M. S., Fathloun, M., Cherif, N., Amar, M. B., Tabka, Z., & Van Praagh, E., (2009). *Effects of a Back Squat Training Program on Leg Power, Jump, and Sprint Performances in Junior Soccer Players*. Journal of Strength and Conditioning Research, 23:8, 2241-2249.
- Coburn, J. W., Malek, M. H., & National Strength & Conditioning Association (U.S.), (2012). *NSCA's essentials of personal training*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Conley, D. L., & Krahenbuhl, G. S., (1980). *Running economy and distance running performance of highly trained athletes*. Medicine & Science in Sports & Exercise, 12:5, 357-360.
- Davids, K., Button, C., & Bennett, S., (2008). *Dynamics of skill acquisition: A constraints-led approach*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Durnin, J. V., & Womersley, J., (1974). *Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 Years*. British Journal of Nutrition, 32:01, 77-97
- Edwards, W. H., (2011). *An introduction in motor learning and motor control*. Wadsworth: Cengage Learning, Inc.
- Gissis, I., Papadopoulos, C., Kalapotharakos, V., Sotiropoulos, A., Komsis, G., & Manolopoulos, E., (2006). *Strength and Speed Characteristics of Elite, Subelite, and Recreational Young Soccer Players*. Sports Medicine, 14:3, 205-214.

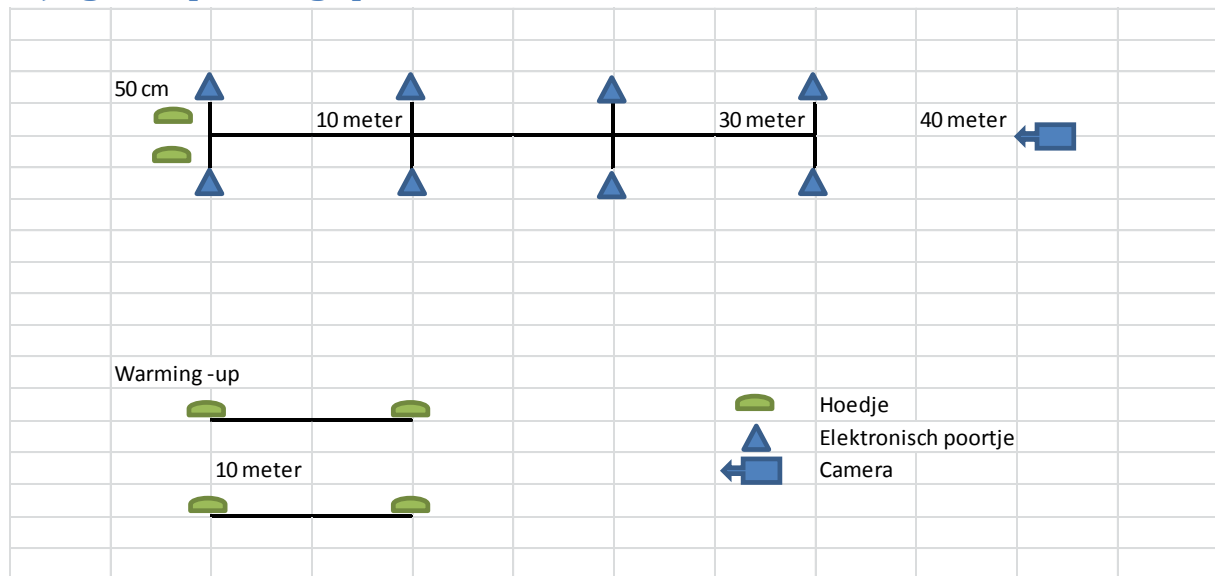
- Gratton, C., Jones, I., & Robinson, T., (2007). *Onderzoeksmethoden voor sportstudies*. London: Routledge.
- Haugen, T., Tonnessen, E., Hisdal, J., & Seiler, S., (2014). *The role and development of sprinting speed in soccer*. Kristiansand: University of Agder, Faculty of Health and Sport Science.
- Hermansen, L., & Stensvold, I., (1972). *Production and Removal of Lactate during Exercise in Man*. *Acta Physiologica Scandinavica*, 86:2, 191-201.
- Hoff, J., & Helgerud, J., (2004). *Endurance and Strength Training for Soccer Players, physiological considerations*. *Sports Medicine*, 34:3, 165-180.
- Hooren, B. van, & Bosch, F., (2015) *Trainen en meten van explosieve prestaties deel 1: de invloed van stijgtijd*. Boskoop: Sportgericht.
- Huizingh, E., (2008). *Inleiding SPSS 16.0 voor Windows en data entry* (9th ed.). Den Haag: Sdu Uitgevers bv.
- Iaia, F. M., Rampinini, E., & Bangsbo, J., (2009). *High-intensity training in football*. *International journal of sports physiology and performance*, 4:3, 291-306.
- Laan, M. van der, (2012). *De Jump&Touch-test als betrouwbaar en valide meetinstrument voor de spronghoogte*. Hanze-hogeschool Groningen.
- Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J., (2005). *Fatigue in soccer: a brief review*. *Journal of Sports Sciences*, 23:6, 593-599.
- Moir, G., Sanders, R., Button, C., Glaister, M., (2007). *The effect of periodized resistance training on accelerative sprint performance*. *Sports Biomechanics*, 6:3, 285-300.
- Mujika, I., & Padilla, S., (2003). *Scientific Bases for Precompetition Tapering Strategies*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35:7, 1182-1187.
- Sander, A., Keiner, M., Wirth, K., & Schmidtbleicher, D., (2013). *Influence of a 2-year strength training programme on power performance in elite youth soccer players*. *European Journal of Sport Science*, 13:5, 445-451.
- Salvo, V. di, Baron, R., Tschan, H., Calderon Montero, F. J., Bachl, N., & Pigozzi, F., (2006). *Performance characteristics according to playing position in elite soccer*. Rome: University Institute of Movement Sciences.
- Shalfawi, S. A., Ingebrigtsen, J., Dillern, T., Tønnessen, E., Delp, T. K., & Enoksen, E., (2012). *The effect of 40 M repeated sprint training on physical performance in young elite male soccer players*. *Serbian Journal of Sports Science*, 6:3, 111-116.
- Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisloff, U., (2005). *Physiology of Soccer*. *Sports Medicine*, 35:6, 501-536.
- Takken, T., Brussel, M., & Hulzebos, H. J., (2008). *Inspanningsfysiologie bij kinderen*. Houten: Bohn Stafleu van Loghum.
- Verheijen, R., (2008). *Het coachen van voetballen, het periodiseren van voetballen*. Zeist: KNVB.
- Wilmore, J. H., Costill, D. L., Kenney, W. L., (2009). *Inspannings- en sportfysiologie*. Maarssen: Elsevier Gezondheidszorg.
- Wisloff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J., (2004). *Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players*. *British Journal of Sports Medicine*, 38:3, 285-288.
- Wormhoudt, R., Teunissen, J. W., & Savelsbergh, G., (2014). *Athletic skills model* (2nd ed.). Nieuwegein: Arko Sports Media.

Bijlagen

Bijlage 1: Warming-up meetmomenten

Oefening	Aantal hh	Rust
Inlopen	2x 10 meter op en neer	
Skipping 3-pas stil	2x 10 meter	Terug dribbelen
Kniehef	2x 10 meter	Terug dribbelen
Aansluitpas	2x 10 meter	Terug dribbelen
Kruispas	2x 10 meter	Terug dribbelen
Kaatssprongen	2x 10 meter	Terug dribbelen
Stiffknee jumps	2x 10 meter	Terug dribbelen
Dynamisch liezen	2x 10 meter	Terug dribbelen
Dynamisch hamstring	2x 10 meter	Terug dribbelen
Sprints	3x 10 meter	Terug dribbelen

Bijlage 2: Opstelling sprinttest



Bijlage 3: Vrije bekkenhelft meting Kinovea



Bijlage 4: Reflexkrachttrainingsprogramma

Lock Positie		Anti rotatie	
			
Aandachtspunten		Aandachtspunten	
De kant van het standbeen is recht		Armen blijven gestrekt	
Armen zijn beide boven het hoofd		Benen op schouder breedte	
Vrije bekkenhelft zo hoog mogelijk		Hoofd blijft voorwaarts gericht	
3x per zijde, 5" vasthouden		6x per zijde	
3 series		3 series	
Good morning against wall		Step down lock position	
			
Aandachtspunten		Aandachtspunten	
Kijken door oog van het gewicht		Aandachtspunten lock-positie	
Blijven duwen tegen het gewicht		Snelle wissel van kant	
Rug recht houden		Laten vallen, niet stappen	
20" vasthouden		3x per zijde	
3 series		3 series	
Step up lock positie		Sandbag clean to step	
			
Aandachtspunten		Aandachtspunten	
Begin lichaam voorover op 1 been		Sandbag zo snel mogelijk omhoog	
Stamp door de box heen		Begin op 1 been	
Eindig in lock positie		Stamp voet op de box	
3x per been		3x per been	
2 series		3 series	

Variatie: Zwaarder gewicht

Variatie: Met kickback of

zwaarder gewicht

Ramp up		
		
Aandachtspunten		
Door de box heen stampen		
Lichaam rechtop		
Armen meenemen		
3x per been		
3 series		

Variatie: Stang in de nek

Hamstring bridge		
		
Aandachtspunten		
Heupen zo hoog mogelijk houden		
Steun alleen op hak en schouders		
Armen gestrekt boven borst		
3x per been uitrollen		
3 series		

Energietransport enkel		
		
Aandachtspunten		
Begin met 1 been los van de grond		
Gewicht gelijk met de stap omhoog		
Eindig in lock positie		
3x per been		
2 series		

Variatie: zwaarder gewicht

Bijlage 5: Overzicht statistische metingen

T-test	Gemiddelde	St. deviatie	T-waarde	Df	Significantie
CMJ1 – CMJ2	1,73333	2,78982	-1,864	8	0,099
SJ1 – SJ2	0,60556	2,22713	-0,816	8	0,438
Sprint10m1 – Sprint10m2	-0,02111	0,05159	1,228	8	0,254
Sprint30m1 – Sprint30m2	-0,14844	0,10915	4,080	8	0,004
VBHgem1 – VBHgem2	4,1111	0,91950	-13,413	8	0,000

CORRELATIONS

```

/VARIABLES=CMJ1cm SJ1cm
/PRINT=TWOTAIL NOSIG
/MISSING=PAIRWISE

```

Correlations

Correlations

		CMJ1cm	SJ1cm
CMJ1cm	Pearson Correlation	1	,592
	Sig. (2-tailed)		,093
	N	9	9
SJ1cm	Pearson Correlation	,592	1
	Sig. (2-tailed)	,093	
	N	9	9

Correlations

Correlations		CMJ2cm	SJ2cm
CMJ2cm	Pearson Correlation	1	,148
	Sig. (2-tailed)		,705
	N	9	9
SJ2cm	Pearson Correlation	,148	1
	Sig. (2-tailed)	,705	
	N	9	9

Correlations

Correlations		Sprint10m1sec	Sprint30m1sec	VBHgem1grd
Sprint10m1sec	Pearson Correlation	1	,753*	-,374
	Sig. (2-tailed)		,019	,321
	N	9	9	9
Sprint30m1sec	Pearson Correlation	,753*	1	-,642
	Sig. (2-tailed)	,019		,062
	N	9	9	9
VBHgem1grd	Pearson Correlation	-,374	-,642	1
	Sig. (2-tailed)	,321	,062	
	N	9	9	9

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Correlations

		Correlations		
		CMJ1cm	Sprint10m1sec	Sprint30m1sec
CMJ1cm	Pearson Correlation	1	-,476	-,757*
	Sig. (2-tailed)		,196	,018
	N	9	9	9
Sprint10m1sec	Pearson Correlation	-,476	1	,753*
	Sig. (2-tailed)	,196		,019
	N	9	9	9
Sprint30m1sec	Pearson Correlation	-,757*	,753*	1
	Sig. (2-tailed)	,018	,019	
	N	9	9	9

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Correlations

		Correlations		
		SJ1cm	Sprint10m1sec	Sprint30m1sec
SJ1cm	Pearson Correlation	1	-,500	-,591
	Sig. (2-tailed)		,170	,094
	N	9	9	9
Sprint10m1sec	Pearson Correlation	-,500	1	,753*
	Sig. (2-tailed)	,170		,019
	N	9	9	9
Sprint30m1sec	Pearson Correlation	-,591	,753*	1
	Sig. (2-tailed)	,094	,019	
	N	9	9	9

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Correlations

		Correlations		
		CMJ2cm	@10mSprint2sec	@30mSprint2sec
CMJ2cm	Pearson Correlation	1	-,224	-,350
	Sig. (2-tailed)		,563	,356
	N	9	9	9
@10mSprint2sec	Pearson Correlation	-,224	1	,846**
	Sig. (2-tailed)	,563		,004
	N	9	9	9
@30mSprint2sec	Pearson Correlation	-,350	,846**	1
	Sig. (2-tailed)	,356	,004	
	N	9	9	9

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Correlations

		Correlations		
		SJ2cm	@10mSprint2sec	@30mSprint2sec
SJ2cm	Pearson Correlation	1	,265	-,251
	Sig. (2-tailed)		,490	,516
	N	9	9	9
@10mSprint2sec	Pearson Correlation	,265	1	,846**
	Sig. (2-tailed)	,490		,004
	N	9	9	9
@30mSprint2sec	Pearson Correlation	-,251	,846**	1
	Sig. (2-tailed)	,516	,004	
	N	9	9	9

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Correlations

		Correlations		
		VBHgem2grd	@10mSprint2sec	@30mSprint2sec
VBHgem2grd	Pearson Correlation	1	-,584	-,863**
	Sig. (2-tailed)		,099	,003
	N	9	9	9
@10mSprint2sec	Pearson Correlation	-,584	1	,846**
	Sig. (2-tailed)	,099		,004
	N	9	9	9
@30mSprint2sec	Pearson Correlation	-,863**	,846**	1
	Sig. (2-tailed)	,003	,004	
	N	9	9	9

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Correlations

		Correlations			
		Sprint10m1sec	Sprint30m1sec	@10mSprint2sec	@30mSprint2sec
Sprint10m1sec	Pearson Correlation	1	,753*	,683*	,564
	Sig. (2-tailed)		,019	,043	,114
	N	9	9	9	9
Sprint30m1sec	Pearson Correlation	,753*	1	,537	,730*
	Sig. (2-tailed)	,019		,136	,026
	N	9	9	9	9
@10mSprint2sec	Pearson Correlation	,683*	,537	1	,846**
	Sig. (2-tailed)	,043	,136		,004
	N	9	9	9	9
@30mSprint2sec	Pearson Correlation	,564	,730*	,846**	1
	Sig. (2-tailed)	,114	,026	,004	
	N	9	9	9	9

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Bijlage 6: Operationalisatieschema

Begrip	Dimensie	Indicator	Item
“Wat is de relatie tussen een 8 weeks <u>reflexkrachttrainingsprogramma</u> en <u>prestatie bepalende factoren</u> zoals <u>sprints over 10 en 30 meter</u> , als de <u>squatsprong(SJ)</u> en <u>countermovement sprong(CMJ)</u> bij de <u>jeugdspelers</u> van FC Utrecht O16?”	Reflexkrachttrainings-programma	Reflexpatronen Attractor Hiplock Inter-musculaire samenwerking Co-contracties	Trainingsschema Video analyse Trainingsschema Trainingsschema
	Prestatie bepalende indicatoren	Sprint Sprong	Elektronische poortjes Smartspeed Sprongmat Smartspeed
	Sprints over 10 en 30 meter	Energietransport Vrije bekkenhelft	Trainingsschema Video analyse
	Squatjump	Energietransport Stijgtijd	Sprongmat Sprongmat
	Countermovement-jump	Energietransport	Sprongmat
	Jeugdspelers	PHV Gemiddelde leeftijd Lengte, gewichts-veranderingen	Formule PHV SPSS SPSS