

SAMENVATTING

Bij een ‘drop jump landing’ test wordt er van een verhoging (of naar een bepaalde hoogte) gesprongen, op één been geland en probeert men zo snel mogelijk stabiel op het ene been te blijven staan. De prestaties op deze test worden gebruikt als maat voor de functionele motoriek. In dit proefschrift hebben we onderzocht of deze test geschikt is als onderdeel van een screeningprogramma met betrekking tot het optreden van enkelverstuikingen bij de voetballers van Ajax.

Hoofdstuk 1 vormt een inleiding met betrekking tot een laterale enkelverstuiking, bestaande uit een kort overzicht van incidentie, anatomie, mechanisme, risicofactoren en preventie. Bovendien wordt het belang van functionele testen en de keuze van de uitkomstmaten benadrukt.

In **hoofdstuk 2** hebben we onderzocht welke dynamische testen en welke uitkomstmaten – gemeten met een krachtenplatform – het meest gevoelig zijn voor verschillen tussen en binnen groepen met betrekking tot voet- en enkelpathologie. Deze systematische review en meta-analyse is gebaseerd op 35 studies. De verschillende testen werden onderverdeeld in vijf categorieën: lopen, rennen, landen, zijwaartse beweging, en stoppen. De ‘landing’-test detecteerde verschillen als gevolg van instabiliteit van de enkel, met ‘tijd tot stabilisatie’ in voorachterwaartse richting als een belangrijke uitkomstmaat.

In **hoofdstuk 3** hebben we beoordeeld of de statische fase na een ‘drop jump landing’ test (DJ) geschikt is als alternatief voor een balanstest waarbij er op één been gebalanceerd moet worden (in het Engels de ‘single leg stance’, ofwel SLS). Vijfentwintig gezonde deelnemers voerden twee sessies van vijf sprongen uit voor beide tests. De reproduceerbaarheid van deze tests werd middels de methoden van Bland en Altman beoordeeld. Het verschil in standaard deviatie (SD) tussen sessies was vrijwel gelijk (DJ: 11-12%, SLS: 10-12%), terwijl de SD van het verschil tussen beide tests lag tussen 10-17%. Daarom kan de statische fase van een ‘drop jump landing’ test als alternatief voor een ‘single leg stance’ test worden gebruikt.

In **hoofdstuk 4** hebben we gekeken of er verschillende fasen zijn te onderscheiden na een ‘drop jump landing’. Er zijn drie uitkomstmaten berekend: de snelheid waarmee het drukcentrum zich over het krachtenplatform verplaatst, het bereik van de verplaatsing van het drukcentrum, en de resultante waarde van de horizontale grondreactiekrachten. Per uitkomstmaat werd een factoranalyse verricht. Voor elke uitkomstmaat waren er vier factoren (variantiepatronen) die grotendeels (>75%) de variantie tussen proefpersonen en sessies verklaarden. Elke factor was sterk geassocieerd met een bepaalde fase van het signaal: dynamisch (0.4-2.7 s), laat dynamisch (2.5-5.0 s), statisch

1 (5.0-8.3 s) en statisch 2 (8.1-11.7 s). Daaruit kan geconcludeerd worden dat er na een 'drop jump landing' vier verschillende fasen bestaan met unieke informatie.

In **hoofdstuk 5** hebben we de uitkomstmaat 'tijd tot stabilisatie' (TTS) onderzocht. De TTS is de tijd die een individu nodig heeft om stabiel op één been te staan na een sprong of landing. Er bestaat een grote variëteit in rekenmethoden met betrekking de TTS. Deze methoden kunnen het beste worden onderverdeeld in vier aspecten:

1. de richting van de gebruikte grondreactiekrachten (verticaal, voorachterwaarts, of zijwaarts)
2. de signaalverwerking (is het signaal bewerkt door middel van sequentiële middeling (SA), door middel van het kwadratisch gemiddelde (RMS), of door het passen van een derde orde polynoom (TOP))
3. de definitie van stabiel staan (drempelwaarde)
4. de definitie van wanneer het (bewerkte) signaal als stabiel wordt beschouwd

We bepaalden de TTS volgens 18 eerder gerapporteerde rekenmethoden. Daarnaast hebben we de effecten van de samplefrequentie, filterinstellingen en tijdsduur van de test beoordeeld. De TTS uitkomsten varieerden aanzienlijk tussen de verschillende rekenmethoden. De effecten van verschillen in samplefrequentie en filterinstellingen zijn over het algemeen klein, terwijl de tijdsduur van de test een groot effect had op TTS uitkomsten.

In **hoofdstuk 6** verschaffen we inzicht in de manier waarop de keuze een bepaalde drempelwaarde (van de stabiliteit) van invloed is op de uiteindelijke TTS uitkomsten en de betrouwbaarheid ervan. De TTS werd berekend op basis van vier verschillende manieren van signaalverwerking: de onbewerkte grondreactiekrachten (RAW), de RMS, de SA, of de TOP. Voor elke signaalverwerkingsmethode werd een breed bereik van drempelwaarden toegepast. Per drempelwaarde werd de betrouwbaarheid van de TTS bepaald door middel van intraclass correlatiecoëfficiënten (ICC). De ICC's waren meestal 'onvoldoende' (<0.40) tot 'redelijk' (0.40-0.60) voor het volledige bereik van drempelwaarden met betrekking tot de RAW en RMS signaalverwerking. De SA methode resulteerden in de meest stabiele ICC-waarden: 'substantieel' (>0.80) voor de verticale richting en 'matig' (0.60-0.80) voor voorachterwaartse en zijwaartse richting. De ICC's voor TOP methode waren 'substantieel' voor de verticale richting, 'matig' wat betreft de voorachterwaartse en 'redelijk' voor de zijwaartse richting. Ongeacht de drempelwaarde, leverden de SA en TOP methoden betrouwbare TTS-waarden, terwijl voor de RAW en RMS methoden de betrouwbaarheid onvoldoende was.

In **hoofdstuk 7** hebben we de onderlinge relatie tussen TTS en de 'dynamische posturale stabiliteitsindex' (DPSI) bekeken. Daarnaast hebben we de relatie van TTS en DPSI met

de piekkracht, en de resultante waarde van de grondreactiekrachten (Hor GRF) in de dynamische en statische fasen na een landing bepaald. De verschillende TTS methoden waren significant met elkaar gecorreleerd ($r=0.28-0.53$), maar waren niet significant gecorreleerd met DPSI. De TTS had een sterkere relatie met de Hor GRF (0.4-2.4 s) ($r=0.54-0.75$) dan met de Hor GRF (3.0-5.0 s) ($r=0.32-0.54$) of piekkracht ($r=-0.28-0.36$). De verticale TTS was niet significant gerelateerd aan de piekkracht. De DPSI was het sterkst gerelateerd aan de verticale piekkracht ($r=0.85$) en was niet significant gerelateerd aan de dynamische Hor GRF. Verder waren TTS en dynamische Hor GRF significant gerelateerd aan statische Hor GRF ($r=0.34-0.80$), terwijl DPSI en impactkrachten dat niet waren. Daarom vertegenwoordigen TTS en DPSI verschillende aspecten van de prestatie op een 'drop jump landing'. Het vermogen om de houding te stabiliseren lijkt te worden gerepresenteerd door TTS en dynamische Hor GRF, die gedeeltelijk overlapt met statische Hor GRF. De DPSI en verticale piekkracht daarentegen weerspiegelen voornamelijk de kinetische energieabsorptie tijdens impact.

In **hoofdstuk 8** hebben we de relatie tussen de prestaties op een 'drop jump landing' en de kans op laterale enkelverstuikingen binnen drie jaar in een groep van 190 topvoetballers beoordeeld. Op basis van grondreactiekrachten werden zes uitkomstmaten die gerelateerd zijn aan de impact- en stabilisatiefase berekend. Na een correctie voor leeftijd met behulp van z-scores werd een multivariate regressieanalyse uitgevoerd.

Tijdens de follow-up maakten 45 spelers (23.7%) een laterale enkelverstuiking door. Daarvan zijn er 34 als ernstig (>7 dagen afwezigheid) beschouwd. Er bestond een relatie tussen de prestaties op de 'drop jump landing' test en een verhoogd risico op enkelverstuiking ($p=0.005$ voor alle verstuikingen en $p=0.001$ voor ernstige verstuikingen). Lage zijwaartse stabiliteit gedurende de eerste 0.4 s na de landing (een grotere waarde betekent meer kracht in zijwaartse richting, resulterend in snelle laterale stabilisatie) en een hoge horizontale grondreactiekracht tussen 3.0-5.0 s (een kleinere waarde duidt minder zwenking aan in de stabilisatie fase) werden geïdentificeerd als risicofactoren. Een speler die voor beide risicofactoren 2 SD onder het gemiddelde scoorde, had een 4.4 maal grotere kans om een enkelverstuiking op te lopen dan een speler die gemiddeld scoorde.

Ten slotte reflecteren we in **hoofdstuk 9** op de belangrijkste bevindingen en beperkingen van dit proefschrift, en de screening van letsels in het algemeen. We bespreken de praktische implicaties en geven advies voor toekomstig onderzoek.

Het is essentieel om gebruikte uitkomstmaten goed te begrijpen voordat er conclusies getrokken of beslissingen genomen worden. Op basis van een dynamische test (de 'drop jump landing' test) en relevante uitkomstmaten hebben we een verband aangetoond tussen prestatie en het risico op een enkelverstuiking.

Om een volgende stap te kunnen zetten wat betreft blessurepreventie, moeten clubs (of sportbonden) samenwerken, het eens zijn over wat er precies gemeten moet worden, en dient er een instantie verantwoordelijk te zijn voor gegevensbeheer en analyse. Als de kwaliteit en kwantiteit van de verkregen gegevens voldoende is, wellicht kunnen dan screeningtests gebruikt om juist die sporters te identificeren met een verhoogd blessurerisico, en hen middels een gerichte interventie voor deze blessure te behoeden.