

Testen met een kracht platform

Door Martin Huizing

Een goede test is een belangrijke basis voor optimale planning van training en revalidatie programma's en biedt inzicht in de voortgang van het trainingsproces. Hiermee wordt uw begeleiding efficiënter en effectiever. Dit werkt motiverend voor de trainer, de sporter/patiënt en bijvoorbeeld de verzekeraar. Kracht en coördinatie zijn twee basisvoorwaarden voor een goed functionerend lichaam. Er bestaan verschillende testvormen om kracht en coördinatie te testen. Het gebruik van het krachtplatform krijgt binnen de training en revalidatie steeds meer aandacht. Doelstelling van dit artikel is dat de lezers een beter beeld krijgen van het kracht platform en de toepassingsmogelijkheden binnen training en revalidatie.

Kracht platform - meer dan alleen springen

Een krachtplatform bestaat uit een platform waaronder krachtsensoren zijn geplaatst. Er bestaan verschillende types, waaronder ook sensoren die de kracht in alle richtingen registreren. De verticale kracht is vaak de best correlerende waarde gebleken (2002). Voor het tegelijk apart meten van kracht van het linker en rechter been zijn 2 gescheiden platforms nodig. Afhankelijk van het aantal sensoren, de opbouw van het platform en de software kunnen verschillende testvormen worden uitgevoerd en geanalyseerd. Het kracht platform wordt gebruikt voor het testen van het prestatievermogen, het bepalen van sterke en zwakke fysieke eigenschappen, het evalueren van de training, het beoordelen van risicofactoren voor blessures en als directe feedback.

Testvormen zijn: Squat Jump (SJ) – Counter Movement Jump (CMJ) hoog – CMJ snel – Drop Jump (DJ) gestrekt – DJ inbuigen – herhaald springen – squat – chair rising – reactietest – frequentietest – deelbewegingen – over platform lopen.

Kracht platform tests in vergelijking met andere testbatterijen

- isokinetische testapparatuur

Isokinetische testvormen worden veel toegepast en hebben een duidelijke waarde binnen testen van prestaties en bijvoorbeeld disbalans. Beperkingen van isoki-

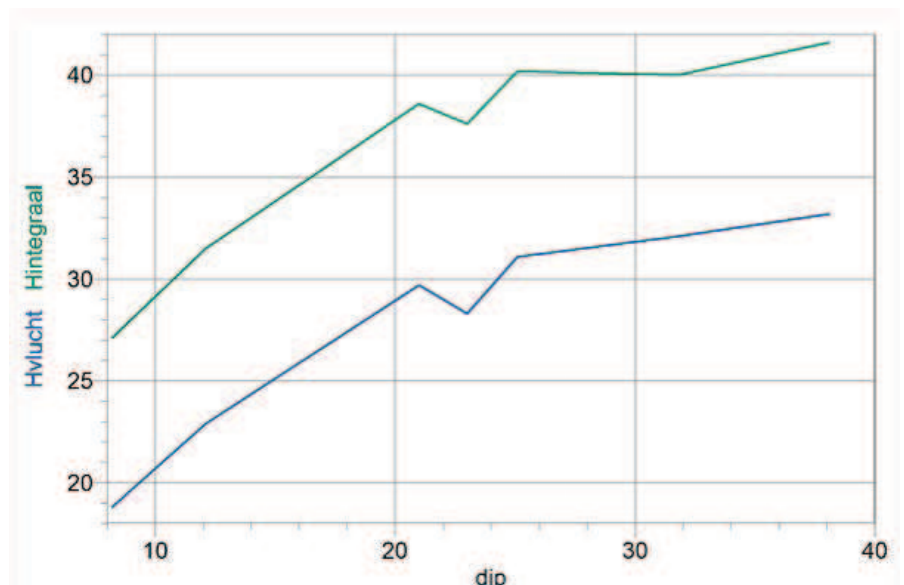
netische tests zijn de beperkte bewegings-specificiteit, bewegingsvrijheid, het feit dat wordt getest rond slechts een beperkt aantal gewichten en relatief lage maximale bewegingssnelheid (1016). Bovendien komt isokinesie (vrijwel) niet voor in het dagelijks bewegen. Op een krachtplatform kunnen natuurlijke bewegingsvormen en snelheden worden uitgevoerd. Deze testvorm geeft in veel gevallen hogere correlaties met prestatiegerelateerde waarden dan de isokinetische tests (1021).

- contact mat

Krachtplatforms registreren een continue kracht. Bij een sprongtest wordt dus niet alleen de contacttijd en vluchttijd weergegeven zoals bij contact matten en infrarood sensoren, maar ook het verloop van de

kracht en de tijdsduur van verschillende deelbewegingen, zoals de concentrische en excentrische fase, het werkelijk maximaal vermogen en het verschil in kracht tussen linker en rechter been. Dit onderscheid levert veel extra informatie op.

Bij het berekenen van de hoogte met een krachtplatform (via de integraal) kan niet gesmokkeld worden. Dit is wel mogelijk bij een sprong op een contact mat. Men kan dan immers de vluchttijd verlengen door gehurkt te landen. Als het protocol juist wordt opgevolgd dan is de vluchttijd echter een betrouwbare maat. Het is van belang om bij het beoordelen van sprongwaarden in de literatuur te kijken welke meetmethode is gebruikt (1019, 1050).



Weergave van de spronghoogte berekend uit vluchttijd (blauw) en via berekening vanuit de kracht (groen, dubbele integraal) bij verschillende inzakdieptes. Bij berekening vanuit de kracht wordt de hoogte berekend ten opzichte van stilstand op de hele voet, bij vluchttijd wordt berekend vanaf het moment dat grondcontact is verloren, hetgeen het verschil in berekende hoogte verklaart.

Uitleg van een meting

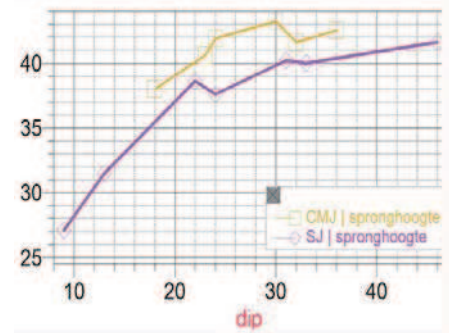
In figuur 1 is het verloop van de (verticale) kracht in de tijd tijdens een sprong met inzakken (Counter Movement Jump, CMJ) weergegeven. De kracht is relatief weergegeven (gedeeld door kracht tijdens stilstand) en geeft zo de versnelling weer, waarbij de waarde 1 geen versnelling betekent en 0 de neerwaartse zwaartekracht versnelling. De andere waarden worden uit de kracht berekend. Veelgebruikte waarden zijn de snelheid, de hoogte van het LZP, de snelheid van krachtverandering (RFD) en het vermogen, potentiële en kinetische energie en stijfheid. De tijd markers in de grafiek geven weer:

1. start excentrische beweging
2. minimale snelheid
3. diepste punt LZP afzet (concentrische afzettijd = T7-T3)
4. maximale kracht
5. maximaal vermogen
6. maximale snelheid
7. einde contact (afzet)
8. hoogste punt LZP
9. contact landing
10. eerste piekkracht (voorvoet impact)
11. tweede piekkracht (hiel impact)

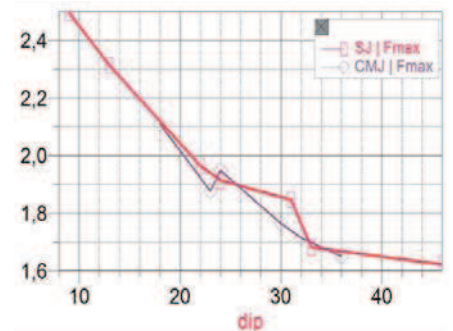
De Counter Movement Jump (CMJ)

De CMJ is een van de meest gebruikte testvormen, omdat het bewegingspatroon veel weg heeft van dagelijkse activiteiten, denk aan een sprong tijdens volleybal, een kopduel tijdens voetbal, etc. en het betrouwbare en reproduceerbare waarden geeft (1007, 1027, 1028, 1029, 2008). De beweging start met snel inzakken met een gevolgd door een strekking. Hierdoor kan een snelle krachtopbouw plaatsvinden en wordt excentrisch opgebouwde kracht opgeslagen in de elastische elementen. Dit bewegingspatroon wordt de 'Stretch Shortening Cycle' (SSC) genoemd (1012). Er bestaan een aantal protocollen voor de CMJ en SJ. Je kan proberen zo hoog mogelijk te springen of zo snel mogelijk te springen. Tijd is in de meeste situaties een beperkende factor. Hoe dieper je inzakt, des te langer duurt de afzet, maar des te hoger de sprong (1010). De behaalde hoogtewinst bij dieper inzakken is afhankelijk van de expertise van de springer (1024).

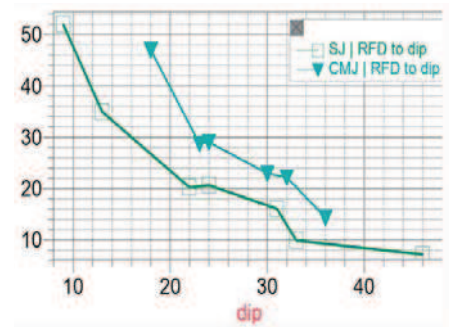
Spronghoogte



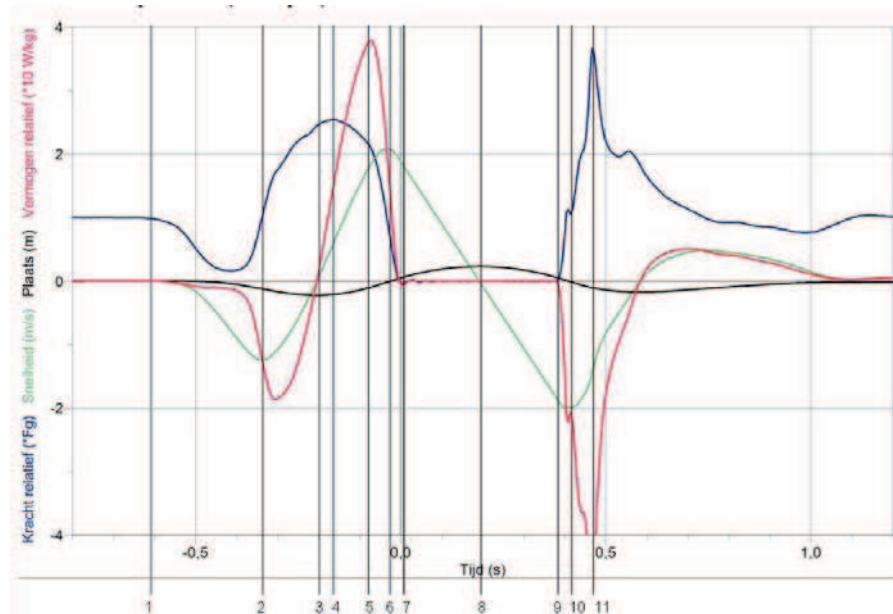
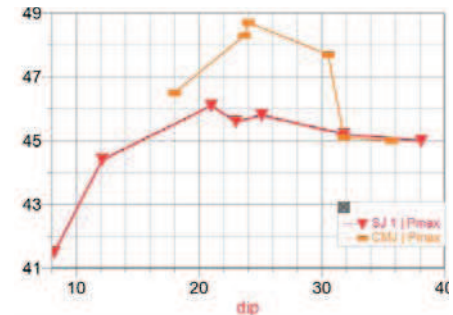
Fmax



RFD to dip



Pmax



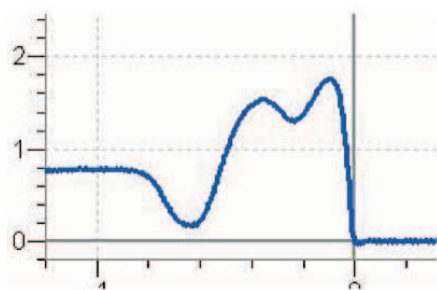
Figuur 1: weergave van kracht (blauw), snelheid (groen), vermogen (rood) en hoogte (zwart) in de tijd tijdens een counter movement jump en verschillende kenmerkende momenten (uitleg hierboven in de tekst).

Figuur 2: Afhankelijk van de inzakdiepte (dip) tijdens een CMJ of SJ verandert de: Links boven a) spronghoogte, rechts boven b) maximale kracht, links onder c) RFD en rechts onder d) maximaal vermogen (ongepubliceerde metingen).

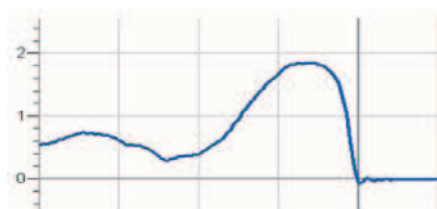
Sprongtechniek

Er zijn 2 kenmerkende technieken te onderscheiden. Bij de ene techniek buigt de persoon de romp naar voren (fig. 3a), bij de andere techniek houdt de persoon de romp rechtop (fig 3b). Als de romp naar voren wordt gebogen dan wordt relatief meer arbeid uit de heupstrekkingen en minder uit de kniestrekkingen gehaald (¹⁰⁰¹), hetgeen overigens niet erg bepalend is voor de behaalde prestatie (¹⁰⁰²). Voor het maken van een 'goede' sprong is niet alleen de maximale kracht, maar vooral ook het vasthouden van de kracht gedurende een langere tijd gedurende de afzet van belang (^{1003, 1004, 1008}).

Ftotaal (kN)



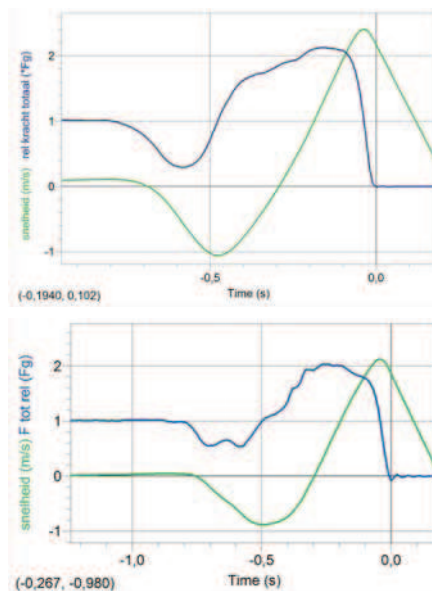
Kracht totaal (kN)



Figuur 3a: Links het krachtverloop tijdens de afzet met grote rompbuiging, 2b) rechts een sprong met weinig rompbuiging.

Coördinatie

Met name tijdens het inzakken (fig 1: marker 1-3) is uit de kracht de coördinatie te bepalen. Bij een goede coördinatie verloopt de grafiek vloeiend (fig. 4a). Bij gebrekkige coördinatie verloopt deze hoekig (fig 4b). Dit komt bijv. vaak voor bij mensen na een beenblessure (bijv. kruisband letsel). Het hoekige beeld vindt vooral plaats in de periode dat het lichaam in neerwaartse beweging is.



Figuur 4: voorbeelden van een sprong, 4a) Links: een coördinatief goede sprong, 4b) rechts: een coördinatief slechte sprong. Met name in het inzak gedeelte (snelheid < 0) is het verschil in coördinatie zichtbaar.

EUR (Eccentric Utilization Ratio)

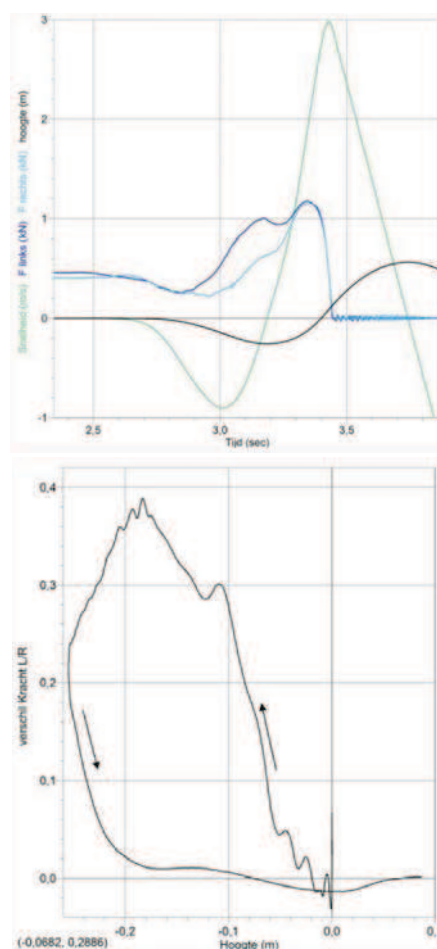
Door snel in te veren en meteen daarna weg te strekken wordt tijdens de strekking gebruik gemaakt van de energie die wordt opgeslagen in de pezen tijdens het inzakken. De spieren kunnen namelijk meer kracht produceren in de excentrische fase. Deze opslag van energie kan slechts kort worden gehandhaafd. Als de persoon na het inzakken wacht voor hij opspringt zal het effect van de energieopslag verdwenen zijn en minder hoog gesprongen worden. Het verschil tussen een sprong zonder inzakken (squat jump, SJ) en de CMJ wordt de EUR genoemd en ligt bij goede springers rond de 5% in het voordeel van de CMJ (²⁰²⁶).

RSI (Reactive Strength Index)

De RSI is een maat die gebruikt wordt bij de Drop Jump (DJ). Hierbij springt men van een bepaalde hoogte. De RSI wordt berekend via spronghoogte:contacttijd. Het geeft weer hoeveel je het lichaam kunt versnellen, oftewel hoeveel kracht je gemiddeld kunt leveren. De RSI stijgt als iemand van hogere hoogte springt, tot aan een bepaalde hoogte. Bij getrainde sporters ligt deze 'knik' in de RSI curve bij een hogere spronghoogte.

Links-rechts verschillen

Tijdens een test kunnen links-rechts verschillen naar voren komen. Dit hoeft niet tijdens het gehele verloop aanwezig te zijn, maar tijdens een bepaalde periode. Een kenmerkende periode is de inzakperiode ('excentrische' periode). In figuur 5 is het krachtverloop (links) en krachtsverschil (rechts) tijdens een CMJ weergegeven. Opvallend is dat het krachtsverschil groot is als de persoon inzak, terwijl het verschil bijna verdwenen is als de persoon opspringt. De persoon in dit voorbeeld, een topvoetballer uit de eredivisie, is uiteindelijk afgekeurd vanwege herhaalde blessures. Een aantal andere links-rechts verschillen die een verminderd prestatievermogen of vergroot blessurerisico kunnen vormen zijn te vinden tijdens stilstand, in de strekfase en vlak voor het eind van de afzet.



Figuur 5. 5a) Links de weergave van de linker (blauw) en rechter (lichtblauw) afzetkracht, snelheid (groen) en hoogte (zwart). 5b) Rechts de weergave van het verloop van het krachtsverschil, waarbij de pijlen de richting van het verloop in de tijd aangeven (eigen meting).

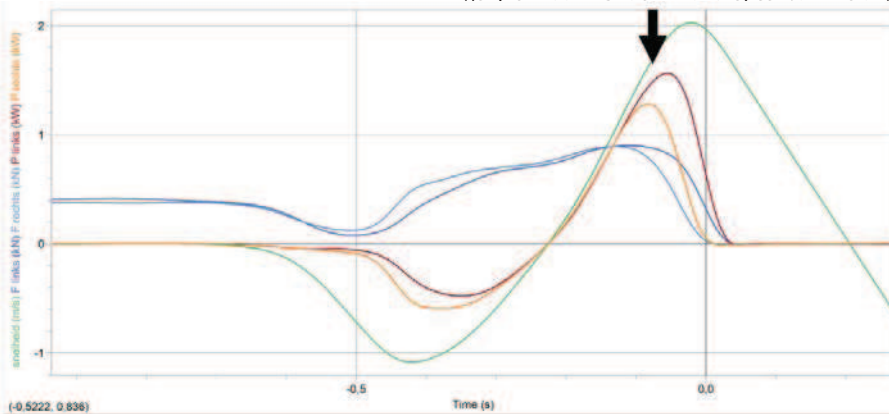
Een ander voorbeeld van een links-rechts verschil is weergegeven in figuur 6. De kracht in het rechter been daalt al veel eerder dan in het linker been. Het is duidelijk dat dit gevolgen heeft voor het te leveren vermogen, dat duidelijk lager is in het rechter been, ondanks een vrijwel gelijke maximale kracht.

Toepassingen in de praktijk

Inzakdiepte (dip)

Uit hierboven genoemde informatie blijkt dat de uitvoering invloed heeft op de behaalde waarden. Wil je de kwaliteit van een sprong met een andere sprong vergelijken dan is de inzakdiepte van belang

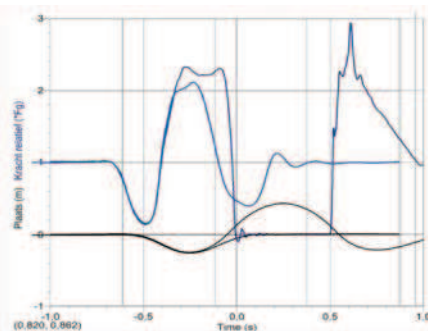
RM maxima worden bepaald (2025, 1021, 1022, 2037, 2028, 2040, 2052). De waarde is betrouwbaar en reproduceerbaar, ook op verschillende dagen. Het maximaal vermogen en de absolute spronghoogte zijn wellicht de meest bekende en onderzochte waarden. Deze waarden kunnen echter op verschillende manieren worden geleverd. Andere waarden zijn te koppelen aan specifieke trainingsactiviteiten, zoals explosiviteit, maximale kracht, geleverde kracht op verschillende momenten van de sprong, de afzettijd, techniek en coördinatie. Ook is een kracht-snelheid relatie te bepalen uit verschillende sprongen. Deze waarde kan worden gebruikt ter bepaling of meer op kracht of op snelheid, en tevens bij welke inzakdiepte, zou moeten worden getraind voor optimale fysieke ontwikkeling.



Figuur 5. 5a) Links de weergave van de linker (blauw) en rechter (lichtblauw) afzetkracht, snelheid (groen) en hoogte (zwart). 5b) Rechts de weergave van het verloop van het krachtsverschil, waarbij de pijlen de richting van het verloop in de tijd aangeven (eigen meting).

Testen van laag belastbare personen

Er zijn situaties waarbij de tester het te riskant vindt om een persoon te laten springen. Het is ook mogelijk om een persoon een deel van de beweging uit te voeren. Een veelgebruikte vorm is de (herhaalde) kniebuiging (chair rising test) waarbij men niet opspringt. Het bewegingspatroon is voor een belangrijk gedeelte vergelijkbaar met de CMJ. De CMJ test geeft wel beter reproduceerbare waarden dan bijv. de chair rising test (1029).



Figuur 7: weergave van 2 grafieken door elkaar; een CMJ (donker blauw) en Squat (blauw). De zwarte lijnen geven de hoogte weer, waarbij de spronghoogte hoger komt.

(1010). Ook is de afzettijd een belangrijke factor, omdat men vaak beperkte tijd heeft om af te zetten.

Romphouding

Een helling van het bovenlichaam tijdens de sprong heeft invloed op de mate van spiergebruik en geeft dus ook een bepaalde techniek weer. Dit kan nuttig zijn wanneer men het risico op een kruisband blessure wil bepalen (1051, 1053, 2005). Als de romp tijdens de landing gebogen is dan zijn de krachten op de knieën beperkt en de krachten op de heupen groter. Daarnaast kan het zijn dat je de kwaliteit van een bepaalde groep spieren wilt verbeteren. Door een andere sprongtechniek te gebruiken kan je dit dan trainen en achteraf testen. Een techniek met veel of juist weinig inhoeken in de heupen kan voor een bepaalde activiteit gunstig zijn.

(Trainings specifiek) prestatievermogen

Met een sprongtest (maar ook met een squat) kan het prestatievermogen, inclusief start en sprintprestaties en bijv. 1

Blessurerisico, mate van herstel

Er zijn verschillende waarden die een blessurerisico weergeven. Ook bij tijdens een test gezonde topsporters zijn waarden gevonden die duiden op een verhoogd blessurerisico. Disbalansen worden bij topsporters niet gevonden, behalve bij diegenen die eerder een blessure hebben gehad (2056). Met name de links-rechts verschillen geven hiervoor een goed beeld, maar er zijn andere waarden die wijzen op een verhoogd risico, bij voorbeeld op spierblessures, kruisband letsel of enkelblessures (1051, 1053, 1055, 1056). Het relatief vermogen is een maat voor de kans op vallen bij ouderen. Epidemiologisch onderzoek wijst uit dat de testwaarden zijn gerelateerd aan vaker vallen, botbreuken, sociale isolatie en vroeger overlijden (1029).

Normwaarden

Er zijn verschillende normwaarden in de literatuur te vinden (2037). Het is van belang om deze normwaarden te relateren naar het type apparaat, het gebruikte protocol en de vorm van berekening van de waarde. De normwaarden kunnen verschillen per leeftijd, geslacht en doelgroep.

Ontwikkelingsprofiel

Een meting test geeft een goed beeld van het momentane prestatievermogen (2045). De hertest geeft weer hoe de persoon zich heeft ontwikkeld in de tijd, of het trainingsprogramma het gewenste resultaat heeft opgeleverd, etc. (2039).

Samenvatting

Met een krachtplatform kunnen de krachten tijdens allerlei activiteiten worden gemeten. De meetwaarden zijn gecorreleerd aan verschillende prestaties, zoals acceleratie- en sprintsnelheid en wendbaarheid. Ook kunnen disbalansen en blessurerisico worden bepaald. De resultaten geven voor veel activiteiten een beter beeld dan andere testmethoden en leveren meer informatie dan een test met een contact mat. De Counter Movement Jump is wellicht de meest gebruikte testvorm, omdat ze het meest lijkt op veel activiteiten in het dagelijks leven. De manier van springen bepaalt mede de prestatie. Naast spronghoogte zijn coördinatie, explosiviteit, snelheid van springen waarden die in de sport kunnen worden gebruikt. Door het gescheiden meten van linker en rechter been kunnen disbalansen beter worden herkend. De continue meting geeft informatie over de kwaliteit in verschillende fasen, o.a. Tijdens het inzakken of strekking. Als het risico van een sprongtest te groot wordt geacht kunnen andere testvormen, waaronder een kniebuiging, als alternatief worden gekozen. Met de test informatie kan een trainingsprogramma worden opgesteld dat specifiek gericht is op de zwakkere punten, zodat de training effectiever en efficiënter kan worden uitgevoerd en geëvalueerd.

Literatuur

- 1016; Bosco; Methods of functional testing during rehabilitation exercises; in: Puddu, G et al (ed.) Rehabilitation of Sports Injuries, 2001.
- 1001; Vanrenterghem; effect of forward trunk inclination on joint power output in vertical jumping; JSCR V22, N3, pp708-14; 2008
- 1002; Vanezis; a biomechanical analysis of good and poor performers of the vertical jump; Ergonomics V48, N11-14, PP1594-1603; 2005
- 1003; Garhammer; propulsion forces as a function of intensity for weightlifting and vertical jumping; J Appl Sp Sci V6, N3, PP129-134; 1992
- 1004; Colvin; the mechanics of the vertical jump; internet
- 1007; Cormack; Reliability of measures obtained during single and repeated CMJ; Int J Sp Physiol and Perform N3, PP131-144; 2008
- 1008; Cormie; power-time, force-time, and velocity-time curve analysis of the CMJ; impact of training; JSCR N1; 2009
- 1010; Bobbert; humans adjust control to initial squat depth in vertical squat jumping; J. Appl physiol V105, PP1428-40; 2008
- 1012; Flanagan; an examination of the slow and fast stretch shortening cycle in cross country runners and skiers; ISBS symposium, Brazil; 2007
- 1019; Moir; INTERSESSION RELIABILITY OF VERTICAL JUMP HEIGHT IN WOMEN AND MEN; JSCR, 2009
- 1021; Liebermann; On the assessment of lower-limb muscular power capability; Isokinetics and Exercise Science 11 (2003) 87-94; 2003
- 1022; Liebermann; Lower-limb extension power - How well does it predict short distance speed skating performance?; Isokinetics and Exercise Science 10 (2002) 87-96
- 1024; Haguenaue; Influence of expertise when jumping from different starting positions; internet
- 1026; Headon; Recognizing Movements from the Ground Reaction Force; internet
- 1028; Williams; Measurement Agreement (Repeatability) for a Countermovement Jump Protocol Using a Portable Forceplate; International Journal of Sports Physiology and Performance, 2007, 2, 445-449
- 1029; Rittweger; Reproducibility of the Jumping Mechanography As a Test of Mechanical Power Output in Physically Competent Adult and Elderly Subjects; J Am Geriatr Soc 52:128-131, 2004
- 1049; Schwieger; Quantifying the jump height in vertical jumping with two different evaluation concepts. ; International Journal of Performance Analysis in Sport, Volume 2, Number 1, 15 August 2002 , pp. 44-54(11); 2002
- 1050; Szmuchowski; RELIABILITY OF A FLIGHT TIME MEASUREMENT INSTRUMENT DURING VERTICAL JUMP; XXV ISBS Symposium 2007, Ouro Preto - Brazil; 2007
- 1051; Blackburn; Sagittal-Plane Trunk Position, Landing Forces, and Quadriceps Electromyographic Activity; Journal of Athletic Training 2009;44(2):174-179; 2009
- 1053; Shimokochi; The Relationships Among Sagittal-Plane Lower Extremity Moments: Implications for Landing Strategy in Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention; Journal of Athletic Training 2009;44(1):33-4
- 1055; Bisseling; RELATIONSHIP BETWEEN LANDING STRATEGY AND PATELLAR TENDINOPATHY; thesis internet, Rijks Universiteit Groningen
- 1056; Bisseling; ARE THE TAKE-OFF AND LANDING PHASE DYNAMICS OF THE VOLLEYBALL SPIKE JUMP RELATED TO PATELLAR TENDINOPATHY; thesis internet Rijks universiteit Groningen
- 2002; Bagga; Dynamic assessment of ACL using an electronic Force Plate; acta orthop belgica 57, 2
- 2005; Blackburn; Sagittal-Plane Trunk Position, Landing Forces, and Quadriceps Electromyographic Activity; J athl train 4; 2009
- 2008; Cordova; Reliability of Ground Reaction Forces During a Vertical Jump: Implications for Functional Strength Assessment; Journal of Athletic Training
- 2025; Maulder; JUMP KINETIC DETERMINANTS OF SPRINT ACCELERATION PERFORMANCE FROM STARTING BLOCKS IN MALE SPRINTERS; ©Journal of Sports Science and Medicine (2006) 5, 359-369
- 2026; Williams; EVALUATING STRENGTH QUALITIES OF ATHLETES USING RELATIONSHIPS BETWEEN JUMP PROTOCOLS; XXV ISBS Symposium 2007, Ouro Preto - Brazil
- 2037; Michaelis; Decline of specific peak jumping power with age in master runners; J Musculoskelet Neuronal Interact 2008; 8(1):64-71
- 2028; Nuzzo; RELATIONSHIP BETWEEN COUNTERMOVEMENT JUMP PERFORMANCE AND MULTIJOINT ISOMETRIC AND DYNAMIC TESTS OF STRENGTH; JSCR 2009
- 2039; French; LONGITUDINAL TRACKING OF MUSCULAR POWER CHANGES OF NCAA DIVISION I COLLEGIATE WOMEN GYMNASTS; JSCR 2009
- 2040; Carlock; THE RELATIONSHIP BETWEEN VERTICAL JUMP POWER ESTIMATES AND WEIGHTLIFTING ABILITY: A FIELD-TEST APPROACH; JSCR 2009
- 2045; Markovic; Fitness Profile of Elite Croatian Female Taekwondo Athletes; Coll. Antropol. 29 (2005) 1: 94; 2006
- 2052; Vizcaya; COULD THE DEEP SQUAT JUMP PREDICT WEIGHTLIFTING PERFORMANCE; JSCR; 2009
- 2056; Schiltz; Explosive Strength Imbalances in Professional Basketball Players; Journal of Athletic Training 2009;44(1):39-48

Drs. Martin Huizing is bewegingswetenschapper gespecialiseerd in kennis over trainingsvormen zoals power training en vibratietraining. Hij heeft 15 jaar ervaring als atletiektrainer en heeft onderzoek verricht naar testprotocollen voor een revalidatiecentrum. Daarnaast heeft hij een handboek ontwikkeld voor het interpreteren van metingen met kracht platforms. Momenteel is hij onder meer werkzaam als adviseur voor wetenschappelijk onderzoek in binnen- en buitenland en voor ontwikkeling van innovatieve training- en testapparatuur. Meer informatie op www.galileo2000.nl/informatie/