



**Hanzehogeschool
Groningen**
University of Applied Sciences

Het verschil in landingstechniek tussen 6 en 9 maanden na een voorste kruisband reconstructie bij mannelijke sporters.

*The difference in landing technique between 6 and 9 months
after anterior cruciate ligament reconstruction in male athletes.*

**Scriptie onderzoek Fysiotherapie
Praktijkonderzoek**

Maarten Ernten & Xander Bijsterveld

Studentnummer: 328354 / 327046
Scriptiebegeleider Hanzehogeschool: Mw. B.
Weening
Scriptiebegeleiders MCZ: Dhr. P. Eppinga en
Dhr. W. Welling
Datum: Juni 2018



**Hanzehogeschool
Groningen**
University of Applied Sciences
Academie voor Gezondheidsstudies

Bron afbeelding: <http://mcz.nl>

Voorwoord

Voor u ligt de afstudeerscriptie ‘Het verschil in landingstechniek tussen 6 en 9 maanden na een voorste kruisband reconstructie bij mannelijke sporters’. Dit eindproduct is het resultaat van het afstudeeronderzoek dat wij hebben uitgevoerd ter afsluiting van de opleiding Fysiotherapie aan de Hanzehogeschool Groningen.

Deze afstudeeropdracht is een praktijkonderzoek dat is uitgevoerd bij MCZ te Groningen. Onze opdrachtgevers, Peter Eppinga en Wouter Welling, hebben ons de kans geboden om een half jaar deel uit te maken van de wetenschapssectie binnen MCZ. Zij gaven ons de gelegenheid om ons te laten zien wat een Fysiotherapeut in opleiding kan betekenen binnen het onderzoekswerkveld van de Fysiotherapie. Wij willen Peter en Wouter via deze weg bedanken voor deze mogelijkheid en de goede begeleiding die zij ons gedurende het gehele afstudeertraject geboden hebben.

Deze scriptie zou niet tot stand zijn gekomen zonder de begeleiding van Betsy Weening, onze afstudeerbegeleidster vanuit de Hanzehogeschool. Haar kritische, maar opbouwende feedbackpunten hebben ons erg geholpen bij het realiseren van een professioneel eindproduct. Bij deze willen wij haar graag bedanken voor de prettige begeleiding gedurende het afstudeertraject.

De afgelopen twintig weken hebben wij als een leerzame periode ervaren. We zijn trots op de samenwerking en het eindproduct.

Xander Bijsterveld en Maarten Ernten

Groningen, juni 2018

Samenvatting

Inleiding: Slechts 44% van de patiënten na een voorste kruisband reconstructie (VKBR) keren binnen een jaar terug naar zijn/haar sport op het oude niveau. Om te voorkomen dat patiënten onvoldoende hersteld terugkeren naar zijn er *Return to sport* (RTS) criteria opgesteld. Vaak wordt er bij de RTS-criteria alleen gekeken wordt naar een prestatiecomponent, terwijl de kwaliteit van de landing essentieel is. De *Landing Error Scoring System* (LESS) is een meetinstrument dat de kwaliteit van de landingstechniek beoordeelt. Het doel van het huidige onderzoek is het in kaart brengen van het verschil in landingstechniek tussen zes en negen maanden na een VKBR bij mannelijke sporters.

Methode: Het huidige onderzoek is een retrospectief onderzoek van longitudinale gegevens. De participanten waren sportende mannen, tussen de 18 en 45 jaar oud, die een VKBR hebben ondergaan. Ieder heeft drie *vertical drop jumps* uitgevoerd, zes en negen maanden na de reconstructie. Deze pogingen zijn beoordeeld aan de hand van de LESS waarna de verschillen tussen zes en negen maanden in kaart zijn gebracht door middel van een *paired sample T-test*. Daarnaast is de *Interclass correlation coefficient* (ICC) berekend.

Resultaten: Er werd een significant lagere LESS-score gevonden voor beoordelaar 1 ($p > .005$), beoordelaar 2 (borderline, $p < .073$) en beoordelaar 3 ($p < .001$). De ICC blijkt goed te zijn, zowel op meetmoment 1 (ICC = .671, $p < .001$) als op meetmoment 2 (ICC = .607, $p < .001$).

Conclusie: Er is bewijs gevonden dat het langer trainen, negen maanden in plaats van zes, van patiënten met een VKBR hun landingstechniek verbetert, waardoor de kans op recidief zou kunnen afnemen. Tevens is er bewijs gevonden voor de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid van de LESS-score als beoordelingsinstrument de landingstechniek na een VKBR.

Trefwoorden: Voorstekruisband (VKB), Voorstekruisband reconstructie (VKBR), Landing Error Scoring System (LESS), landingstechniek, Return to Sport (RTS), interbeoordelaarsbetrouwbaarheid.

Abstract

Introduction: Only 44% of the patients return at their old sports level within a year after an anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR). There has been developed criteria to prevent players from too early return to sports, the Return to Sports (RTS) criteria. Often only the performance component will be reviewed, while the landing quality is an essential part of the return to sports criteria. The Landing Error Scoring System (LESS) is a measuring tool that reviews the quality of the landing technique. The purpose of this study is to show the differences in landing technique between six and nine months after a ACLR in male athletes.

Method: The current study is a retrospective study of longitudinal data. The participants were athletes between the ages of 18 and 45, who were recovering from an ACLR. Each of them performed three vertical drop jumps, six and nine months after the reconstruction. These attempts were assessed on the basis of the LESS after which the differences between six and nine months were mapped by means of a paired sample T-test. In addition, the interclass correlation coefficient (ICC) has been calculated.

Results: A statistically significant lower LESS-score was found for assessor 1 ($p > 0.005$), assessor 2 (borderline, $p < 0.073$) and assessor 3 ($p < 0.001$). The ICC has been scored as ‘good’ at moment of measurement 1 ($ICC = .671$, $p < .001$) as well as measurement 2 ($ICC = .607$, $p < .001$).

Conclusion: Evidence has been found that exercising for a longer period (nine months instead of six) improves the landing technique of patients with a VKBR, which could reduce the risk of recurrence. Furthermore evidence was found for the interrater reliability of the LESS score as an assessment tool for the quality of the landing technique after a VKBR.

Key Words: Anterior cruciate ligament (ACL), Anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR), Landing Error Scoring System (LESS), landing technique, Return to Sport (RTS), interclass correlation coefficient (ICC).

Inleiding

Een voorste kruisband (VKB) ruptuur is een blessure die vaak voorkomt bij sporten met veel sprong en/of draaibewegingen, zoals voetbal en basketbal (Ardern et al., 2011). De incidentie van een VKB-ruptuur is het hoogst bij jonge mensen (15-40 jaar) (Engelen-van Melick et al., 2014). Naar schatting is de incidentie van een VKB-ruptuur bij mannelijke en vrouwelijke atleten respectievelijk 0,9 en 1,9 per 10.000 sportmomenten en zijn de incidentiepercentages voor mannen 2% en vrouwen 3,5% (Mantalvo et al., 2018). Een ruptuur van de VKB ontstaat in 70% van de gevallen in een *non-contact* trauma, waarbij de sporter niet in aanraking komt met een andere sporter (Boden et al., 2000). Indien het de wens is om sporten als voetbal of basketbal te blijven beoefenen (pivoterende sporten), wordt een reconstructie van de VKB (VKBR) aanbevolen (Meer, 2015). In Nederland werden in 2012 naar schatting 8000-9000 VKBR uitgevoerd. De meeste VKBR worden uitgevoerd met een patellapees graft of hamstringpees graft (Engelen-van Melick et al., 2014).

Uit onderzoek is gebleken dat slechts 44% van de patiënten na een VKBR binnen een jaar terugkeerde naar zijn/haar sport op competitief niveau (Ardern et al., 2011). In Nederland beoefent zo'n 60% van de patiënten na twee jaar de eigen sport weer op het preoperatieve niveau (Benjaminse, 2016). Tevens is uit onderzoek naar de gevolgen van VKBR bij voetbal gebleken dat 25% van de patiënten na VKBR helemaal niet terugkeerde naar het preoperatieve niveau (Brophy et al., 2012). Verder treedt er in 6-31% van de gevallen een nieuwe VKB-ruptuur op, in dezelfde of de contralaterale knie. (Paterno et al., 2012; Wiggins et al., 2016). Onderzoek toont namelijk aan dat een re-ruptuur zich binnen twee jaar voordoet bij 3-22% van de patiënten, evenals een contralaterale VKB-ruptuur bij 3-24% van de patiënten (Wright et al., 2007; Swärd et al., 2010; Barber-Westin & Noyes, 2011; Wright et al., 2011; Paterno et al., 2012). Door deze genoemde consequenties zijn we genoodzaakt kritisch te kijken naar de criteria die leidend zijn voor terugkeren naar de sport (Return to Sport; RTS).

Om te voorkomen dat patiënten onvoldoende hersteld terugkeren naar sport en daardoor verhoogde kans op een recidief hebben, zijn er RTS-criteria opgesteld (Hildebrandt et al., 2015; Gokeler et al., 2016). Deze kwantitatieve criteria bestaan uit een isokinetische krachttesten, verschillende hoptesten en psychologische vragenlijsten. Uit onderzoek is gebleken dat zes maanden na het uitvoeren van een reconstructie, slechts 7% van de patiënten voldeed aan deze RTS-criteria (Gokeler et al., 2016). Ook is gevonden dat 21 van de 55 patiënten (38.2%) die niet voldeden aan RTS-criteria, opnieuw een VKB-ruptuur kregen, tegenover 1 van de 18 patiënten (5.6%) die wel voldeden aan de criteria (Grindem et al., 2016). De kans op een nieuwe VKB-ruptuur bij het voldoen aan RTS-criteria bleek 84% minder. Ondanks dat deze bevinding niet significant was, lijkt deze wel van groot klinisch belang en het nut van de beschreven RTS-criteria te ondersteunen.

Hoewel deze RTS-criteria dus van groot belang lijken te zijn, komt uit onderzoek naar voren dat de meerderheid van de onderzoeken geen objectieve RTS-criteria gebruikt en slechts een tijd-

gebaseerde beslissing maakt om terug te keren naar de sport, namelijk zes maanden na de VKBR (Barber-Westin & Noyes, 2011). Echter blijkt dat de meerderheid van de patiënten zes maanden na een VKBR nog aanvullende revalidatie nodig heeft voor RTS (Gokeler et al., 2016). Uit onderzoek naar de samenhang tussen de RTS-criteria en tijd-gebaseerde criteria, is naar voren gekomen dat RTS in ieder geval uitgesteld dient te worden tot negen maanden na de reconstructie (Grindem et al., 2016). Zo bleek dat voor iedere maand dat RTS werd uitgesteld, de kans op een recidief verminderd werd met 51%. Deze vermindering trad op tot negen maanden na de VKBR. Mogelijk hangen de RTS-criteria positief samen met de tijd-gebaseerde criteria en wordt er negen maanden na een VKBR voldaan aan genoeg RTS-criteria om recidieven te voorkomen.

Hoewel de RTS-criteria leiden tot een objectievere beoordeling van de status van de patiënt, lijken deze criteria nog verder geoptimaliseerd te kunnen worden. Zo blijkt uit onderzoek en het hoge percentage recidieven dat de RTS-criteria in veel gevallen onvoldoende voorspellend zijn voor de RTS (Welling et al., 2016, Barber-Westin & Noyes, 2011). De kwaliteit van de beweging wordt veelal niet meegewogen bij de functionele testen, terwijl bewegingskwaliteit juist van groot belang lijkt (Welling et al., 2016). Er wordt gekeken naar een prestatiecomponent, zoals het verschil in gesprongen afstand tussen het geopereerde been en het niet-geopereerde been (*Limb Symmetry Index*; LSI) terwijl er bekend is dat een relatief geringe flexie (een ‘stijvere’ landing) en een valgusbeweging (binnenwaartse beweging in het frontale vlak) van de knie, zorgen voor meer spanning op de VKB waardoor de kans op een recidief mogelijk vergroot wordt (Hewett et al., 2005). Er wordt dan ook geadviseerd om de bewegingskwaliteit te analyseren voor volledige terugkeer naar sportbeoefening (Welling et al., 2016). Een van de RTS-criteria die zich richt op de kwaliteit van bewegen, is het criterium van de *Landing Error Scoring System* (LESS; Padua et al., 2009), een meetinstrument die risicovolle bewegingspatronen in kaart brengt. Hoewel de LESS-score belangrijke informatie lijkt te bieden voor RTS beslissingen na een VKBR (Bell et al., 2014), is tot op heden nog niet onderzocht of de LESS-score verandert over de tijd binnen de revalidatie.

Op basis van de beschreven literatuur lijkt een probleem te bestaan waarbij onvoldoende aandacht wordt geschonken aan de kwaliteit van bewegen binnen het beoordelen van RTS na een VKBR. Met het oog op het beschreven probleem, is het doel van het huidige onderzoek om de RTS criteria te optimaliseren door nader onderzoek te doen naar de kwaliteit van bewegen over verloop van tijd, om mogelijk het aantal recidieven in de toekomst te verminderen. Het onderzoek beoogt daarom te meten of de LESS-score afneemt negen maanden na een VKBR ten opzichte van zes maanden, bij mannelijke sporters tussen de 18 en 45 jaar oud, die een pivoterende sport beoefenen. Aangezien het van belang is dat het gekozen meetinstrument betrouwbaar is, is er daarnaast voor gekozen om de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid van de LESS-score te onderzoeken bij deze doelgroep. De betrouwbaarheid van de LESS is reeds onderzocht bij patiënten die vrij waren van orthopedische

aandoeningen (Padua et al., 2009). De betrouwbaarheid van de LESS bleek ‘zeer goed’ te zijn (*Interclass correlation coefficient* (ICC): 0.84).

Het huidige onderzoek beoogt een antwoord te geven op de volgende onderzoeksvraag:

Wat is het verschil in landingstechniek tussen zes maanden en negen maanden na een VKB-reconstructie bij mannen, tussen de 18 en 45 jaar oud, wie een pivoterende sport beoefenen?

Methode

Participanten

Het praktijkonderzoek welke is uitgevoerd is een retrospectief onderzoek van longitudinale gegevens. Bij deze studie zijn mannelijke sporters tussen de 18 en 45 jaar oud geïnccludeerd. Alle geïnccludeerde patiënten beoefenden pivoterende sporten en hadden de ambitie om terug te keren naar de sport. Allen revalideerden bij dezelfde fysiotherapiepraktijk in Groningen, Nederland, na een VKBR. Alle deelnemers hebben een gestandaardiseerd revalidatieprotocol gevolgd en waren op de meetmomenten nog niet uitbehandeld.

Het revalidatietraject zag er als volgt uit; In de eerste zes weken na de reconstructie lag de behandel focus op het verminderen van ontstekingsverschijnselen en zwelling, het verbeteren van de kniestrekking en het looppatroon en het uitvoeren neuromusculaire training voor het gehele lichaam. De neuromusculaire training werd na de zes weken voortgezet met uitdagendere oefeningen. Daarnaast werden er oefeningen toegevoegd waar het uithoudingsvermogen wordt getraind en oefeningen om de spieren sterker te maken. Krachttraining gericht op spierhypertrofie is gestart na 12 weken, tegelijk met ren-activiteiten en sprongoefeningen. Na 24 tot 36 weken verschoof de focus naar plyometrische activiteiten en ren-oefeningen met wenden en keren aangevuld met sport specifieke training.

Alle participanten hebben een informed consent getekend waarmee toestemming werd gegeven voor het gebruik van hun data voor wetenschappelijk onderzoek, deze *informed consents* zijn opgenomen in het behandeldossier.

Test procedure

De participanten zijn op twee momenten getest. Het na te streven testmoment lag op zes en negen maanden na de VKBR. De test bestond uit een *Vertical Drop Jump* (VDJ). Participanten sprongen hierbij van een 30 cm hoge box in een gearceerd vak, op een afstand van 50% van zijn/haar lichaamslengte, en moesten direct na de landing zo hoog mogelijk opspringen en weer op de gearceerde plaats landen (Padua et al.). De participant werd geïnstrueerd zo hoog mogelijk te springen. Na oefenen, tot ze in staat waren de sprong correct uit te voeren, mochten de deelnemers de test drie

keer uitvoeren. Tijdens deze drie pogingen is geen feedback geleverd tenzij de taak verkeerd werd uitgevoerd; De poging was succesvol wanneer de sprong van de box af horizontaal werd uitgevoerd gevolgd door een sprong omhoog, dit moest gebeuren in een vloeiende beweging. De sprong werd afgekeurd wanneer er niet recht naar voren werd gesprongen of de tweede sprong niet direct plaatsvond na de eerste landing. De pogingen zijn gefilmd vanuit zowel sagittaal als frontaal aanzicht. De camera's (JVC Everio GZ-E105BE) die hiervoor gebruikt zijn filmde met 60 frames per seconde. De aangedane zijde is gefilmd vanuit het sagittale vlak omdat hier de bewegingen worden gescoord aan de hand van de LESS. Middels een videoprogramma (Windows Movie Maker) zijn de beelden later geanalyseerd, deze analyse is verdeeld in de 17 items van de LESS. De analyse is uitgevoerd door twee beginnend beoordelaars (geen ervaring) en één expert beoordelaar (>3 jaar ervaring).

Beschrijving meetinstrument:

De VDJ is geanalyseerd door middel van de LESS. De LESS heeft een hoge validiteit en betrouwbaarheid met een 'goede' tot excellente inter- en intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid (respectievelijk: ICC = 0.84; ICC = 0.91) bij gezonde participanten (Padua, 2009). De LESS objectificeert risicovolle bewegingspatronen door middel van 17 items, bij 15 van de 17 scoort men een 0 of een 1 als beoordeling en bij 2 van de 17 krijg je een score tussen de 0 en de 2. Bij de LESS geldt, hoe hoger de score, hoe slechter de landingstechniek. Als *cut-off score* wordt 5 gehanteerd, een score van 5 of hoger wordt beoordeeld als slecht, lager dan 5 staat voor een goede techniek. De minimale score is 0 en de maximale 19. De volledige LESS scoringslijst is opgenomen in de bijlage (bijlage 1) en bestaat uit 8 items in het frontale vlak, 8 items in het sagittale vlak en 1 item waar beide vlakken worden meegenomen. Frontaal wordt er gescoord op de valgatie van de knie (*kneeing-in*), de breedte van de voetenstand, richting van de voet tijdens landing en het symmetrisch landen. Sagittaal zijn de items verdeeld over de hoeveelheid flexie in de knie, heup, romp en enkel. Daarnaast wordt de landing beoordeeld met zacht, gemiddeld of stijf, afhankelijk van een combinatie van de sagittale factoren. Het gecombineerde item beoordeeld of de LESS excellent, gemiddeld of slecht is uitgevoerd, hierbij wordt gelet op de beweging in het frontale en sagittale vlak.

Statistische analyse

De data is verwerkt met *Statisticals Package for the Social Sciences* (SPSS) versie 23, aan de hand hiervan zijn de statistische gegevens berekend van zowel de demografische gegevens als de uitkomsten van het onderzoek. De primaire uitkomsten zijn de verschillen in gemiddelde LESS-scores tussen zes en negen maanden. Om tot deze uitkomsten te komen is er als eerst gekeken of de populatie normaal verdeeld is, middels de Shapiro Wilk test. Om de verschillen op significantie te toetsen is er een *paired sample T-test* uitgevoerd met een alpha level van $p < 0.05$ tussen meetmoment

één en twee om de significantie in kaart te brengen. Deze resultaten zijn berekend door drie verschillende beoordelaars, welke naast elkaar worden beschreven in de resultaten. Daarnaast is de ICC tussen de drie beoordelaars berekend over alle participanten, voor zowel zes en negen maanden na VKBR. De totaalscores van de LESS van beoordelaar 1 op meetmoment 1 zijn vergeleken met de totaalscores van beoordelaar 2 en 3 van hetzelfde meetmoment. Dit is voor meetmoment 2 op dezelfde manier berekend. De scores van de LESS zijn continue data en hierdoor geschikt voor het berekenen van een ICC. Bij het berekenen van de ICC is gebruik gemaakt van een ‘two way mixed single measure’ aangezien er wordt gewerkt met individuele scores. Deze ICC mag als goed worden geïnterpreteerd wanneer er minimaal een 0.60 wordt gescoord en als excellent wanneer er een 0.75 of hoger wordt gescoord (Cicchetti, 1994).

Resultaten

Demografische gegevens

Er is van 45 revalidanten data verzameld voor het onderzoek. Hiervan voldeden drie personen niet aan de inclusiecriteria omdat ze niet binnen de leeftijd vielen. De data van deze drie personen zijn om deze reden gebruikt voor het oefenen met de beoordeling van de LESS-scorelijst. Daarnaast zijn tevens de data van twee andere personen gebruikt voor het oefenen met de beoordeling. Deze personen zijn random gekozen. Van de overige deelnemers bleek uiteindelijk van één persoon geen geschikte data aanwezig te zijn waardoor deze deelnemer geëxcludeerd werd. Hierdoor hebben er in totaal 39 participanten aan dit onderzoek deelgenomen.



Figuur 1. Stroomdiagram van het includeren van deelnemers.

De gemiddelden en standaarddeviaties (SD's) van de demografische variabelen staan weergegeven in Tabel 1. Er hebben twee metingen plaatsgevonden, op T1 en T2. De metingen werden gemiddeld 6.57 maanden (T1) en 9.51 maanden (T2) na de operatie afgenomen. Op de meetmomenten hadden de deelnemers gemiddeld 53.58 (T1) en 76.28 (T2) behandelingen gevolgd.

Tabel 1. *Gemiddelden en SD's van demografische variabelen.*

	<i>n</i> = 39 M (SD)
Leeftijd (in jaren)	26.2 (5.97)
Mannen (%)	100
Gewicht (in kilo's)	80.1 (9.88)
Type graft (%)	
Patella	52.5
Hamstring	47.5
Aangedane zijde (%)	
Rechts	50
Links	50
Type sport (%)	
Voetbal	82.5
Basketbal	7.5
Tennis	5.0
Rugby	2.5
Korfbal	2.5

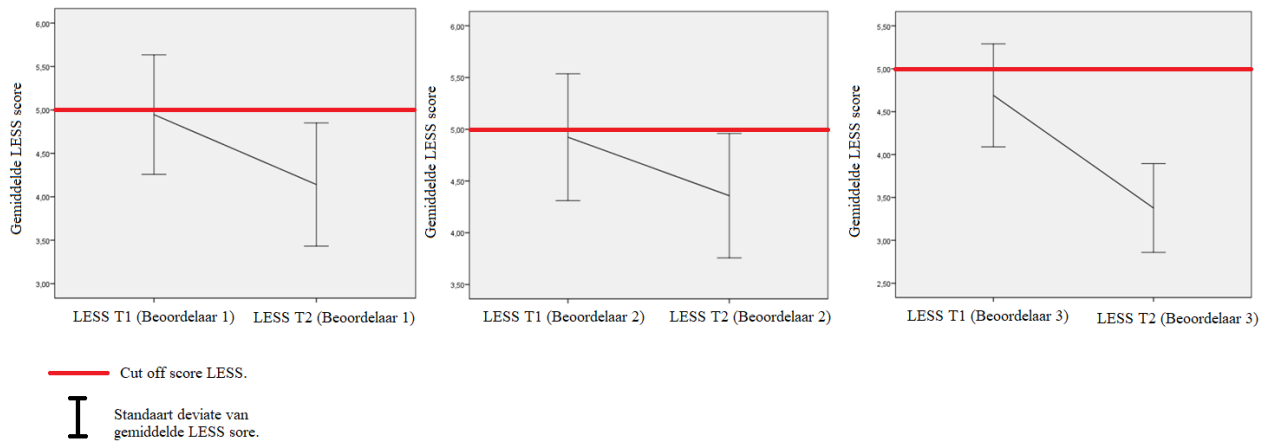
Resultaten LESS-scores zes en negen maanden na VKBR

Er is sprake van een normale verdeling, hierdoor is er gekozen voor een gepaarde t-toets (zie bijlage 2, Figuur 3a-c). In Tabel 2 zijn de relevante resultaten weergegeven en Figuur 2 geven een grafische weergave van de gevonden effecten.

Tabel 2. *Overzicht van Resultaten Relevant voor LESS verschil.*

	<i>Gemiddelde T1</i>	<i>SD T1</i>	<i>Gemiddelde T2</i>	<i>SD T2</i>	<i>Vershil T1 & T2</i>	<i>p</i>
LESS T1 & T2 (Beoordelaar 1)	4.94	2.12	4.14	2.18	0.80	.005*
LESS T1 & T2 (Beoordelaar 2)	4.92	1.89	4.35	1.85	0.56	.073**
LESS T1 & T2 (Beoordelaar 3)	4.68	1.85	3.37	1.59	1.31	<.001*

* = *significant verschil*. ** = *borderline significant verschil*



Figuur 2. Grafische weergave van het effect van tijd op de LESS-score.

Er werd een statistisch significant lagere LESS-score gevonden voor beoordelaar 1 ($p > .005$), beoordelaar 2 (borderline, $p < .073$) en beoordelaar 3 ($p < .001$).

Resultaten Interbeoordelaarsbetrouwbaarheid

De ICC blijkt ‘goed’ te zijn, zowel op meetmoment 1 ($ICC = .671$, $p < .001$) als op meetmoment 2 ($ICC = .607$, $p < .001$). Deze waarden zijn weergegeven in tabel 3.

Tabel 3. Overzicht van Resultaten Interbeoordelaarsbetrouwbaarheid.

	ICC	Confidence Interval 95%		P	Betrouwbaarheid
		LW	RW		
Interbeoordelaarsbetrouwbaarheid meetmoment 1	.671	.514	.796	< .001*	Goed
Interbeoordelaarsbetrouwbaarheid meetmoment 2	.607	.435	.752	< .001*	Goed

* = significant verschil.

Discussie

In dit praktijkonderzoek zijn resultaten beschreven op de vraag wat het verschil is in landingstechniek tussen zes en negen maanden na een VKBR. Allereerst laten de resultaten zien dat negen maanden training bij een VKBR leidt tot een significante verbetering van de LESS-score ten opzichte van zes maanden training. De bevindingen met betrekking tot het verschil zes en negen maanden na VKBR zijn in overeenstemming met de gevonden literatuur over dit onderwerp. Zo blijkt dat de meerderheid van de patiënten zes maanden na een VKBR nog aanvullende revalidatie nodig heeft voor RTS (Gokeler., 2016). Deze bevindingen ondersteunen de resultaten van dit onderzoek gezien de LESS-scores significant verbeteren na training langer dan zes maanden. Eerder onderzoek heeft aangetoond

dat RTS tot ten minste negen maanden na VKBR uitgesteld dient te worden, om het risico op nieuw letsel te verminderen (Grindem., 2016). Deze bevindingen zijn tevens in overeenstemming met dit onderzoek, gezien er na negen maanden een significante verbetering van de LESS-score plaatsvindt ten opzichte van de meting na zes maanden.

Daarnaast is er in het huidige onderzoek een ICC van 0.671 en 0.607 gevonden voor de LESS bij sportende mannen tussen de 18 en 45 jaar. Ook de bevindingen met betrekking tot de ICC zijn in overeenstemming met de beschreven literatuur. Zo bleek de LESS in eerder onderzoek eveneens een goede ICC te hebben, namelijk van 0.84 (Padua, 2009). Echter is hun onderzoek uitgevoerd bij een andere doelgroep, namelijk een gezonde participantengroep. Dit is het eerste onderzoek dat de ICC van de LESS bij VKBR-patiënten onderzocht. Daarnaast is het verschil tussen novice (geen ervaring) en expert (>3 jaar ervaring) enkel in kaart gebracht bij vrouwelijke sporters. Hier werd een kappa correlatie gevonden van ‘gemiddeld’ tot ‘goed’ (Onate, 2010). Dit komt overeen met de ICC (0.671 en 0.607) die uit dit onderzoek is gebleken. Er is in het huidige onderzoek echter niet los gekeken naar het verschil tussen de beginners en de expert, de resultaten van alle drie de beoordelaars zijn naast elkaar gezet. Mogelijk is het interessant om dit in later onderzoek tegenover elkaar te zetten om daarmee in kaart te brengen hoe bruikbaar deze test is voor therapeuten die de LESS maar zelden hoeven af te nemen. Daarmee kan een beeld geschetst worden over de mogelijke vraag naar gespecialiseerde beoordelaars voor dit soort metingen binnen de VKBR revalidatie.

Er zijn verschillende sterke aspecten van het onderzoek naar voren gekomen. Zo levert dit onderzoek nieuw bewijs omtrent de manier waarop VKBR-patiënten kunnen worden geëvalueerd voor RTS en is er gebruik gemaakt van een gevalideerde en betrouwbare scoringslijst, wat de kans op generaliseerbare resultaten vergroot.

Een mogelijke beperking van het huidige onderzoek die de resultaten beïnvloed kan hebben, is de grootte van de steekproef. Uiteindelijk hebben 39 participanten deelgenomen aan het onderzoek. Door deze relatief kleine steekproef zijn er mogelijk effecten niet aan het licht gekomen of relatief zwakke effecten gevonden. Dit kan een verklaring bieden voor de borderline significantie van de uitkomst Beoordelaar 2. Daarnaast zijn de bevindingen niet goed te generaliseren naar de gehele populatie, omdat er gebruik is gemaakt van een specifieke doelgroep, namelijk mannelijke sporters van 18 tot 45 jaar oud. Er kunnen hierdoor geen betrouwbare uitspraken worden gedaan over andere doelgroepen.

Een andere mogelijke beperking van het huidige onderzoek is dat een deel van de beoordeling uitgevoerd is door onervaren beoordelaars. De LESS-scores zijn gescoord door één ervaren en twee beginnend beoordelaars, welke, op moment van beoordeling, niet eerder dergelijke scores hadden vastgesteld. Wel hadden zij, voorafgaand aan de scoring, een training gevolgd waarbij zij samen met de ervaren beoordelaar tien testen hebben beoordeeld. Het gebrek aan ervaring met de scoring kan ertoe hebben geleid dat de betrouwbaarheid van de scores relatief laag is. Daarbij is het mogelijk dat

de manier van scoren verandert over de tijd, aangezien er een leercurve optreedt. Dit zou betekenen dat de test-hertestbetrouwbaarheid van het onderzoek laag is, echter blijkt uit het huidige onderzoek naar de ICC dat dit waarschijnlijk minimaal is geweest. De ICC is 'goed' (0.671 en 0.607) waardoor de mogelijke verschillen tussen de beoordelaars waarschijnlijk maar minimaal aanwezig zijn geweest.

Een ander discussiepunt is dat er een bias is ontstaan. Binnen de praktijk, waar het onderzoek is afgenomen, wordt er na een tussentijdse evaluatie (drie, zes en negen maanden na VKBR) ingespeeld op mogelijke tekortkomingen in het proces, specifiek voor de patiënt. Er wordt per patiënt gekeken waar de therapie kan worden geoptimaliseerd op basis van de resultaten van deze tussenevaluatie, welke bestaat uit een Biodex krachtmeting (alle metingen) en een serie sprongtesten (na zes en negen maanden) waaronder de VDJ. Naast de LSI wordt hier ook gekeken naar de techniek, waarna kan worden geanalyseerd waar de behandeling kan worden verbeterd. Deze eventuele verandering in het protocol veroorzaakt de bias en maakt de resultaten wellicht minder goed te generaliseren omdat deze veranderingen in het protocol mogelijk niet in andere fysiotherapiepraktijken worden toegepast. Er kan dan ook niet worden geconcludeerd dat de LESS ook verbetert zonder de specifieke aanpassingen in het protocol.

Het gevonden verschil tussen zes en negen maanden training na een VKBR leidt tot praktische implicaties met betrekking tot het behandeltraject. Het huidige onderzoek onderbouwt dat er na langere training een verbetering optreedt van de landingstechniek. Het langer trainen van sporters met een dergelijke blessure lijkt er mede daarom toe te leiden dat de kans op recidief van een VKB-ruptuur wordt verminderd (Gokeler., 2016; Grindem., 2016).

Uit eerder onderzoek is gebleken dat de kans op een nieuwe VKB-ruptuur bij het voldoen aan de RTS-criteria 84% minder is dan als er niet wordt voldaan aan de LSI-criteria, hierbij mag het links-rechts verschil niet meer dan 10% mag zijn (Grindem., 2016). Deze criteria nemen het beoordelen van de landingstechniek niet mee. Op basis van de gevonden resultaten van ons onderzoek wordt dan ook aangeraden om bij het beoordelen van de RTS niet alleen te kijken naar de LSI-criteria, welke lijken te verbeteren bij een training langer dan zes maanden, maar ook naar de biomechanica wanneer deze testen worden uitgevoerd. Er moet ook worden gekeken naar hoe de kwaliteit van bewegen is, bijvoorbeeld door aan de hand van de LESS de landingstechniek te analyseren. Daaruit volgend wordt aangeraden om cliënten met een dergelijke blessure een langere training aan te bieden, strevend naar negen maanden maar in ieder geval langer dan zes maanden of die tijd die nodig is tot verbetering van de score.

Conclusie en aanbevelingen

Concluderend kan er gesteld worden dat er in deze studie bewijs is gevonden voor het langdurig trainen (negen maanden i.p.v. zes maanden) van patiënten met een VKBR om hun landingstechniek te

verbeteren, waardoor de kans op recidief zou kunnen afnemen. Tevens is er bewijs gevonden voor de ICC van de LESS-score als beoordelingsinstrument de landingstechniek na een VKBR.

Het huidige onderzoek biedt ondersteuning voor het belang van een revalidatietraject van langer dan zes maanden na een VKBR. Dit wordt al onderbouwd in eerder onderzoek maar nog nooit op basis van een analyse van de biomechanica (Gokeler., 2016; Grindem., 2016). Aan de hand van de LESS-score kan nog adequater beoordeeld worden gebracht of iemand klaar is om terug te keren naar de sport als toevoeging op de LSI. Er wordt aangeraden om hier meer onderzoek naar te doen en dit uit te breiden naar andere populaties met grotere steekproeven. Het zou bijvoorbeeld interessant zijn wanneer er een RCT wordt uitgevoerd bij sporters, om te vergelijken of iemand na het zien van zijn LESS-score meer verbetert dan wanneer de LESS wel wordt afgenomen maar de resultaten niet worden besproken. Daarmee kan in kaart worden gebracht of het überhaupt wel meerwaarde heeft of tussentijds een evaluatie te objectiveren en mogelijk daaropvolgend het protocol aan te passen.

Daarnaast is er interesse in de vraag of de LESS-analyse geschikt is om uit te voeren door beginnend beoordelaars zonder ervaring of dat het betrouwbaarder is wanneer een expert-beoordelaar dit doet. Daarmee wordt in kaart gebracht of de LESS toepasbaar is in elke fysiotherapiepraktijk of dat dit mogelijk een negatief effect heeft op de betrouwbaarheid van de resultaten en dit eventueel zou moeten worden uitbesteed aan een extern (expert-)centra om betrouwbaarheid en validiteit te kunnen waarborgen.

Referenties

- Ardern, C.L. et al. (2011). Return to the preinjury level of competitive sport after anterior cruciate ligament reconstruction surgery: two-thirds of patients have not returned by 12 months after surgery. *American Journal of Sports Medicine*, 39 (3), 538-543.
- Barber-Westin, S.D., Noyes, F.R. (2011) Factors used to determine return to unrestricted sports activities after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 27(12):1697–1705
- Benjaminse, A. (2016). Twee vliegen in één klap, Blessurepreventie en beter presteren door motorisch leren.
- Bell, D.R., Smith, M.D., Pennuto, A.P., et al. (2014). Jump-landing mechanics after anterior cruciate ligament.
- Boden, B.P. et al. (2000). Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedics*, 23 (6), 573–578.
- Brophy, R.H., Schmitz, L., Wright, R.W., et al. (2012).
Return to play and future ACL injury risk after ACL reconstruction in soccer athletes from the Multicenter Orthopaedic Outcomes Network (MOON) group. *Am J Sports Med*. 40(11):2517–2522.
- Czuppon, S., Racette, B.A., Klein, S.E., et al. (2014). Variables associated with return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review. *Br J Sports Med* ;48(5):356–64.
- Engelen-van Melick, N., Hullegie, W., Brooijmans, F. et al. (2014). *KNGF Evidence Statement Revalidatie na voorste-kruisbandreconstructie*. 26th ed. Amersfoort: Koninklijk Nederlands Genootschap voor Fysiotherapie.
- Hewett, T.E. et al. (2005). Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: A prospective study. *American Journal of Sports Medicine*, 33 (4), 492-501.
- Hildebrandt, C. et al. (2015). Functional assessment for decision-making regarding return to sport following ACL reconstruction. Part 1: development of a new test battery.
- Gokeler, A. et al. (2016). Development of a test battery to enhance safe return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction: *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* (2017) 25:192-199
- Grindem, H., Snyder-Mackler, L., Moksnes, H., et al. (2016). Simple decision rules can reduce reinjury risk by 84% after ACL reconstruction: the Delaware-Oslo ACL cohort study. *Br J Sports Med*. ;50(13):804–8.
- Meer BL van (2015). Identification of early degenerative changes in the knee after anterior cruciate ligament rupture. Academisch proefschrift, Erasmus Universiteit Rotterdam.

- Montalvo AM, Schneider DK, Yut L, Webster KE, Beynnon B, Kocher MS, et al. "What's my risk of sustaining an ACL injury while playing sports?" A systematic review with meta- analysis. *Br J Sports Med*. 2018;13.
- Moses, B. & Orchard, J. (2012). Systematic review: annual incidence of ACL injury and surgery in various populations. *Res Sports Med*, 20(3-4):157-79.
- Padua DA et al. (2009). The Landing Error Scoring System (LESS) is a valid and reliable clinical assessment tool of jump-landing biomechanics: The JUMP-ACL study. *American Journal of Sports Medicine*, 37(10), 1996-2002.
- Paterno, M.V. (2015). Incidence and predictors of of second anterior cruciate ligament injury after primary reconstruction and return to sport. *Journal of Athletic Training*, 50 (10), 1097-1099.
- Paterno, M.V. et al. (2012). Incidence of contralateral and ipsilateral anterior cruciate ligament (ACL) injury after primary ACL reconstruction and return to sport. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 22 (2), 116-121.
- Paterno, M.V., Rauh, M.J., Schmitt, L.C. et al. (2014). Incidence of second ACL injuries 2 years after primary ACL reconstruction and return to sport. *Am J Sports Med* ;42(7):1567–73.
- Roos, H. Ornell, M., Gärdsell, P., Lohmander, L.S. & Lindstrand, A. (1995). Soccer after anterior cruciate ligament injury--an incompatible combination? A national survey of incidence and risk factors and a 7-year follow-up of 310 players. *Acta Orthop Scand*, 66(2):107-12
- Shultz, S.J., Schmitz, R.J., Nguyen, A.D. (2008). Research retreat IV: ACL injuries - the gender bias. *J Athl Trai*;43(5):530-1.
- Swärd, P., Kostogiannis, I., Roos, H. (2010). Risk factors for a contralateral anterior cruciate ligament injury. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*;18(3):277-91
- Welling, W. et al. (2016). Veilig sporten na een VKB blessure. *Sportgericht nr. 5 / 2016 – jaargang 70*.
- Wiggins, A.J., Grandhi, R.K., Schneider, D.K., Stanfield, D., Webster, K.E., Myer, G.D. (2016) Risk of secondary injury in younger athletes after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis. *Am J Sports Med* 44(7):1861–1876
- Wright, R.W., Dunn, W.R., Amendola, A., Andrish, J.T., Bergfeld, J., Kaeding, C.C. et al. (2007). Risk of tearing the intact anterior cruciate ligament in the contralateral knee and rupturing the anterior cruciate ligament graft during the first 2 years after anterior cruciate ligament reconstruction. A prospective MOON cohort study. *Am J Sports Med*;35(7):1131-4.
- Wright, R.W., Magnussen, R.A., Dunn, W.R., Spindler, K.P. (2011). Ipsilateral graft and contralateral ACL rupture at five years or more following ACL reconstruction. A systematic review. *J Bone Joint Surg Am*;93(12):1159-65.

Bijlage 1: LESS-score formulier

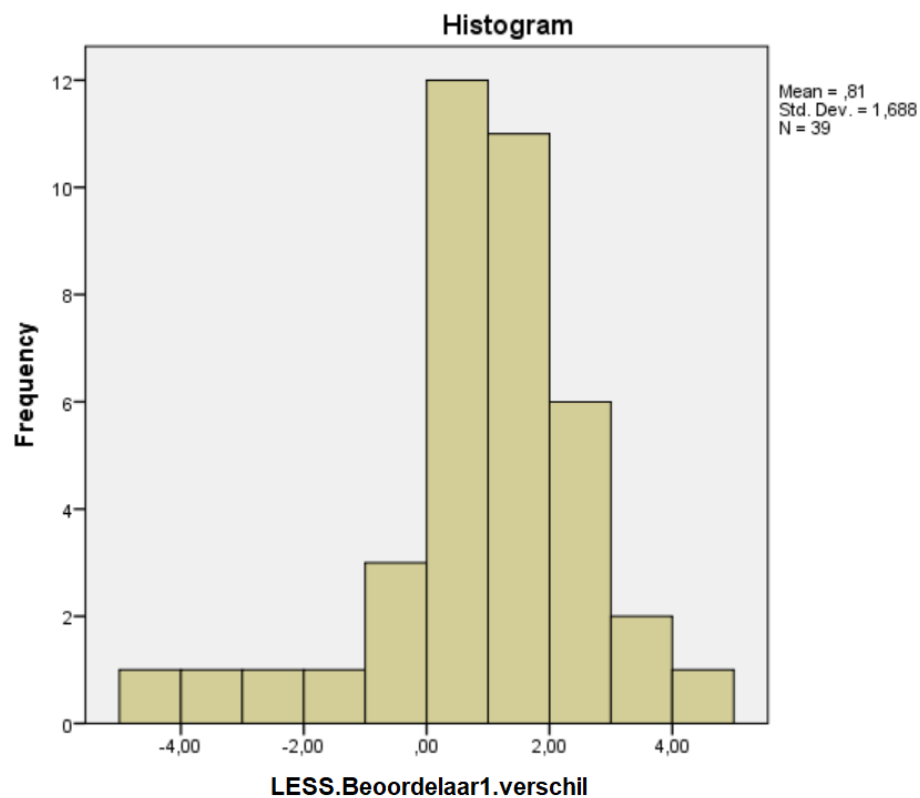
LESS Scoring Sheet								
Subject:			Date:					
LESS Item	Definition	Camera View	Error Condition	LESS Score	Trial 1	Trial 2	Trial 3	Score
1	Knee flexion angle at initial contact	At the time point of initial contact, if the knee of the test leg is flexed more than 30 degrees, score YES. If the knee is not flexed more than 30 degrees, score NO.	Side	No	Y=0, N=1			
2	Hip flexion angle at initial contact	At the time point of initial contact, if the thigh of the test leg is in line with the trunk then the hips are not flexed and score NO. If the thigh of the test leg is flexed on the trunk, score YES.	Side	No	Y=0, N=1			
3	Trunk flexion angle at initial contact	At the time point of initial contact, if the trunk is vertical or extended on the hips, score NO. If the trunk is flexed on the hips, score YES.	Side	No	Y=0, N=1			
4	Ankle plantarflexion angle at initial contact	If the foot of the test leg lands toe to heel, score YES. If the foot of the test leg lands heel to toe or with a flat foot, score NO.	Side	No	Y=0, N=1			
5	Knee valgus angle at initial contact	At the time point of initial contact, draw a line straight down from the center of the patella. If the line goes through the midfoot, score NO. If the line is medial to the midfoot, score YES.	Front	Yes	Y=1, N=0			
6	Lateral trunk flexion angle at initial contact	At the time point of initial contact, if the midline of the trunk is flexed to the left or the right side of the body, score YES. If the trunk is not flexed to the left or right side of the body, score NO.	Front	Yes	Y=1, N=0			
7	Stance width-Wide	Once the entire foot is in contact with the ground, draw a line down from the tip of the shoulders. If the line on the side of the test leg is inside the foot of the test leg then greater than shoulder width (wide), score YES. If the test foot is internally or externally rotated, grade the stance width based on heel placement.	Front	Yes	Y=1, N=0			
8	Stance width-Narrow	Once the entire foot is in contact with the ground, draw a line down from the tip of the shoulders. If the line on the side of the test leg is outside of the foot then score less than shoulder width (narrow), score YES. If the test foot is internally or externally rotated, grade the stance width based on heel placement.	Front	Yes	Y=1, N=0			

9	Foot position-Toe In	If the foot of the test leg is internally more than 30 degrees between the time period of initial contact and max knee flexion, then score YES. If the foot is not internally rotated more than 30 degrees between the time period of initial contact to max knee flexion, score NO.	Front	Yes	Y=1, N=0
10	Foot position-Toe Out	If the foot of the test leg is externally rotated more than 30 degrees between the time period of initial contact and max knee flexion, then score YES. If the foot is not externally rotated more than 30 degrees between the time period of initial contact to max knee flexion, score NO.	Front	Yes	Y=1, N=0
11	Symmetric initial foot contact	If one foot lands before the other or if one foot lands heel to toe and the other lands toe to heel, score NO. If the feet land symmetrically, score YES.	Front	No	Y=0, N=1
12	Knee flexion displacement	If the knee of the test leg flexes more than 45 degrees from initial contact to max knee flexion, score YES. If the knee of the test leg does not flex more than 45 degrees, score NO.	Side	No	Y=0, N=1
13	Hip flexion at max knee flexion	If the thigh of the test leg flexes more on the trunk from initial contact to max knee flexion angle, score YES.	Side	No	Y=0, N=1
14	Trunk flexion at max knee flexion	If the trunk flexes more from the point of initial contact to max knee flexion, score YES. If the trunk does not flex more, score NO.	Side	No	Y=0, N=1
15	Knee valgus displacement	At the point of max knee valgus on the test leg, draw a line straight down from the center of the patella. If the line runs through the great toe or is medial to the great toe, score YES. If the line is lateral to the great toe, score NO.	Front	Yes	Y=1, N=0
16	Joint displacement	Watch the sagittal plane motion at the hips and knees from initial contact to max knee flexion angle. If the subject goes through large displacement of the trunk, hips, and knees then score SOFT. If the subject goes through some trunk, hip, and knee displacement but not a large amount, then AVERAGE. If the subject goes through very little, if any trunk, hip, and knee displacement, then STIFF.	Side	Average or Stiff (double penalty for Stiff)	Soft=0, Avg=1, Stiff=2
17	Overall impression	Score EXCELLENT if the subject displays a soft landing and no frontal plane motion at the knee, Score POOR if the subject displays a stiff landing and large frontal plane motion at the knee. All other landings, score AVERAGE.	Side, Front	Average or Poor (double penalty for Poor)	Ex=0, Avg=1, Poor=2

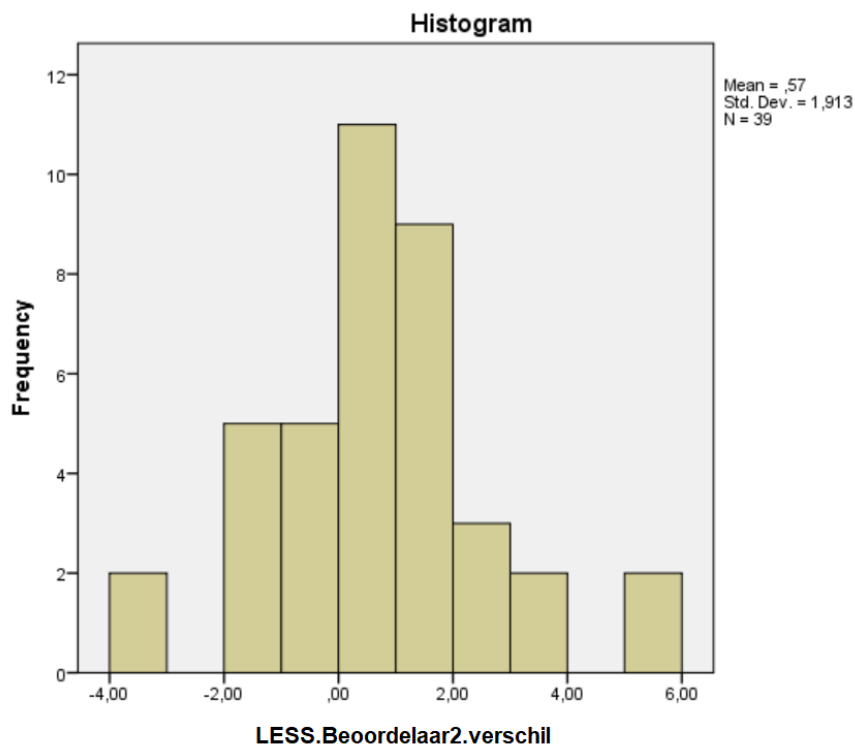
****For items 1-15, a positive score is defined as an Error on at least 2 of the 3 trials. For items 16 & 17, a positive score is defined as an Average on at least 2 of the 3 trials or Poor/Stiff on at least 1 of the 3 trials**

Bijlage 2: Assumpties voor de normaalverdeling

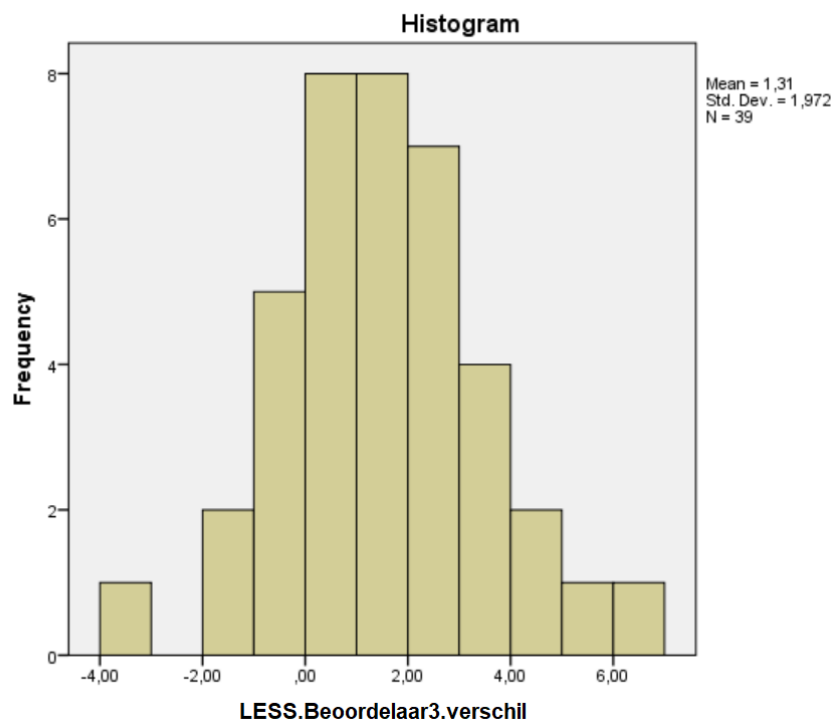
Het histogram van beoordelaar 1 laat zien dat de verschillscore van de variabele 'LESS Beoordelaar 1' redelijk normaal verdeeld lijkt met een lichte afwijking naar rechts (*skewness* = $-.902$, *kurtosis* = 1.974). Met de Shapiro Wilk Test is er geen bewijs voor afwijkingen van normaliteit gevonden ($W = .945$, $p = .057$). De verdeling van de verschillscore van de variabele 'Less Beoordelaar 2', lijkt minder normaal verdeeld te zijn, maar de Shapiro Wilk Test laat geen afwijkingen van de normaliteit zien (*skewness* = $.344$, *kurtosis* = $.983$; $W = .967$, $p = .308$). Het histogram van beoordelaar 3 laat zien dat de verschillscore van de variabele 'LESS Beoordelaar 1' normaal verdeeld (*skewness* = $.092$, *kurtosis* = $.536$). Met de Shapiro Wilk Test is er geen bewijs voor afwijkingen van normaliteit gevonden ($W = .985$, $p = .867$).



Figuur 3a. Histogram normaalverdeling LESS.Beoordelaar1.verschil



Figuur 3b. Histogram normaalverdeling LESS.Beoordelaar2.verschil



Figuur 3c. Histogram normaalverdeling LESS.Beoordelaar3.verschil