Het effect van een externe focus van aandacht op de mate van knieflexie na het landen van een sprong: een systematische review en meta-analyse

*Literatuurstudie*





Hanzehogeschool groningen | Opleiding fysiotherapie

**Student: Coen Westenenk**

**Studentnummer: 369074**

**Scriptiebegeleider/supervisor: DROS**

**Datum/Date: 08-06-2021**

# Voorwoord

Beste lezer,

Voor u ligt de scriptie met als onderwerp: ‘’Het effect van een externe focus van aandacht op de mate van knieflexie na het landen van een sprong: een systematische review en meta-analyse’’. Deze scriptie is geschreven in opdracht van de Hanzehogeschool als afstudeeropdracht voor de opleiding tot Fysiotherapeut.

Vanaf het begin van de opleiding had ik al grote interesse in de combinatie van fysiotherapie en sport. Op mijn eerste stageadres heb ik met zeer veel sporters mogen werken. Veel van deze sporters revalideerden van een voorste kruisbandreconstructie. In deze praktijk werd gewerkt aan de hand van de laatste wetenschappelijke inzichten, waardoor er ook rekening gehouden werd met hoe deze sporters werden geïnstrueerd. Dit vond ik een interessant onderwerp en door hier meer over te lezen heb ik uiteindelijk het huidige onderzoek bedacht.

Tijdens het uitvoeren van het onderzoek heb ik erg goede begeleiding gehad van Rosa Domburg, waarvoor ik haar wil bedanken. De communicatie verliep erg goed en ik kon met al mijn vragen bij haar terecht. De afgelopen tijd was erg leerzaam waarin ik mezelf veel heb kunnen ontwikkelen op wetenschappelijk gebied.

Veel leesplezier,

Coen Westenenk

Raalte, juni ’21

# Samenvatting

**Inleiding:** Blessures aan de voorste kruisband (VKB) komen vaak voor in veel verschillende sporten. Ondanks de toename van het aantal preventieprogramma’s stijgt het aantal VKB-blessures nog steeds. Onderzoek laat zien dat deze programma’s nog niet altijd even effectief zijn in het reduceren van VKB-blessures. De meeste VKB-blessures vinden plaats zonder contact met een ander individu. Een van de grootste risicofactoren voor het krijgen van een non-contact blessure is het landen met de knie in bijna volledige extensie. Hoe sporters het best geïnstrueerd kunnen worden om zo veilig mogelijk te landen, wordt niet beschreven in preventieprogramma’s. Dit is onder andere mogelijk met een externe of interne focus van aandacht. Deze systematische review onderzoekt het effect van een externe focus van aandacht op de mate van knieflexie na het landen van een sprong.

**Methode:** In de periode maart 2021 tot en met april 2021 is er systematisch gezocht naar Randomized Controlled Trials (RCT), Clinical Controlled Trials (CCT) en cohortstudies in de databases PubMed, CINAHL en SPORTDiscus. De methodologische kwaliteit van geïncludeerde RCT’s en CCT’s werd beoordeeld met de PEDro schaal. Cohortstudies werden beoordeeld aan de hand van de Newcastle-Ottawa Quality Assessment Scale (NOS). Resultaten van de geïncludeerde studies werden geanalyseerd door middel van een meta-analyse. Ten eerste is er een analyse gedaan om het effect van een externe focus binnen de interventiegroep (IG) te bepalen. Hiervoor is gebruik gemaakt van de data van de baselinemeting en de meting na instructie met een externe focus van aandacht. Daarnaast is er een analyse gedaan om het verschil tussen de IG en de controlegroep (CG) te bepalen na de interventie. Om de grootte van het effect op de knieflexie te bepalen is gebruik gemaakt van de Standardized Mean Difference (SMD).

**Resultaten:** Na screening zijn er 8 studies geïncludeerd waaronder 5 RCT’s, 2 cohortstudies en 1 CCT. In totaal namen er 242 participanten deel aan deze studies. De methodologische kwaliteit van de geïncludeerde studies varieerde van acceptabel tot goed. De within-groups meta-analyse liet een significant grotere mate van knieflexie zien tijdens instructie met externe focus van aandacht ten opzichte van de baselinemeting, met een matig tot groot effect (P=0.003, I2=59%, SMD=0.63 [0.21, 1.05]). De between-groups meta-analyse liet een significant groter verschil in de mate van knieflexie zien na een instructie met externe focus van aandacht dan bij de CG, met een groot effect. (P=0.01, I2=76%, SMD=0.88 [0.19, 1.56]).

**Conclusie:** Instructie met een externe focus van aandacht heeft een matig tot groot effect op het vergroten van de mate van knieflexie na het landen van een sprong. Er wordt aanbevolen om atleten te instrueren met een externe focus van aandacht tijdens het trainen op sprong- en landingstaken.

*Sleutelwoorden: Voorste kruisband, blessurepreventie, externe focus van aandacht, knieflexie*

# Summary

**Introduction:** Anterior cruciate ligament (ACL) injuries are common in many different sports. Despite the increasing number of prevention programs, incidence of ACL injuries is still high. Research shows that these prevention programs aren’t that effective in reducing ACL injuries. Most ACL injuries are non-contact in nature. One of the biggest risk factors for getting a non-contact ACL injury is landing from a jump near full extension. Prevention programs don’t describe how to instruct the athlete to land as safe as possible. This can be done, among other strategies, with an external or internal focus of attention. This systematic review examines the effect of an external focus of attention on the degree of knee flexion after jump landing.

**Methods:** Systematic searches were conducted in PubMed, CINAHL and SPORTDiscus. A search has been made for Randomized Controlled Trials (RCT), Controlled Clinical Trials (CCT) and cohort studies. The PEDro scale was used to assess the methodological quality of included RCTs and CCTs. The Newcastle-Ottawa Quality Assessment Scale (NOS) was used to assess the methodological quality of included cohort studies. Meta-analysis was done to examine results of included studies. Firstly, the effect of an external focus of attention within the intervention group (IG) was examined. Data of the baseline measurement and measurement after instruction with an external focus of attention were used. In addition, analysis was done to examine the difference between the IG and control group (CG) after the intervention. To determine the effect size of the intervention on knee flexion, Standardized Mean Difference (SMD) was used.

**Results:** 8 studies were found after screening, including 5 RCTs, 2 cohort studies and 1 CCT. A total of 242 participants took part in these studies. The methodological quality of the included studies ranged from acceptable to good. The within-groups meta-analysis showed a significant improvement on the degree of knee flexion while instructed with an external focus of attention, resulting in a moderate to great effect (P=0.003, I2=59%, SMD=0.63 [0.21, 1.05]). Between-groups meta-analysis showed a significant greater difference in degree of knee flexion in the external focus group compared to the CG after intervention, resulting in a great effect (P=0.01, I2=76%, SMD=0.88 [0.19, 1.56]).

**Conclusion:** Instruction with external focus of attention has a moderate to great effect in increasing the degree of knee flexion after jump landing. Trainers and (sport)physiotherapists are encouraged to instruct athletes with an external focus of attention while training jump and land skills.

*Keywords: Anterior cruciate ligament, injury prevention, external focus of attention, knee flexion*

Inhoud

[Voorwoord](#_Toc74034608)

[Samenvatting](#_Toc74034609)

[Summary](#_Toc74034610)

[Inleiding 1](#_Toc74034611)

[Methode 2](#_Toc74034612)

[Onderzoeksopzet 2](#_Toc74034613)

[Databases en zoekstrategie 2](#_Toc74034614)

[Selectie van artikelen 2](#_Toc74034615)

[Data-extractie 3](#_Toc74034616)

[Methodologische kwaliteit 3](#_Toc74034617)

[Statistische analyse 3](#_Toc74034618)

[Resultaten 4](#_Toc74034619)

[Selectieprocedure 4](#_Toc74034620)

[Methodologische kwaliteit en algemene informatie over studies 5](#_Toc74034621)

[Karakteristieken onderzoekspopulatie 5](#_Toc74034622)

[Meetinstrumenten 5](#_Toc74034623)

[Interventies 5](#_Toc74034624)

[Visuele externe focus 5](#_Toc74034625)

[Verbale externe focus 6](#_Toc74034626)

[Resultaten geïncludeerde studies 6](#_Toc74034627)

[Within-groups analyse 6](#_Toc74034628)

[Between-groups analyse 7](#_Toc74034629)

[Discussie 10](#_Toc74034630)

[Conclusie 12](#_Toc74034631)

[Referenties 13](#_Toc74034632)

[Bijlagen 16](#_Toc74034633)

[Bijlage 1: Methodologische kwaliteit 16](#_Toc74034634)

[Bijlage 2: Subgroepanalyses 17](#_Toc74034635)

# 

# Inleiding

Ongeveer 40 procent van alle sportblessures zijn blessures aan de knie. Van deze blessures is in 20 procent van de gevallen de voorste kruisband (VKB) aangedaan. (1) Ondanks de toename van het aantal preventieprogramma’s steeg het aantal VKB-rupturen in de VS van 86.687 in 1994 tot 129.836 in 2006. (2) Na een VKB-blessure is de kans op artrose in die knie ongeveer 4 keer hoger in vergelijking met een niet-geblesseerde knie. (3) Daarbij keert maar 63% van de sporters keert terug naar het oude niveau van participatie in de sport na een VKB-reconstructie. (4) Het is hierdoor van groot belang om deze blessures zo veel mogelijk te voorkomen. Bijna driekwart van de VKB-rupturen vindt plaats zonder contact met een ander individu. (5) Dit wordt ook wel gedefinieerd als een non-contact VKB-blessure. Een van de grootste risicofactoren voor een non-contact VKB-blessure is het landen met de knie in bijna volledige extensie. (6) (7) Tijdens het landen met minder knieflexie wordt er minder energie geabsorbeerd door spieren rondom de knie, wat de belasting op de VKB verhoogt. (8)

Preventie is een essentieel onderdeel van de fysiotherapeutische visie op hulpverlening. (9) Er zijn veel verschillende preventieprogramma’s welke zich richten op het verminderen van het aantal VKB-blessures. Onderzoek naar deze programma’s laat zien dat deze hier nog niet altijd even effectief in zijn. (10) (11) Verschillende studies geven aan dat er meer onderzoek nodig is om deze programma’s te verbeteren. Deze programma’s richten zich onder andere op het verbeteren van landingstechnieken, waaronder het vergroten van de knieflexie tijdens het landen. Er wordt in deze programma’s echter niet beschreven hoe sporters tijdens het trainen het best geïnstrueerd kunnen worden om de risicofactoren op deze blessure zo klein mogelijk te houden. Hier is dus nog verbetering mogelijk.

Instructie van sporters kan op verschillende manieren plaatsvinden. Er kan onder andere geïnstrueerd worden met een interne- of externe focus van aandacht. Fysiotherapeuten en trainers geven tijdens trainingen vaak een instructie met interne focus van aandacht. (12) (13) Een instructie met interne focus richt zich op de lichaamsbewegingen van het individu. Een voorbeeld hiervan is: ‘’Verdeel je gewicht gelijkmatig over beide benen tijdens de landing’’. Ook kan er instructie gegeven worden met een externe focus van aandacht. Hier richt de instructie zich op het effect of uitkomst van de beweging op de omgeving. (14) Een voorbeeld hiervan is: ‘’Maak zo min mogelijk geluid tijdens het landen’’. Dit is een voorbeeld van een verbale instructie met een externe focus van aandacht. Daarnaast kan er ook visuele instructie gegeven worden. Hierbij kan bijvoorbeeld een beeld van een expert getoond worden welke door de sporter zo goed mogelijk geïmiteerd dient te worden. Op deze manier wordt de aandacht van het individu weggehaald van de bewegingen van het lichaam zelf. Onderzoek wijst uit dat instructie met een externe focus positieve invloed heeft op de coördinatie van bewegen bij bijvoorbeeld het uitvoeren van een sprong. (15) Er wordt verondersteld dat automatische controleprocessen gestoord worden bij instructie met een interne focus. Daarentegen kan het lichaam zich op natuurlijke wijze organiseren bij instructie met een externe focus, omdat er niet bewust nagedacht wordt over de beweging zelf. (16)

De laatste jaren is er in de wetenschap steeds meer aandacht voor deze instructietechnieken, vooral in het kader van preventie van VKB-blessures. (17) Er is al eerder een systematische review gedaan naar de effecten van externe en interne focus van aandacht op zowel sprong- en landingstechnieken als prestatie tijdens het springen en landen. (18) De auteurs bevolen op basis van de gevonden resultaten aan om instructie met een externe focus te gebruiken om de prestatie te verbeteren én het risico op een VKB-blessure te verminderen. In deze review werd echter maar één studie meegenomen die risicofactoren voor het krijgen van een VKB-blessure onderzocht, de rest van de studies onderzocht de sprongprestatie. Hierdoor is er behoefte aan een review van de huidige literatuur over het gebruik van instructie met een externe focus op de mate van knieflexie tijdens het landen, wat een grote risicofactor is voor het krijgen van een VKB-blessure.

Het doel van deze systematische review is om te onderzoeken wat het effect is van instructie met een externe focus van aandacht op de mate van knieflexie tijdens het landen van een sprong. De onderzoeksvraag hierbij luidt: ‘’Wat is het effect van instructie met een externe focus van aandacht op de mate van knieflexie tijdens het landen van een sprong?’’

# Methode

## Onderzoeksopzet

Het design van dit onderzoek is een systematische review. Door middel van het opstellen van een zoekstrategie werd systematisch gezocht naar Randomized Controlled Trials (RCT), Clinical Controlled Trials (CCT) en cohortstudies welke antwoord geven op de onderzoeksvraag.

## Databases en zoekstrategie

Tabel 1. Zoekstring per databank

In de periode maart 2021 tot en met april 2021 is er gezocht naar literatuur in de databases PubMed, CINAHL en SPORTDiscus. PubMed is gebruikt voor het grote aanbod aan biomedische literatuur. CINAHL is gebruikt omdat het full text artikelen op (para)medisch gebied aanbiedt. De databank SPORTDiscus is gebruikt omdat het literatuur bevat op het gebied van sport. Er is gebruik gemaakt van synoniemen voor de termen ‘’externe focus van aandacht’’, ‘’knieflexie’’ en ‘’landen van een sprong’’. Deze synoniemen zijn in de zoekstring verbonden met de booleaanse operator ‘’OR’’. De combinaties van synoniemen werden verbonden door de booleaanse operator ‘’AND’’. Ook is er gebruik gemaakt van MeSH-termen om ook andere synoniemen van auteurs mee te nemen in de zoekstring. Daarnaast is er gebruik gemaakt van het commando ‘’tiab’’ om op artikelen te zoeken waarin de zoektermen in de titel of abstract beschreven zijn. Ten slotte is er ook gebruik gemaakt van truncatie om op meerdere woordvarianten te kunnen zoeken. De zoekstrings per database zijn terug te vinden in tabel 1. Voor de databases CINAHL en SPORTDiscus werd gebruik gemaakt van dezelfde zoekstrings.

|  |  |
| --- | --- |
| Databank | Zoekstring |
| PubMed | (External focus [tiab] OR Attentional focus [tiab] OR Visual feedback [tiab] OR Verbal instruction [tiab] OR Focus of attention [tiab] OR Biofeedback [tiab] OR Instructional cues [tiab] OR Video feedback [tiab] OR Visual instruction [tiab] OR ‘’Attention’’[MeSH] OR "Feedback, Sensory"[MeSH]) AND (Knee flexion [tiab] OR Knee range of motion [tiab] OR Sagittal plane movement [tiab] OR Knee kinematic\* [tiab] OR Landing technique [tiab] OR Landing kinematic\* [tiab] OR Landing mechanic\* [tiab] OR ‘’Biomechanical Phenomena’’[MeSH]) AND (Jump\* [tiab] OR Land\* [tiab] OR Drop jump [tiab] OR Vertical jump [tiab]) |
| CINAHL | (External focus OR Attentional focus OR Visual feedback OR Verbal instruction OR Focus of attention OR Biofeedback OR Instructional cues OR Video feedback OR Videotape feedback OR Visual instruction) AND (Knee flexion OR Knee range of motion OR Sagittal plane movement OR Knee kinematic\* OR Landing technique OR Landing kinematic\* OR Landing mechanic\*) AND (Jump\* OR Land\* OR Drop jump OR Vertical jump) |
| SPORTDiscus |

## Selectie van artikelen

Om te bepalen welke artikelen geschikt waren om te includeren in de review zijn selectiecriteria opgesteld. De gevonden literatuur uit de verschillende databanken is bij elkaar gevoegd en duplicaten zijn verwijderd. De overgebleven artikelen zijn op basis van titel en abstract gescreend op geschiktheid voor het onderzoek. Vervolgens werden geschikte artikelen volledig doorgelezen waarbij aan de hand van de in- en exclusiecriteria bepaald werd of de artikelen geïncludeerd konden worden in deze review. Deze criteria zijn te vinden in tabel 2.

|  |  |
| --- | --- |
| Inclusiecriteria | Exclusiecriteria |
| Gebruik van een instructie met externe focus van aandacht, zowel verbaal als visueel | Systematische reviews en meta-analyses |
| RCT’s, CCT’s en cohortstudies | Proefpersonen met een knieblessure in het verleden |
| Mate van knieflexie tijdens een landing wordt gemeten |  |
| Gezonde proefpersonen |  |
| Studie is in de afgelopen 10 jaar gepubliceerd |  |

Tabel 2. In- en exclusiecriteria

## Data-extractie

Uit de geïncludeerde artikelen is de volgende data geëxtraheerd: algemene informatie, onderzoekspopulatie, uitgevoerde taak, wijze van instructie en resultaten. Algemene informatie bevat gegevens over de auteur, jaar van publicatie en het onderzoeksdesign. De onderzoekspopulatie werd beschreven aan de hand van informatie over de participanten waaronder het aantal deelnemers, geslacht en leeftijd. Of er gebruik gemaakt is van een verbale of visuele instructie is beschreven onder de wijze van instructie. De resultaten bevatten informatie over de mate van knieflexie na het landen van een sprong.

## Methodologische kwaliteit

Om de methodologische kwaliteit van de geïncludeerde RCT’s en CCT’s te beoordelen, is er gebruik gemaakt van de PEDro schaal. (19) Aan de hand van 11 onderdelen werd een score aan het artikel toegekend. Per onderdeel kan er één punt gescoord worden. Het eerste onderdeel telt niet mee in de uiteindelijke score van het artikel omdat deze de externe validiteit beoordeeld. Er kan dus een score van maximaal 10 punten behaald worden op deze schaal. Deze schaal wordt beschouwd als een betrouwbaar en valide meetinstrument om de methodologische kwaliteit van RCT’s te beoordelen. (19,20) Een score van lager dan 4 wordt beschouwd als een slechte kwaliteit, een score van 4 of 5 wordt beschouwd als een acceptabele kwaliteit, een score van 6 tot 8 wordt beschouwd als een goede kwaliteit en een score van 9 of 10 wordt beschouwd als een uitstekende kwaliteit. (21) Zie bijlage 1 voor de volledige PEDro-schaal. Om de kwaliteit van cohortstudies te beoordelen, is er gebruik gemaakt van de Newcastle-Ottawa Quality Assessment Scale (NOS). (22) Deze schaal bestaat uit 8 onderdelen verdeeld over de onderwerpen selectie, vergelijkbaarheid en uitkomsten. Bij 7 van deze onderdelen kan één ster verdiend worden, bij het onderdeel vergelijkbaarheid kunnen 2 sterren verdiend worden. In totaal kunnen er dus 9 sterren verdiend worden. Er is niet gedefinieerd wat een acceptabele score is op deze schaal, echter geeft een hogere score een hogere studiekwaliteit aan. De volledige NOS is terug te vinden in bijlage 1.

## Statistische analyse

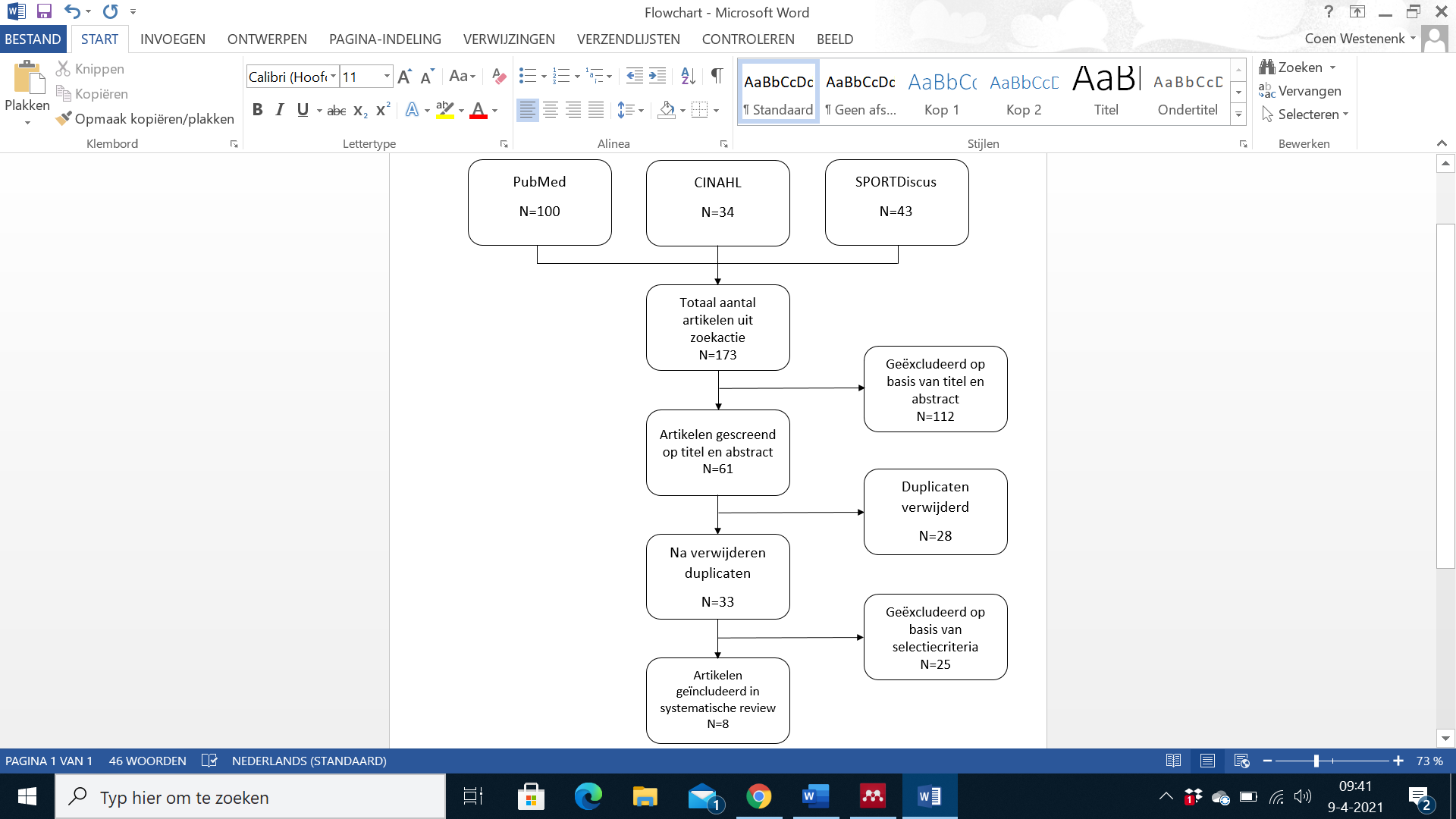
Om de resultaten van de verschillende studies te kunnen combineren is er gekozen om de data te analyseren aan de hand van een meta-analyse. Hiervoor is de software van RevMan 5.4 gebruikt (Cochrane Collaboration, Oxford, VK). De uitkomstmaat waarnaar gezocht werd is continu, om een uitspraak te kunnen doen over grootte van het effect is dus gebruik gemaakt van de standardized mean difference (SMD). (23) Een SMD van 0.2 wordt gedefinieerd als een klein effect, 0.5 als een matig effect en 0.8 als een groot effect. (24) De heterogeniteit van de studies werd beoordeeld aan de hand van de I2 van Higgins. (25) Een heterogeniteit van 25% wordt in deze vergelijking beoordeeld als een lage heterogeniteit, 50% als een matige heterogeniteit en 75% als een hoge heterogeniteit. Een statistisch significant verschil werd bereikt bij P≤0.05. Ten eerste is er een analyse gedaan om het effect van een externe focus binnen de interventiegroep te bepalen. Hiervoor is gebruik gemaakt van de data van de baselinemeting (T0) en de meting na instructie met een externe focus van aandacht (T1). Daarnaast is het verschil in knieflexie tussen de verschillende meetmomenten geanalyseerd voor zowel de interventiegroep als de controlegroep. De standaarddeviaties (SD) van dit verschil zijn over het algemeen niet gegeven in de data van de studies, en zijn daarom berekend met de formule uit figuur 1. (26) Hiervoor is gebruik gemaakt van de SD tijdens het eerste meetmoment, de SD op het tweede meetmoment en de correlatiecoëfficiënt. De correlatiecoëfficiënt wordt over het algemeen niet gepresenteerd in de data van de studies, dus is er gebruik gemaakt van een waarde van 0.5 volgens Balk, *et al.*.(27)



Figuur 1. Formule voor het uitrekenen van de SD van het verschil tussen verschillende meetmomenten (26)

# Resultaten

## Selectieprocedure

De beschreven zoekactie resulteerde in 173 artikelen. Hiervan kwamen er 100 uit PubMed, 34 uit CINAHL en 43 uit SPORTDiscus. Na het bestuderen van de titel en abstract zijn 112 van deze artikelen geëxcludeerd omdat deze niet relevant bleken en geen antwoord konden geven op de onderzoeksvraag. Vervolgens zijn 28 duplicaten verwijderd, waardoor er 33 studies overbleven. De overgebleven studies zijn volledig doorgenomen en gescreend op in- en exclusiecriteria. De geëxcludeerde studies vielen af op basis van het gebruiken van participanten met een knieblessure (N=10), niet de juiste uitkomstmaat gebruikt (N=8) of geen gebruik van een externe focus (N=7). Na deze screening bleven er 8 studies over welke geïncludeerd zijn in deze systematische review. (28–35) De flowchart van de selectieprocedure is te vinden in figuur 2.

Figuur 2. Flowchart selectieprocedure

## Methodologische kwaliteit en algemene informatie over studies

De geselecteerde studies werden gepubliceerd vanaf 2012 tot en met 2021. Het onderzoeksdesign van de geselecteerde studies was een RCT (28,30,31,33,35), een cohortstudie (32,34) of een CCT (29). De PEDro-score van de geïncludeerde RCT’s en CCT’s varieerde van 5 tot 7, met een gemiddelde score van 6.5. Dit betekent dat alle geïncludeerde RCT’s en CCT’s een acceptabele of goede methodologische kwaliteit hebben. (21) De NOS-score van de geïncludeerde cohortstudies was voor beide studies 7. De complete uitwerking van de scorelijsten is te vinden in bijlage 1. In 6 studies (28–31,33,35) werd er gebruik gemaakt van een controlegroep, in de overige twee studies (32,34) is er geen gebruik gemaakt van een controlegroep. In geen van de studies waren de participanten of beoordelaars geblindeerd. Vijf van de geselecteerde studies maakten gebruik van een visuele externe focus (28–30,33,35), 4 van de studies maakten gebruik van een verbale externe focus. (28,31,32,34) Eén studie maakte gebruik van zowel een visuele als verbale externe focus. (28) De karakteristieken van de geïncludeerde studies zijn terug te vinden in tabel 3.

## Karakteristieken onderzoekspopulatie

Het aantal participanten in de geïncludeerde studies varieerde van 13 tot 59. In totaal namen er in de 8 geïncludeerde studies 242 participanten deel. In één studie werd het geslacht van de participanten niet beschreven. (30) In de overige studies namen 97 mannen en 115 vrouwen deel. De gemiddelde leeftijd van alle participanten varieerde van 15 ± 1.6 jaar tot 24 ± 2.3 jaar. De participanten werden in de verschillende studies gedefinieerd als gezonde personen (30,34), recreatieve sporters (28,31–33,35) en professionele atleten. (29) De karakteristieken van de onderzoekspopulatie zijn terug te vinden in tabel 3.

## Meetinstrumenten

Om de mate van knieflexie tijdens het landen te kunnen bepalen maakten vier studies (28–30,35) gebruik van een bewegingsanalysesysteem (Vicon Motion Analysis). Dit systeem heeft een goede meetnauwkeurigheid en een hoge test-hertest betrouwbaarheid. (36,37) Makaruk, *et al.* maakten gebruik van APAS, een softwareprogramma om bewegingen in kaart te kunnen brengen. (31) Leonard, *et al.* maakten gebruik van Noraxon Myomotion om de mate van knieflexie te bepalen. (32) Dit systeem heeft een hoge betrouwbaarheid en een hoge meetnauwkeurigheid. (38) Nyman, *et al.* waren in staat om de bewegingen van de knie in het sagittale vlak tot 0,5° nauwkeurig te bepalen. (33) In de studie van Raisbeck, *et al.* plakte een van de onderzoekers tape op het trochanter major, de laterale epicondyl van het femur en de laterale malleolus. De beelden van de landing werden naar een programma geüpload om de knieflexie te bepalen. Een andere onderzoeker, geblindeerd voor de groep van de participant, trok verlengde lijnen door de markeringspunten om zo de hoek van de knie te bepalen. (34)

## Interventies

### Visuele externe focus

In 5 geïncludeerde studies is gebruik gemaakt van een visuele externe focus als interventie. (28–30,33,35) In de studie van Welling, *et al*. kregen de deelnemers een video van een expert met de gewenste landingstechniek zien. Deelnemers kregen als instructie mee om de landing van de expert zo goed mogelijk te imiteren. Dit werd 2x10 herhalingen uitgevoerd. Na de interventie landden de deelnemers zonder instructie om het effect van de interventie te bepalen. (28) Deelnemers in de studie van Benjaminse, *et al.* en Dallinga, *et al.* kregen een overlap van een silhouet van zichzelf met die van een expert tijdens het landen te zien. Hierbij kregen de deelnemers als instructie om zoveel mogelijk overlap met het silhouet van de expert te krijgen. Dit werd respectievelijk 2x10 en 2x15 herhalingen uitgevoerd. (29,35) In de studie van Popovic, *et al.* kregen de deelnemers twee video’s tijdens het landen van zichzelf te zien, één in slow motion en één op normale snelheid. Hierbij werd de volgende instructie gegeven: ‘’Er is een betere en mindere manier om de taak uit te voeren. De uitvoering die je nu ziet is de beste uitvoering tot nu toe. Probeer deze zo goed mogelijk na te doen.’’ De deelnemers voerden dit 3x12 herhalingen uit, verdeeld over meerdere sessies. (30) Ten slotte zagen deelnemers in de studie van Nyman, *et al.* het silhouet van zichzelf terwijl ze de landing uitvoerden. Gewenste bewegingen werden hier groen afgebeeld, ongewenste bewegingen kleurden rood op het scherm. Dit werd per sessie twintig keer gedaan. In totaal vonden er twaalf sessies plaats. (33) Alle controlegroepen van de geïncludeerde studies kregen de instructie: ‘’Spring na het landen zo hoog als je kan.’’

### Verbale externe focus

In 4 geïncludeerde studies is gebruik gemaakt van een verbale externe focus. (28,31,32,34) In de studie van Welling, *et al.* kregen deelnemers de instructie om zich na de landing zo hard mogelijk van de grond te duwen. De interventie bestond uit 2x10 herhalingen. (28) In de studie van Makaruk, *et al.* kregen deelnemers de instructie om na het landen een hangende bal aan te tikken. De interventie bestond uit drie trainingssessies per week gedurende een periode van vijf weken. Per sessie voerden de deelnemers 5 sets uit met 4 tot 8 herhalingen per set. (31) Leonard, *et al.* gaven als instructie om zo zacht mogelijk te landen. Hierna voerden de deelnemers vijf squat jumps uit met deze instructie. (32) In de studie van Raisbeck, *et al.* werden deelnemers geïnstrueerd om de tape welke op de knieën werd geplakt zo ver mogelijk naar voren te duwen tijdens de landing. Dit voerden de deelnemers drie keer uit. (34) Alle controlegroepen van de geïncludeerde studies kregen de instructie: ‘’Spring na het landen zo hoog als je kan.’’

## Resultaten geïncludeerde studies

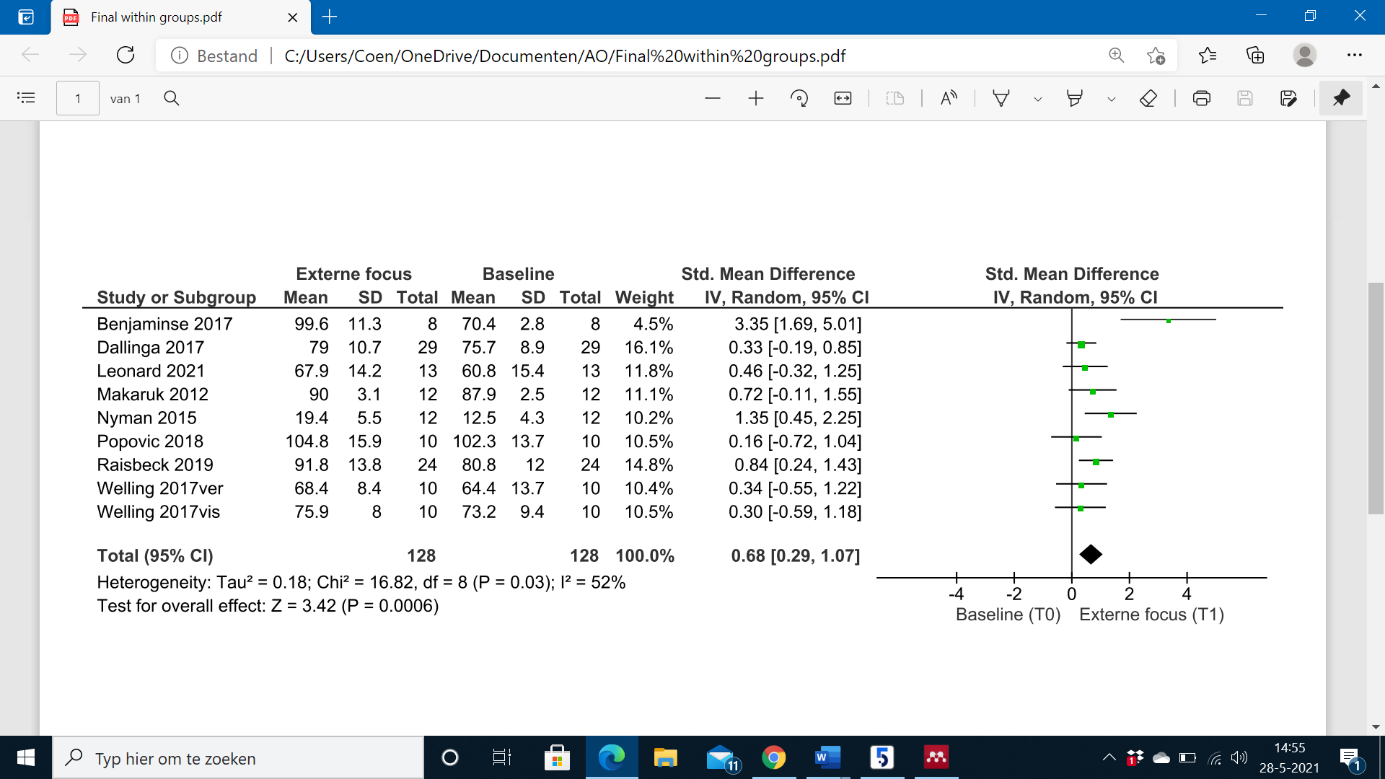
De resultaten van de geïncludeerde studies zijn terug te vinden in tabel 3. De studies zijn geanalyseerd op resultaten binnen de groepen (within-groups) en tussen de groepen (between-groups).

### Within-groups analyse

Geen enkele studie vond tussen de verschillende meetmomenten een significant verschil in de controlegroepen (CG).

Alle studies vonden een vooruitgang in de interventiegroep (IG) in de mate van knieflexie tussen T0 en T1. Drie van deze studies vonden een significante vooruitgang in knieflexie tussen de verschillende meetmomenten in de interventiegroepen. (29,33,34) Bij de overige studies werd geen statistisch significante vooruitgang bereikt. (28,30–32,35)

Alle geïncludeerde studies kwamen in aanmerking voor de meta-analyse waarbij T0 en T1 vergeleken werden voor de IG. De studie van Welling, *et al.* had zowel een verbale als visuele interventiegroep en is daarom voor beide groepen geanalyseerd. (28) In deze berekening is de data van 128 participanten geanalyseerd. De uitgevoerde meta-analyse (figuur 3) laat zien dat er een significant grotere knieflexie plaatsvindt tijdens instructie met een externe focus van aandacht ten opzichte van de baselinemeting van deze participanten (P=0.0006). De berekende heterogeniteit (I2) van de studies is matig, met een score van 52% (P=0.03). De SMD in deze analyse is 0.68 [0.29, 1.07], wat duidt op een matig tot groot effect.

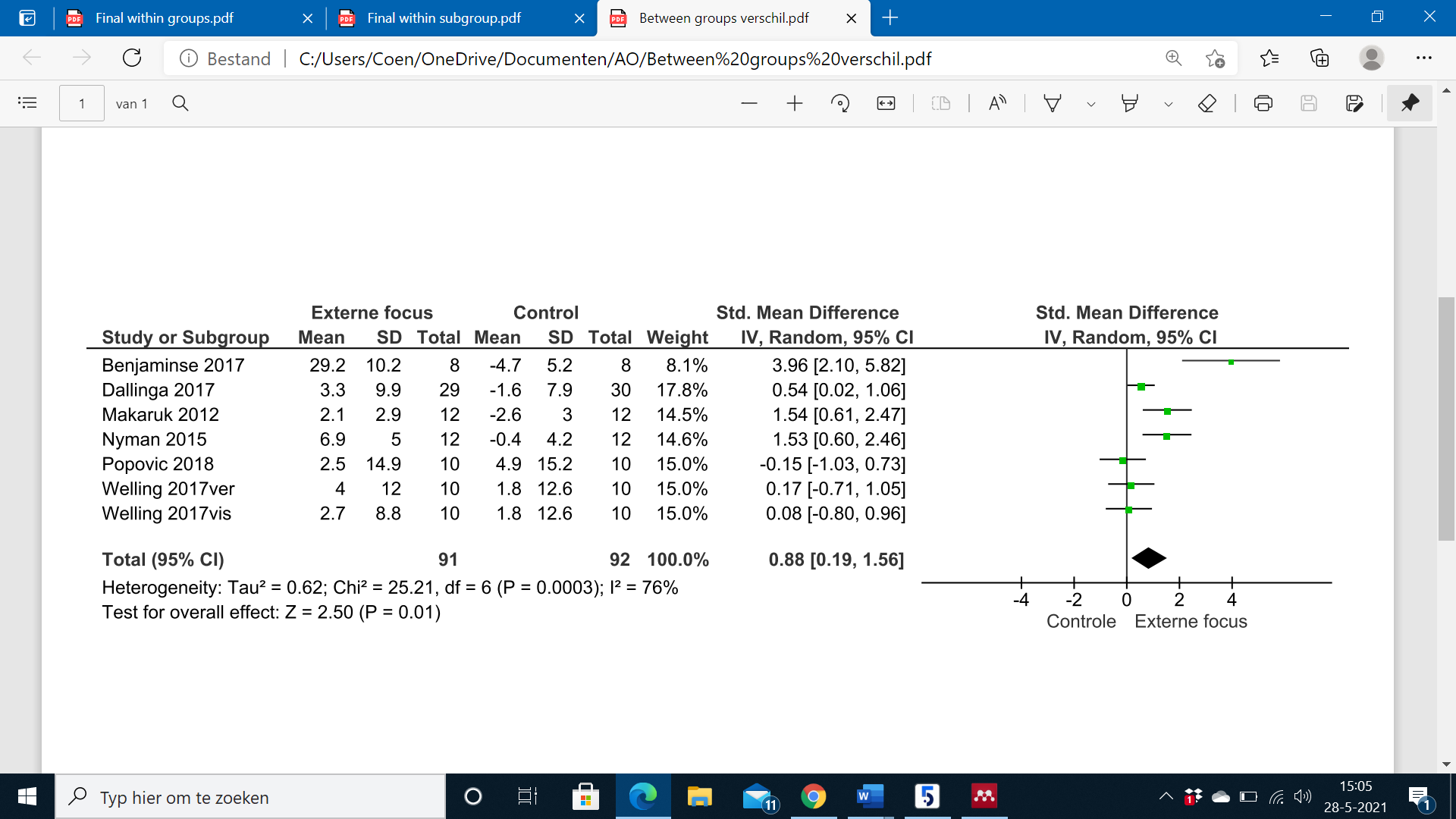


Figuur 3. Within-groups meta-analyse

### Between-groups analyse

De data van zeven verschillende onderzoeksgroepen zijn gebruikt voor de meta-analyse waarbij het verschil in knieflexie voor en na de interventie voor de CG en IG werd vergeleken. Zes van deze groepen lieten een grotere vooruitgang zien voor de IG. (28,29,31,33,35) Hiervan hadden vier groepen een significant grotere vooruitgang. (29,31,33,35) Één onderzoeksgroep liet een grotere vooruitgang voor de CG zien, welke geen significantie bereikte. (30)

In de uitgevoerde meta-analyse (figuur 4) is de data van 183 participanten geanalyseerd. De studie van Welling, *et al.* had zowel een verbale als visuele interventiegroep en is daarom voor beide groepen geanalyseerd. (28) De IG laat een significant grotere vooruitgang zien ten opzichte van de CG tussen de verschillende meetmomenten (P=0.01). De berekende heterogeniteit (I2) in deze analyse is hoog, met een score van 76% (P=0.0003). De SMD in deze analyse is 0.88 [0.19, 1.56], wat duidt op een groot effect.



Figuur 4. Between-groups analyse

Tabel 3. Resultaten geïncludeerde studies

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Artikel | Onderzoeksdesign en studiekwaliteit | Participanten | Uitgevoerde taak | Wijze van instructie | Uitkomstmaat | Resultaat visueel | Resultaat verbaal | |  | |
| Welling, *et al.*, 2017 (28) | RCT  PEDro: 7/10 | RS  N=40  M=20, V=20  Lft: 22.6 ± 1.1 | Drop jump van 30 cm hoogte | Visueel: Expert video  Verbaal: verbale externe focus | Mate van knieflexie | IG  T0: KF= 73.2 ± 9.4  T1: KF= 75.9 ± 8  (P>0.05)  CG  T0: KF= 67.5 ± 6.4  T1: KF= 69.3 ± 11.2  (P>0.05)  Between-groups\*\*: P>0.05 | IG  T0: KF= 64.4 ± 13.7  T1: KF= 68.4 ± 8.4  (P>0.05)  CG  T0: KF= 67.5 ± 6.4  T1: KF= 69.3 ± 11.2  (P>0.05)  Between-groups\*\*: P>0.05 |  | |
| Benjaminse, *et al.*,2017 (29) | CCT  PEDro: 6/10 | PA  N=16  V=16  Lft: 17.7 ± 1.1 | Sprongschot | Visueel (overlap met silhouet van expert) | Mate van knieflexie | IG  T0: KF= 70.4 ± 2.8  T1: KF= 99.6 ± 11.3\*  **(P<0.001)**  CG  T0: KF= 73.6 ± 4  T1: KF= 68.9 ± 5.9  (P>0.05)  Between-groups: **P<0.001\*** |  | |  | |
| Popovic, *et al.*, 2018 (30) | RCT  PEDro: 7/10 | GP  N=30  Lft: 24 ± 2.3 | Drop jump van 30 cm hoogte | Video van eigen landing | Mate van knieflexie | IG  T0: KF= 102.3 ± 13.7  T1: KF= 104.8 ± 15.9  (P>0.05)  CG  T0: KF= 98.6 ± 13.5  T1: KF= 103.5 ± 16.4  (P>0.05)  Between-groups: P>0.05 |  | |  | |
| Makaruk, *et al.*, 2012 (31) | RCT  PEDro: 7/10 | RS  N=36  M=36  Lft: 22.3 ± 1.1 | Drop jump van 30 cm hoogte | Verbale externe focus | Mate van knieflexie |  | IG  T0: KF= 87.9 ± 2.5  T1: KF= 90 ± 3.1  (P>0.05)  CG  T0: KF= 87.8 ± 3.4  T1: KF= 85.2 ± 2.4  (P>0.05)  **Between-groups: P<0.05\*** | |  | | |
| Leonard, *et al.*, 2021 (32) | Cohortstudie  NOS: 7/9 | RS  N=13  V=13  Lft: 19 ± 0.87 | Drop jump van 30 cm hoogte | Verbale externe focus | Mate van knieflexie |  | IG  T0: KF= 60.8 ± 15.4  T1: KF= 67.9 ± 14.2  (P>0.05) | |  | |
| Nyman, *et al.*, 2015 (33) | RCT  PEDro: 7/10 | RS  N=24  V=24  Lft: 15 ± 1.6 | Landing van 31 cm hoogte | Real-time visuele feedback | Mate van knieflexie | IG  T0: KF= 12.5 ± 4.3  T1: KF= 19.4 ± 5.5\*  **(P<0.05)**  CG  T0: KF= 15.2 ± 4.4  T1: KF= 14.8 ± 3.9  (P>0.05)  **Between-groups: P<0.05\*** |  | |  | |
| Raisbeck, *et al.*, 2019 (34) | Cohortstudie\*\*\*  NOS: 7/9 | GP  N= 24  M=12, V=12  Lft: 21.4 ± 2.2 | Drop jump van 30 cm hoogte | Verbale externe focus | Mate van knieflexie |  | IG  T0: KF= 80.8 ± 12  T1: KF= 91.8 ± 13.8\*  **(P<0.05)** | |  | |
| Dallinga, *et al.*, 2017 (35) | RCT  PEDro: 5/10 | RS  N= 59  M=29, V=30  Lft: 23 ± 3.2 | Drop jump van 30 cm hoogte | Visueel (overlap met silhouet van expert) | Mate van knieflexie | IG  T0: KF= 75.7 ± 8.9  T1: KF= 79 ± 10.7  (P>0.05)  CG  T0: KF= 78.4 ± 6.8  T1: KF= 76.4 ± 8.7  (P>0.05)  Between-groups: **P<0.05\*** |  | |  | |

*RCT = Randomized Controlled Trial, CCT = Controlled Clinical Trial, NOS = Newcastle-Ottawa Quality Assessment Scale, N = aantal, M = mannen, V = vrouwen, lft = leeftijd, KF = knieflexie, IG = interventiegroep, CG = controlegroep, \*= significant verschil, ± = standaarddeviatie, RS = recreatieve sporters, PA = professionele atleten, GP = gezonde personen, \*\*= Niet gegeven door de studie zelf, data uit meta-analyse van deze studie gebruikt, \*\*\*= beschreven als een controlled clinical trial, echter is in deze resultaten maar één interventiegroep beschreven waardoor de studiekwaliteit op basis van een cohortstudie is beoordeeld*

# Discussie

Het doel van deze systematische review was om te onderzoeken wat het effect is van instructie met een externe focus van aandacht op de mate van knieflexie na het landen van een sprong. De resultaten laten zien dat instructie met een externe focus van aandacht een matig tot groot effect heeft op het vergroten van de mate van knieflexie na het landen van een sprong. Wanneer het effect van instructie met externe focus vergeleken werd met de controlegroepen, welke een algemene instructie kregen, bleek dit verschil ook significant te zijn. Ook hier laat de interventie een groot effect zien. Deze resultaten zijn in overeenstemming met vergelijkbaar onderzoek uit het verleden. (39,40)

In de resultaten valt vooral de studie van Benjaminse, *et al.* op. (29) Deze studie vond, in vergelijking met de andere studies, een aanzienlijk groter verschil in de mate van knieflexie tussen de verschillende meetmomenten. Dit kan meerdere verklaringen hebben. Ten eerste werd in deze studie de mate van knieflexie na een sprongschot onderzocht, waar de andere studies dit onderzochten na een landing van 30 cm hoogte. Daarnaast bestond de onderzoekspopulatie van deze studie uit professionele atleten, de andere studies onderzochten recreatieve sporters of gezonde personen. Uit onderzoek blijkt dat professionele atleten sneller zijn dan amateursporters in het leren van een complexe taak welke visueel getoond wordt. (41) De resultaten van deze studie komen overeen met eerdere literatuur, waar geconcludeerd wordt dat professionele atleten geïnstrueerd zouden moeten worden met een externe focus van aandacht. (42)

Verder vallen de resultaten van de studie van Nyman, *et al.* op. (33) In deze studie is de mate van knieflexie lager dan in de andere studies, omdat in deze studie de maximale knieflexie in de eerste 50 ms na het eerste grondcontact is onderzocht. Uit eerder onderzoek blijkt dat een grotere knieflexie tijdens het eerste grondcontact een grotere maximale knieflexie als gevolg heeft na een tweebenige landing. (43) Hierdoor zijn de resultaten uit deze studie te vergelijken met de andere studies waar de maximale knieflexie tijdens de landing is gemeten.

De heterogeniteit van de geïncludeerde studies is belangrijk bij de interpretatie van de resultaten. De within-groups meta-analyse heeft een heterogeniteit van 52%. Volgens Higgins, *et al.* is dit een matig tot hoge heterogeniteit. (25) Dit betekent dat de resultaten van de studies onderling een matig tot hoog verschil hebben. Een sensitiviteitsanalyse laat zien dat deze heterogeniteit vooral veroorzaakt wordt door de studie van Benjaminse, *et al.* (29) Een subgroepanalyse laat zien dat wanneer deze studie niet meegenomen wordt in de meta-analyse, de heterogeniteit nog maar 0% is. In deze subgroepanalyse is er dus geen sprake van heterogeniteit tussen de studies. Het effect van instructie met een externe focus van aandacht blijft ondanks het schrappen van deze studie in deze subgroepanalyse wel statistisch significant (P<0.0001). De SMD in deze analyse is 0.55 [0.29, 0.81], wat duidt op een matig effect. (24) Deze subgroepanalyse is te vinden in bijlage 2A. De between-groups meta-analyse heeft een hoge heterogeniteit van 76%. (25) De resultaten van de geïncludeerde studies in deze analyse verschillen dus erg van elkaar, waardoor de resultaten voorzichtig dienen te worden geïnterpreteerd. Wanneer de resultaten van de studies van Benjaminse, *et al.* en Popovic, *et al.* buiten beschouwing worden gelaten in deze analyse, is de heterogeniteit nog 59%. (29,30) Ook dit is nog een matig tot hoge heterogeniteit, waardoor de resultaten alsnog voorzichtig geïnterpreteerd dienen te worden. (25) De SMD in deze subgroepanalyse is 0.74 [0.17, 1.30], wat een matig tot groot effect. (24) Ook blijft het effect van instructie met een externe focus van aandacht in deze subgroepanalyse statistisch significant (P=0.01) Deze subgroepanalyse is te vinden in bijlage 2B.

Over de klinische relevantie van deze resultaten kan gediscussieerd worden. Hoewel instructie met een externe focus van aandacht dus een grotere mate van knieflexie laat zien, is het belangrijk om deze resultaten kritisch te beoordelen. Wanneer de resultaten van alle geïncludeerde studies samen worden geanalyseerd, blijkt dat er een gemiddelde vooruitgang is van 7 graden meer knieflexie tijdens instructie met externe focus ten opzichte van de baselinemeting. Wanneer het verschil tussen de IG en CG wordt bekeken blijkt het verschil in vooruitgang tussen deze groepen 7.8 graden in het voordeel van de IG. Dit resultaat is terug te vinden in bijlage 2C. Dit lijkt in eerste instantie weinig, hoewel dit een aanzienlijk grotere vooruitgang is dan huidige preventieprogramma’s, bijvoorbeeld van een neuromusculair blessurepreventieprogramma tijdens het seizoen (3.1°) of een trainingsprogramma gericht op plyometrie (3.0°). (44,45) Verder is het belangrijk om na te gaan dat deze resultaten zijn verkregen in een laboratoriumomgeving. Hier staat bijvoorbeeld geen tijdsdruk op het springen en daarnaast hoeft de proefpersoon minder rekening te houden met de omgeving dan in een wedstrijd of training. Een groot gedeelte van de non-contact VKB-blessures vindt plaats in situaties waarbij snel beslissingen gemaakt moeten worden in een reactie op een veranderende omgeving. (46) Door deze snel veranderende omgeving kunnen bewegingen niet altijd vooraf bedacht worden. (47) Uit onderzoek blijkt dat er met minder knieflexie geland wordt wanneer er snel beslissingen gemaakt moeten worden dan wanneer de beweging vooraf bedacht kan worden. (48) Daardoor is het gecompliceerd om de gevonden resultaten te vertalen naar de sport. Daarnaast onderzochten bijna alle studies de mate van knieflexie tijdens het landen op twee benen. De meeste VKB-blessures vinden echter plaats tijdens het landen op één been. (49) Tijdens het landen op één been vindt er minder knieflexie plaats bij zowel het eerste grondcontact als de maximale knieflexie vergeleken met een landing op twee benen. (50) Dit zou de kans op een VKB-blessure dus kunnen verhogen.

Deze systematische review kent enkele beperkingen waar rekening mee gehouden moet worden bij de interpretatie van de resultaten. In geen enkele studie vond er blindering plaats van de deelnemers, therapeuten of effectbeoordelaars. Dit maakt de studies minder betrouwbaar en dit kan vertekende resultaten geven. Verder zijn de verschillen tussen mannen en vrouwen niet onderzocht, terwijl uit onderzoek blijkt dat vrouwen in het bewegen meer risicofactoren vertonen voor het verkrijgen van een VKB-blessure dan mannen. (51) Ook zijn er in de geïncludeerde studies verschillende populaties onderzocht, van gezonde personen tot professionele atleten. Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt dat bij deze verschillende populaties niet allemaal hetzelfde effect optreedt. Hierdoor is het lastig om de gevonden resultaten toe te passen op een bepaalde populatie. Daarnaast is er in deze review onder andere gebruik gemaakt van cohortonderzoeken, welke een lager niveau van bewijs hebben dan RCT’s en CCT’s.

Vervolgonderzoek zou zich kunnen richten op de implementatie van een externe focus in huidige preventieprogramma’s, waarbij er wordt onderzocht of de incidentie van VKB-blessures daadwerkelijk minder is. Ook kan het gebruik van instructie met een externe focus van aandacht op taken welke specifieker zijn voor een sport worden onderzocht. Dit zou bijvoorbeeld kunnen door tijdsdruk of een veranderende omgeving toe te voegen. Verder zou het effect van instructie met een externe focus onderzocht kunnen worden op eenbenige landingen, waarbij de meeste VKB-blessures plaatsvinden. Daarnaast zou er onderscheid gemaakt kunnen worden tussen het effect van een externe focus op verschillende populaties, zoals recreatieve sporters en professionele atleten. Ten slotte zou het effect van instructie met een externe focus op andere risicofactoren voor het verkrijgen van een VKB-blessure of andere veelvoorkomende sportblessures onderzocht kunnen worden.

*Implicaties voor de praktijk*

Met de resultaten van dit huidige onderzoek kunnen (sport)fysiotherapeuten en trainers ervoor kiezen om sporters een instructie met een externe focus van aandacht te geven om het risico op een non-contact VKB-blessure te verminderen. Deze review laat zien dat deze soort van instructie zorgt voor een veiligere landingstechniek met het oog op het verkrijgen van een VKB-blessure. Daarnaast zorgt deze vorm van instructie ook voor een veiligere landingstechniek dan enkele huidige preventieprogramma’s. Aangezien deze vorm van instructie erg gemakkelijk toepasbaar is, wordt er aanbevolen om deze vorm van instructie gebruiken in het trainen van sporters. Ook is het financieel eenvoudig te realiseren. Voor een instructie met een visuele externe focus van aandacht kan er bijvoorbeeld een video van de gewenste landingstechniek van internet gebruikt worden. Een instructie met een verbale externe focus van aandacht is zelfs helemaal kostenvrij. De enige kanttekening die hierbij geplaatst dient te worden is dat de implementatie van deze vorm van instructie in huidige preventieprogramma’s nog niet is onderzocht op effectiviteit. Echter, gezien de laagdrempeligheid van het toepassen van deze vorm van instructie en de veelbelovende resultaten uit dit onderzoek wordt aanbevolen om deze vorm van instructie toe te passen in het trainen van sprong- en landingstaken met sporters.

# Conclusie

Uit deze systematische review blijkt dat instructie met een externe focus van aandacht een matig tot groot effect heeft op het vergroten van de mate van knieflexie na het landen van een sprong. Een instructie met een externe focus van aandacht een groter effect te hebben op het vergroten van de knieflexie in vergelijking met de algemene instructie welke de controlegroepen ontvingen. Dit leidt tot veiligere landingstechnieken met het oog op het verkrijgen van een VKB-blessure. Trainers en (sport)fysiotherapeuten wordt aanbevolen om gebruik te maken van instructie met een externe focus van aandacht wanneer er wordt getraind op sprong- en landingstaken met sporters.

# Referenties

1. Majewski M, Susanne H, Klaus S. Epidemiology of athletic knee injuries: A 10-year study. Knee. 2006 Jun 1;13(3):184–8.

2. Mall NA, Chalmers PN, Moric M, Tanaka MJ, Cole BJ, Bach BR, et al. Incidence and trends of anterior cruciate ligament reconstruction in the United States. Am J Sports Med . 2014 Oct 11;42(10):2363–70.

3. Poulsen E, Goncalves GH, Bricca A, Roos EM, Thorlund JB, Juhl CB. Knee osteoarthritis risk is increased 4-6 fold after knee injury-a systematic review and meta-analysis . Vol. 53, British Journal of Sports Medicine. BMJ Publishing Group; 2019. p. 1454–63.

4. Ardern CL, Webster KE, Taylor NF, Feller JA. Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: A systematic review and meta-analysis of the state of play . Vol. 45, British Journal of Sports Medicine. BMJ Publishing Group Ltd and British Association of Sport and Exercise Medicine; 2011. p. 596–606.

5. Boden BP, Dean CS, Feagin JA, Garrett WE. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. Orthopedics . 2000 Jun 1;23(6):573–8.

6. Yu B, Garrett WE. Mechanisms of non-contact ACL injuries . Vol. 41, British Journal of Sports Medicine. 2007. p. i47–51.

7. Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ, Samitier G, Romero D, Lázaro-Haro C, et al. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc . 2009 Jul 19;17(7):705–29.

8. Norcross MF, Blackburn JT, Goerger BM, Padua DA. The association between lower extremity energy absorption and biomechanical factors related to anterior cruciate ligament injury. Clin Biomech. 2010 Dec 1;25(10):1031–6.

9. 2014 Cor De Vries J, Hagenaars L, Kiers H, Schmitt M. KNGF Beroepsprofiel Fysiotherapeut.

10. Grimm NL, Jacobs JC, Kim J, Denney BS, Shea KG. Anterior Cruciate Ligament and Knee Injury Prevention Programs for Soccer Players: A Systematic Review and Meta-analysis . Vol. 43, American Journal of Sports Medicine. SAGE Publications Inc.; 2015. p. 2049–56.

11. Nessler T, Denney L, Sampley J. ACL Injury Prevention: What Does Research Tell Us? . Vol. 10, Current Reviews in Musculoskeletal Medicine. Humana Press Inc.; 2017. p. 281–8.

12. Johnson L, Burridge JH, Demain SH. Internal and External Focus of Attention During Gait Re-Education: An Observational Study of Physical Therapist Practice in Stroke Rehabilitation. Phys Ther . 2013 Jul 1;93(7):957–66.

13. Porter JM, Will •, Wu FW, Partridge JA. Focus of Attention and Verbal Instructions: Strategies of Elite Track and Field Coaches and Athletes. Sport Sci Rev. 2010;XIX(4).

14. Wulf G, Höß M, Prinz W. Instructions for motor learning: Differential effects of internal versus external focus of attention. J Mot Behav . 1998 Jun;30(2):169–79.

15. Wulf G. Attentional focus and motor learning: a review of 15 years. 2013;

16. Mcnevin NH, Shea CH. The automaticity of complex motor skill learning as a function of attentional focus Supra-postural task constraints on optimizing postural control View project The effects of erroneous information on performance and learning View project. Artic Q J Exp Psychol A. 2001

17. Benjaminse A, Gokeler A, Dowling A V., Faigenbaum A, Ford KR, Hewett TE, et al. Optimization of the anterior cruciate ligament injury prevention paradigm: Novel feedback techniques to enhance motor learning and reduce injury risk. J Orthop Sports Phys Ther . 2015 Mar 1;45(3):170–82.

18. Benjaminse A, Welling W, Otten B, Gokeler A. Novel methods of instruction in ACL injury prevention programs, a systematic review. Vol. 16, Physical Therapy in Sport. Churchill Livingstone; 2015. p. 176–86.

19. Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro Scale for Rating Quality of Randomized Controlled Trials. Phys Ther . 2003 Aug 1;83(8):713–21.

20. de Morton NA. The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. Aust J Physiother. 2009 Jan 1;55(2):129–33.

21. Cashin AG, McAuley JH. Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. Vol. 66, Journal of Physiotherapy. Australian Physiotherapy Association; 2020. p. 59.

22. Wells, G. A, Shea, B., O’Connel D et al. The Newcastle-Ottawa scale (NOS) for assessing the quailty of nonrandomised studies in meta-analyses. 2009;2009.

23. Faraone S V. Interpreting estimates of treatment effects: Implications for managed care . Vol. 33, P and T. MediMedia, USA; 2008. p. 700.

24. Cohen J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences Second Edition.

25. Higgins JPT, Thompson SG, Deeks JJ, Altman DG. Measuring inconsistency in meta-analyses . Vol. 327, British Medical Journal. BMJ Publishing Group; 2003. p. 557–60.

26. Higgins J, Thomas J, Chandler J, Cumpston M, Li T, Page M, et al. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. 2021.

27. Balk EM, Amy Earley M, Kamal Patel B, Thomas Trikalinos MA, Dahabreh IJ. Empirical Assessment of Within-Arm Correlation Imputation in Trials of Continuous Outcomes . 2012.

28. Welling W, Benjaminse A, Gokeler A, Otten B. RETENTION OF MOVEMENT TECHNIQUE: IMPLICATIONS FOR PRIMARY PREVENTION OF ACL INJURIES. Int J Sports Phys Ther . 2017 Nov;12(6):908–20.

29. Benjaminse A, Postma W, Janssen I, Otten E. Video feedback and 2-Dimensional landing kinematics in elite female handball players. J Athl Train . 2017 Nov 1;52(11):993–1001.

30. Popovic T, Caswell S V., Benjaminse A, Siragy T, Ambegaonkar J, Cortes N. Implicit video feedback produces positive changes in landing mechanics. J Exp Orthop . 2018 Dec 1;5(1):12.

31. Makaruk H, Porter JM, Czaplicki A, Sadowski J. The role of attentional focus in plyometric training. J Sports Med Phys Fitness. 2012;(June 2012):319–27.

32. Leonard KA, Simon JE, Yom J, Grooms DR. The Immediate Effects of Expert and Dyad External Focus Feedback on Drop Landing Biomechanics in Female Athletes: An Instrumented Field Study. Int J Sports Phys Ther . 2021 Feb 1;16(1):96–105.

33. Nyman E, Armstrong CW. Real-time feedback during drop landing training improves subsequent frontal and sagittal plane knee kinematics. Clin Biomech. 2015 Nov 1;30(9):988–94.

34. Raisbeck LD, Yamada M. The effects of instructional cues on performance and mechanics during a gross motor movement. Hum Mov Sci. 2019 Aug 1;66:149–56.

35. Dallinga J, Benjaminse A, Gokeler A, Cortes N, Otten E, Lemmink K. Innovative Video Feedback on Jump Landing Improves Landing Technique in Males. Int J Sports Med . 2017 Feb 1;38(2):150–8.

36. Bronner S, Agraharasamakulam S, Ojofeitimi S. Reliability and validity of electrogoniometry measurement of lower extremity movement. J Med Eng Technol . 2010 Apr;34(3):232–42.

37. McGinley JL, Baker R, Wolfe R, Morris ME. The reliability of three-dimensional kinematic gait measurements: A systematic review . Vol. 29, Gait and Posture. Gait Posture; 2009. p. 360–9.

38. Yoon TL, Kim HN, Min JH. Validity and Reliability of an Inertial Measurement Unit–based 3-Dimensional Angular Measurement of Cervical Range of Motion. J Manipulative Physiol Ther . 2019 Jan 1;42(1):75–81.

39. Welling W, Benjaminse A, Gokeler A, Otten E, Otten B. Enhanced retention of drop vertical jump landing technique: A randomized controlled trial Optimizing current return-to-sport decisions after an ACL reconstruction View project Enhanced retention of drop vertical jump landing technique: A randomized contro. 2015;

40. Oñate JA, Guskiewicz KM, Marshall SW, Giuliani C, Yu B, Garrett WE. Instruction of jump-landing technique using videotape feedback: Altering lower extremity motion patterns. Am J Sports Med . 2005 Jun;33(6):831–42.

41. Faubert J. Professional athletes have extraordinary skills for rapidly learning complex and neutral dynamic visual scenes. Sci Rep . 2013;3.

42. Makaruk H, Porter JM, Makaruk B. Makaruk, H. et al.: ACUTE EFFECTS OF ATTENTIONAL FOCUS ON SHOT ACUTE EFFECTS OF ATTENTIONAL FOCUS ON SHOT PUT PERFORMANCE IN ELITE ATHLETES. Vol. 45., Kinesiology. Kineziološki fakultet; 2013 Jun.

43. Utami DA. Correlation Between Quadriceps, Hamstring, Tibialis Anterior, and Gastrocnemius Muscle Activation, With Knee Flexion Angle In Basketball Athlete While Performing Double-Leg Landing Task. Surabaya Phys Med Rehabil J . 2020 Feb 28;2(1):7.

44. Pollard CD, Sigward SM, Ota S, Langford K, Powers CM. The influence of in-season injury prevention training on lower-extremity kinematics during landing in female soccer players. Clin J Sport Med . 2006 May;16(3):223–7.

45. Hewett TE, Stroupe AL, Nance TA, Noyes FR. Plyometric training in female athletes: Decreased impact forces and increased hamstring torques. Am J Sports Med . 1996;24(6):765–73.

46. Sugimoto D, Alentorn-Geli E, Mendiguchía J, Samuelsson K, Karlsson J, Myer GD. Biomechanical and Neuromuscular Characteristics of Male Athletes: Implications for the Development of Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention Programs . Vol. 45, Sports Medicine. Springer International Publishing; 2015. p. 809–22.

47. Grooms D, Appelbaum G, Onate J. Neuroplasticity following anterior cruciate ligament injury: A framework for visual-motor training approaches in rehabilitation. J Orthop Sports Phys Ther . 2015 May 1;45(5):381–93.

48. Mache MA, Hoffman MA, Hannigan K, Golden GM, Pavol MJ. Effects of decision making on landing mechanics as a function of task and sex. Clin Biomech . 2013 Jan;28(1):104–9.

49. Donnelly CJ, Elliott BC, Ackland TR, Doyle TLA, Beiser TF, Finch CF, et al. An anterior cruciate ligament injury prevention framework: Incorporating the recent evidence. Res Sport Med . 2012 Jul 1;20(3–4):239–62.

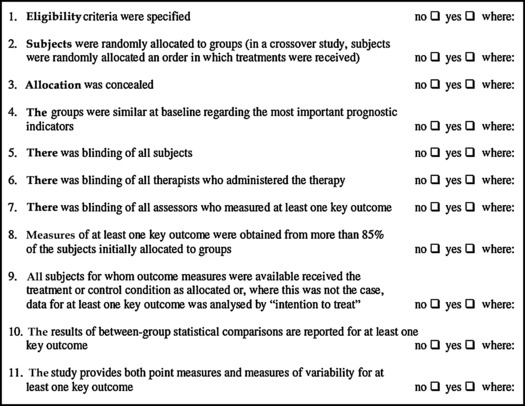
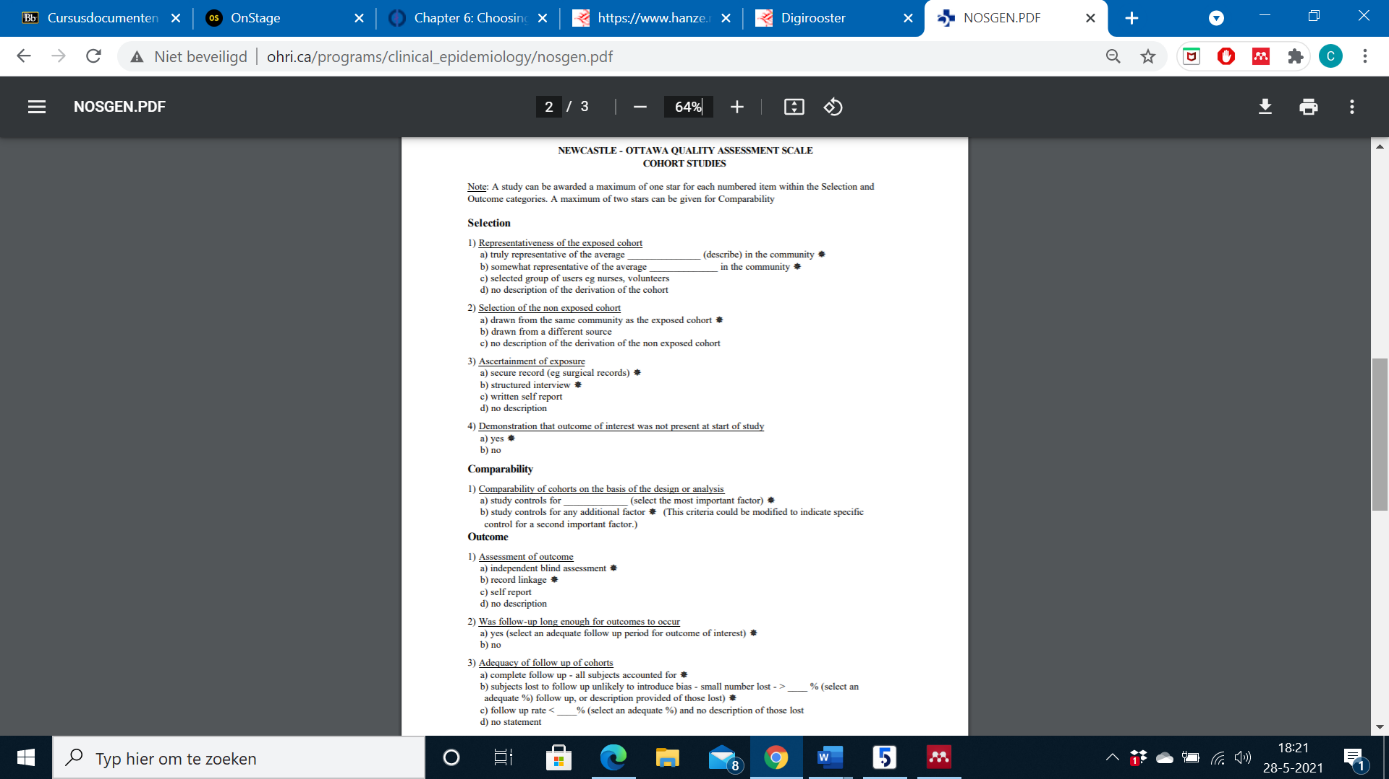
50. Pappas E, Hagins M, Sheikhzadeh A, Nordin M, Rose D. Biomechanical differences between unilateral and bilateral landings from a jump: Gender differences. Clin J Sport Med . 2007 Jul;17(4):263–8.

51. McLean SG. The ACL injury enigma: We can’t prevent what we don’t understand . Vol. 43, Journal of Athletic Training. National Athletic Trainers’ Association Inc.; 2008. p. 538–40.

# Bijlagen

## Bijlage 1: Methodologische kwaliteit

**Scorelijsten methodologische kwaliteit**

*PEDro-schaal NOS*

**Uitgewerkte scorelijsten methodologische kwaliteit**

**PEDro-schaal**

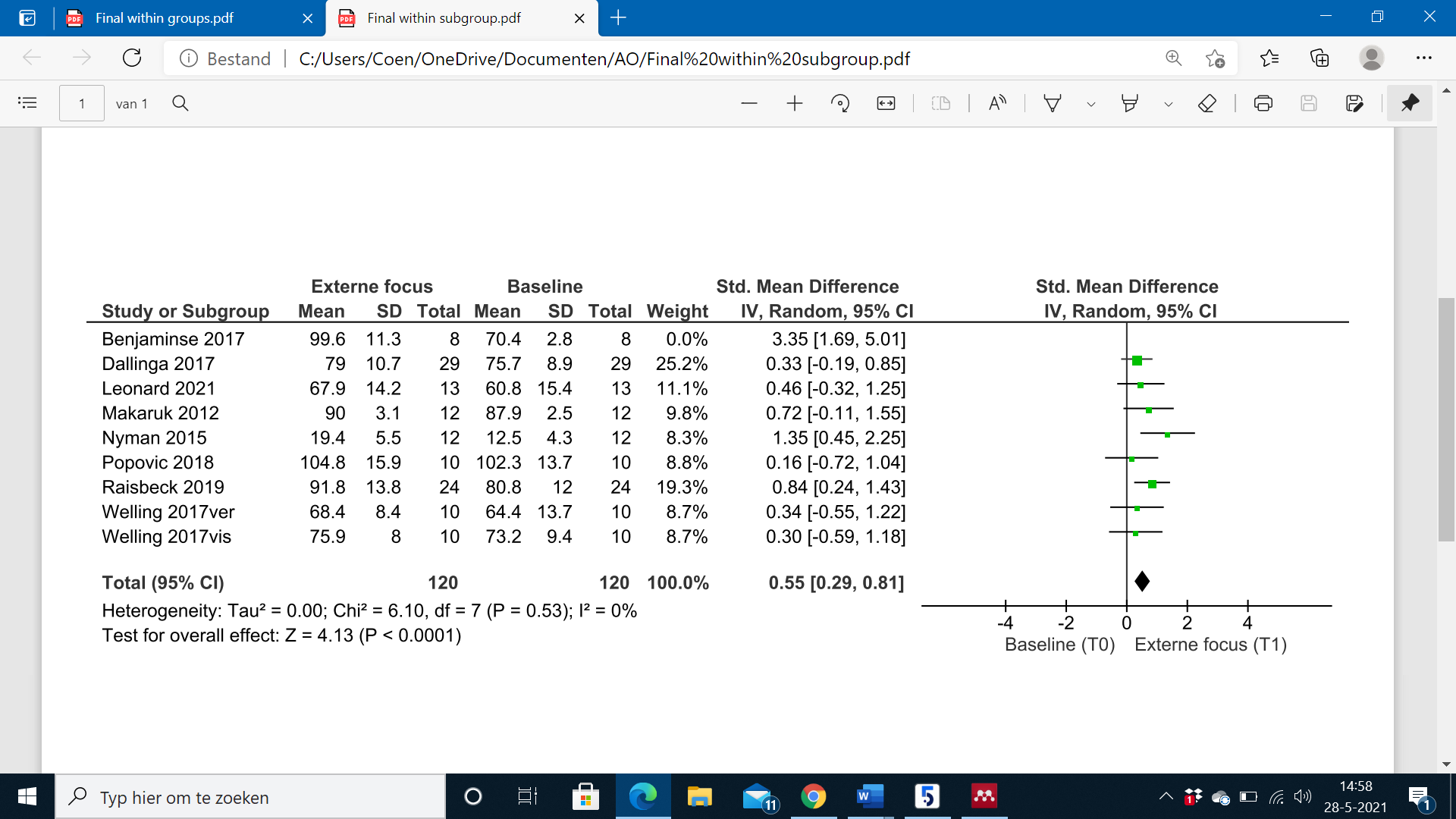
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Studie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | Score |
| Welling, 2017 | + | + | + | + | - | - | - | + | + | + | + | 7/10 |
| Benjaminse, 2017 | + | - | + | + | - | - | - | + | + | + | + | 6/10 |
| Popovic, 2018 | + | + | + | + | - | - | - | + | + | + | + | 7/10 |
| Makaruk, 2012 | - | + | + | + | - | - | - | + | + | + | + | 7/10 |
| Nyman, 2015 | + | + | + | + | - | - | - | + | + | + | + | 7/10 |
| Dallinga, 2016 | + | + | - | + | - | - | - | - | + | + | + | 5/10 |

**Newcastle-Ottawa Quality Assessment Scale**

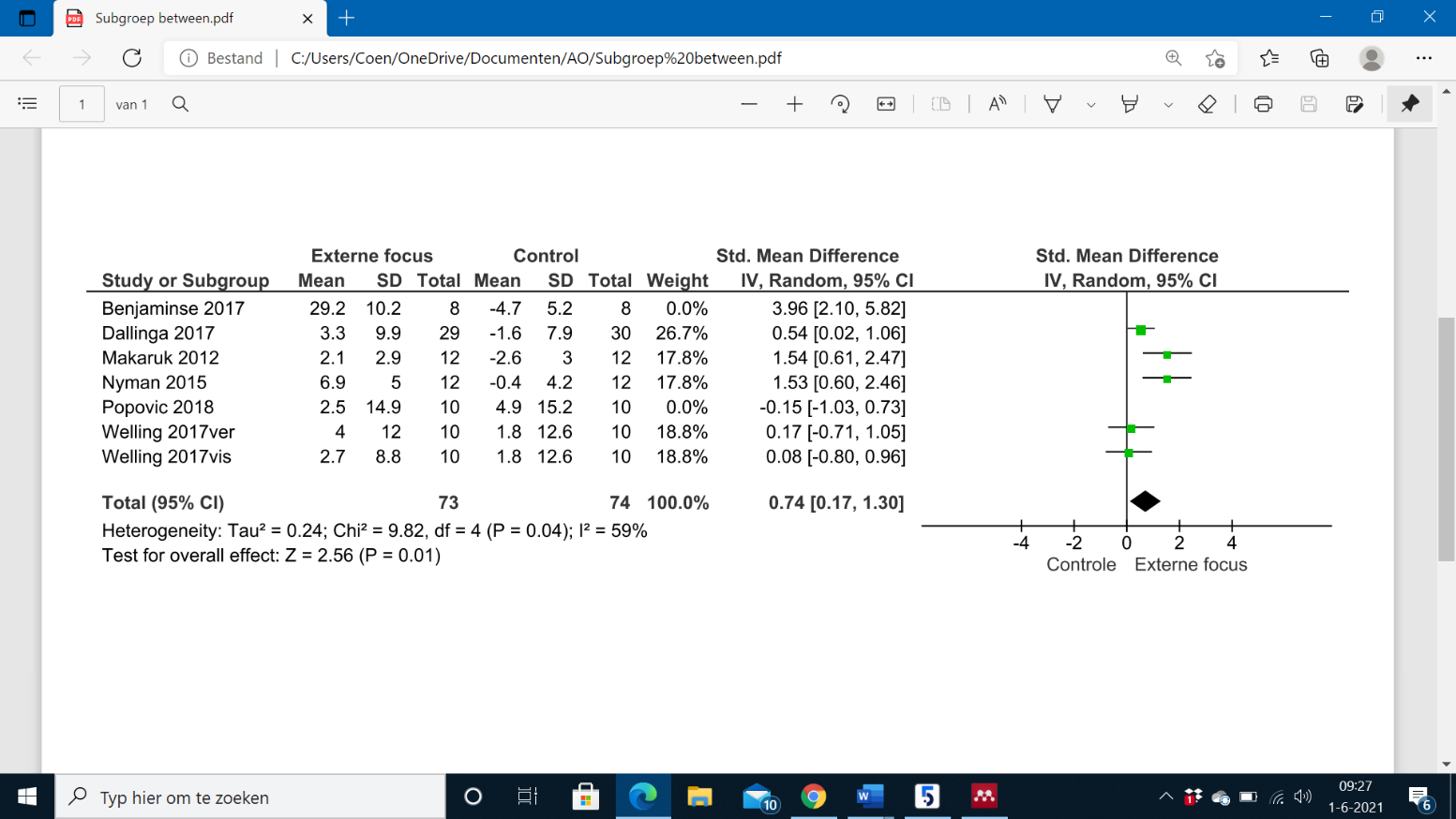
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Studie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Leonard, 2021 | \* | \* |  | \* | \* | \* | \* | \* |
| Raisbeck, 2019 | \* | \* |  | \* | \* | \* | \* | \* |

## Bijlage 2: Subgroepanalyses

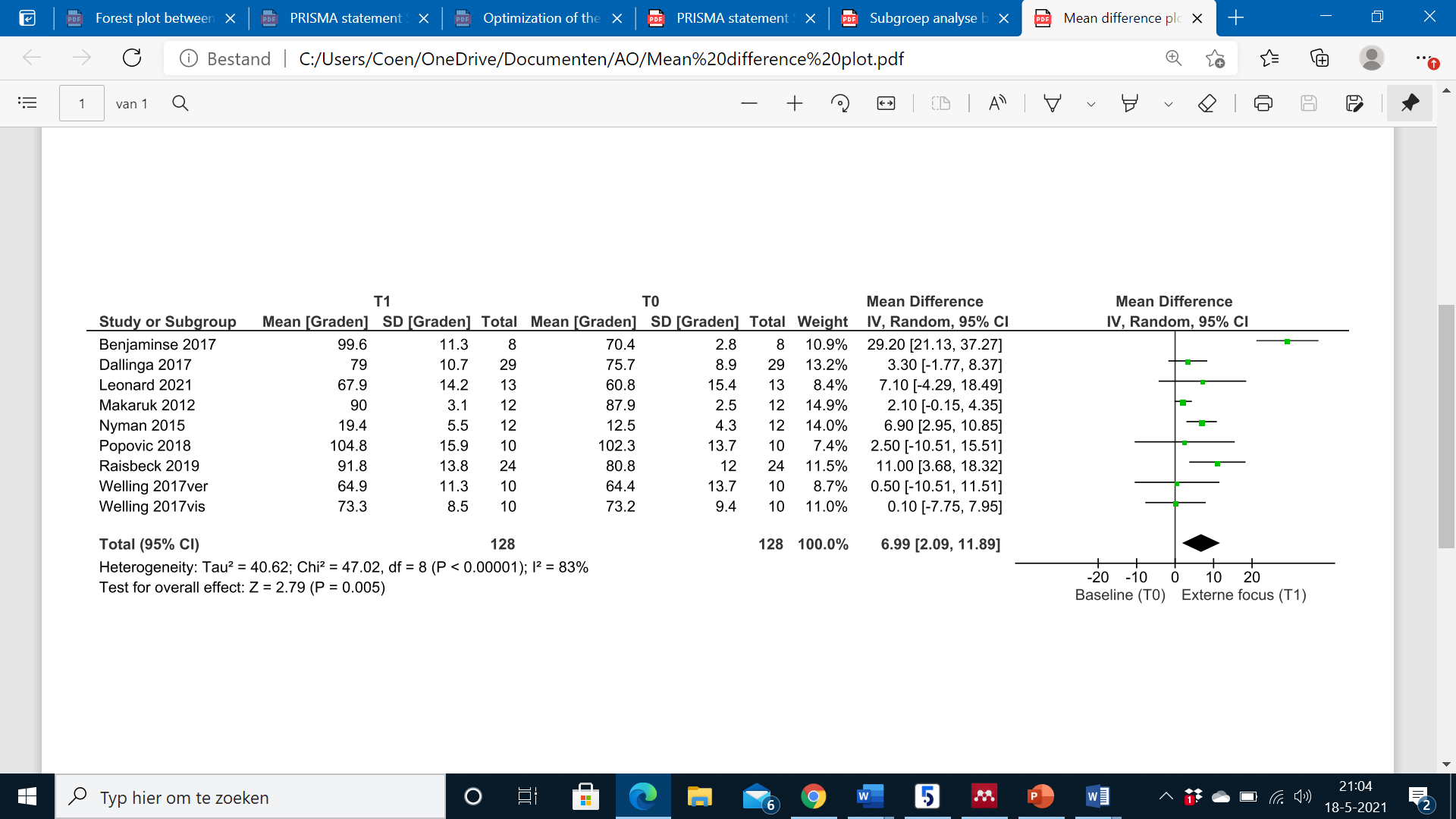
1. **Within-groups, zonder Benjaminse, *et al.***



1. **Between-groups, zonder Benjaminse, *et al.* en Popovic,** ***et al.***



1. **Within-groups, mean difference**



1. **Between-groups, mean difference**

