VALGEVAARLIJKE OUDEREN: Is virtual reality balanstraining effectiever voor bevordering van de balans, valangst en valincidentie in vergelijking met conventionele balanstraining?

*Literatuurstudie*



|



**Student: Marnix de Jongh**

**Studentnummer: 383144**

**Scriptiebegeleider/ supervisor: Ingrid Barelds**

**Datum/Date : 06-02-2023**



**Voorwoord:**

Graag presenteer ik u mijn scriptie: ‘’VALGEVAARLIJKE OUDEREN: Is virtual reality balanstraining effectiever voor bevordering van de balans, valangst en valincidentie in vergelijking met conventionele balanstraining”. In deze scriptie wordt er onderzocht wat het effect is van virtual reality balanstraining op de balans, valincidentie en valangst bij ouderen met een hoger valrisico.

In de periode van september 2022 tot en met februari 2023 is er hard gewerkt aan onderzoek en het schrijven van deze scriptie als afstudeeropdracht voor de opleiding fysiotherapie aan de Hanzehogeschool te Groningen.

Ik heb deze periode als erg leerzaam ervaren waarbij ik veel beter ben geworden in het analyseren van wetenschappelijke literatuur. Tijdens deze periode ben ik goed begeleid door mijn scriptiebegeleidster Ingrid Barelds. Bij deze wil ik Ingrid graag bedanken voor de ondersteuning.

Ik wens u veel leesplezier,

Marnix de Jongh

Februari 2023, Groningen

# Samenvatting

**Introductie:** Vallen is een veelvoorkomend probleem onder ouderen door balansstoornissen.

Om de balans te bevorderen gebruikt men binnen de fysiotherapie al jarenlang traditionele balansoefeningen. Afgelopen jaren wordt steeds meer gebruik gemaakt van virtual reality (VR) voor balanstraining. Het is nog niet duidelijk wat het effect is van VR training op de balans bij ouderen omdat de behandelingsmethode nog relatief nieuw is. Het doel van deze literatuurstudie is om te kijken of virtual reality balanstraining effectiever is voor balans, valangst en valincidentie dan traditionele balansoefeningen bij valgevaarlijke ouderen.

**Methode:** Voor deze literatuurstudie is gezocht in de digitale databases Pubmed, Cochrane en PEDro. Relevante RCT’s die niet ouder zijn dan 10 jaar en deelnemers met een minimale leeftijd van 60 zijn geïncludeerd. Daarbij hebben alle geïncludeerde studies een minimale Pedro score van 4 om de methodologische kwaliteit zo hoog mogelijk te houden. Vervolgens is er een meta-analyse gedaan van de balans, valangst en valincidentie met behulp van Reviewmanager 5.4.1 waarbij het gemiddelde verschil tussen de twee groepen is berekend.

**Resultaten:** Er zijn in deze literatuurstudie 15 RCT’s geïncludeerd met een gemiddelde Pedro score van 6. Het gemiddelde verschil van de Timed Up and Go (TUG) was 1.27 seconden (95% CI 1.81-0.72, P=0.01), Berg Balance Scale (BBS) 2.28 punten (95% CI 4.32-0.25, P=0.00001), Falls Efficacy Scale (FES) 2.31 punten (95% CI 5.05-0.9, P=0.01)) en valincidentie 1.2 valincidenten (95% CI 1.8-0.57, P=0.75). Alle uitkomsten zijn in het voordeel van de virtual reality groep. Er is gekeken naar de minimal detectable change (MDC) van de TUG, BBS en FES om na te gaan of de resultaten klinisch relevant zijn.

**Conclusie:** Beide interventies hebben een significant effect op zowel balans, valrisico en de valincidentie. Hierbij is VR balanstraining statistisch gezien effectiever dan traditionele balansoefeningen maar niet klinisch relevant wanneer er wordt gekeken naar de MDC. De afname van het aantal valincidenten is wel klinisch relevant omdat het verschil tussen de beginmeting en eindmeting groot is. De VR groep laat ook een kleine verbetering zien bij de afname van valangst echter is deze verbetering niet significant.

**Sleutelwoorden:** Virtual reality, conventionele balanstraining, oudere volwassenen, valrisico, valincidentie.

# Summary

**Introduction:** Falling is a common problem among the elderly due to balance disorders.

To promote balance, traditional balance exercises have been used within physical therapy for many years. In recent years, virtual reality has been increasingly used for balance training. The effect of VR training on balance in the elderly are not yet clear because the treatment method is still relatively new. The purpose of this literature review is to see if virtual reality balance training is more effective for balance, fear of falling and fall incidence than traditional balance exercises in fall-prone elderly.

**Methods:** The digital databases Pubmed, Cochrane and PEDro were searched for this literature review. Relevant RCT’s no older than 10 years in which participants had a minimum age of 60 were included. Thereby, all included studies have a minimum Pedro score of 4 to keep the methodological quality as high as possible. A meta-analysis of balance, fear of falling and fall incidence was done using Review Manager 5.4.1 calculating the mean difference between the two groups.

**Results:** 15 randomized controlled trials were included in this literature review with a mean Pedro score of 6. The mean difference of the Timed Up and Go (TUG) was 1.27 seconds (95% CI 1.81-0.72, P=0.01), Berg Balance Scale (BBS) 2.28 points (95% CI 4.32-0.25, P=0.00001), Falls Efficacy Scale (FES) 2.31 points (95% CI 5.05-0.9, P=0.01)) and fall incidence 1.2 falls (95% CI 1.8-0.57, P=0.75). All outcomes favored the virtual reality group. The minimal detectable change (MDC) of the TUG, BBS and FES was examined to determine whether the results were clinically relevant.

**Conclusion:** Both interventions have a significant effect on both balance, fall risk and fall incidence. However VR balance training is statistically more effective than traditional balance exercises but not clinically relevant when looking at the MDC. The decrease in fall incidence is clinically relevant because the difference between the initial measurement and final measurement is large. The VR group also shows a small improvement in decreasing fear of falling however this improvement is not significant.

**Keywords:** Virtual reality, conventional balance training, older adults, fall risk, fall incidence.

Inhoudsopgave

[Samenvatting 3](#_Toc126395064)

[Summary 4](#_Toc126395065)

[Inleiding 6](#_Toc126395066)

[Methode 8](#_Toc126395067)

[Databases en zoekstrategie: 8](#_Toc126395068)

[Inclusie en exclusiecriteria: 8](#_Toc126395069)

[Selectie van artikelen: 9](#_Toc126395070)

[Beoordeling methodologische kwaliteit: 9](#_Toc126395071)

[Data extractie: 10](#_Toc126395072)

[Data synthese: 10](#_Toc126395073)

[Resultaten 11](#_Toc126395074)

[Selectieprocedure: 11](#_Toc126395075)

[Methodologische kwaliteit: 13](#_Toc126395076)

[Demografische gegevens populatie 14](#_Toc126395077)

[Klinimetrie 14](#_Toc126395078)

[Resultaten balans 15](#_Toc126395079)

[Resultaten valangst 16](#_Toc126395080)

[Resultaten valincidentie 16](#_Toc126395081)

[Discussie 25](#_Toc126395082)

[Conclusie 28](#_Toc126395083)

[Referentielijst 29](#_Toc126395084)

[Bijlage 1: Pedro vragenlijst 32](#_Toc126395085)

[Bijlage 2: Scoretabel Pedro 33](#_Toc126395086)

# Inleiding

Balansstoornissen is de meest voorkomende oorzaak bij ouderen die vallen. Dit komt doordat veroudering zorgt voor een algehele achteruitgang in fysieke functies wat resulteert in balansstoornissen (Yousefi Babadi & Daneshmandi, 2021). Uit een onderzoek in 2019 is geconcludeerd dat balansstoornissen 13% voorkomt bij ouderen tussen 65 en 69 jaar en 46% bij 85 jaar en ouder (Değer et al., 2019).

Zo’n 30 procent van de ouderen populatie is minimaal één keer gevallen en dat is de meest voorkomende oorzaak van letsel in ziekenhuizen bij deze groep. Wanneer ouderen vallen gaat het voornamelijk om verwondingen zoals blauwe plekken, kneuzingen en snijwonden waarbij 4 procent van alle valincidenten resulteert tot fracturen waarbij er sprake is van ziekenhuisopname. Fracturen hebben desastreuze gevolgen voor ouderen. Zo ligt de mortaliteit 5 tot 8 keer hoger bij heupfracturen (Phu et al., 2019). In 2018 zijn er dagelijks in Nederland 13 mensen overleden ten gevolge van een val. Ruim driekwart hiervan was 80 jaar en ouder. Het aantal dodelijke vallen is het hoogst bij de 90-plussers (Nikki van Toorn, 2019).

De valincidenten kunnen niet alleen leiden tot ernstig lichamelijk letsel maar ook tot angst en trauma’s. Ouderen weten hoe kwetsbaar ze zijn en wanneer er een valincident wordt ervaren dan kunnen ouderen zich angstig gaan voelen waarbij ze zich niet meer durven te bewegen uit angst (Vaishya & Vaish, 2020). De gevolgen van valangst zijn enorm voor deze groep. Ouderen met valangst zijn weinig tot niet actief waardoor de fysieke fitheid snel achteruitgaat. Dit kan leiden tot medische complicaties. Daarnaast verliezen deze ouderen hun onafhankelijkheid en sociale contacten waardoor er een hogere kans is op depressie door vereenzaming. Daarnaast ligt het risico op latere valincidenten hoger bij ouderen met valangst (MacKay et al., 2021).   
Valincidenten leggen een grote financiële druk op de gezondheidszorg. Letsel als gevolg van vallen bij 65-plussers kost in Amerika 31 miljard dollar in 2015 en zal naar schatting 74 miljard dollar kosten in 2030 (Vaishya & Vaish, 2020). Wereldwijd zullen de jaarlijkse kosten op de gezondheidszorg door valincidenten bij ouderen geschat worden op 240 biljoen dollar in 2040 (Khanuja et al., 2018)

Om het aantal valincidenten te voorkomen worden er al wereldwijd op grote schaal valpreventieprogramma’s aangeboden. Valpreventieprogramma’s die vandaag de dag worden aangeboden bestaan voornamelijk uit oefentherapie. Oefentherapie heeft wel een goed effect op balans echter zijn de resultaten vaak wisselend en is de naleving van therapietrouwheid niet altijd goed. Hierdoor vormen deze valpreventieprogramma’s een enorme belasting op het budget van de gezondheidszorg (Duque et al., 2013).

Het is van cruciaal belang om te kijken welke nieuwe behandelingsmogelijkheden nog meer beschikbaar zijn om het aantal val incidenten onder ouderen te reduceren en de balans en kwaliteit van leven te bevorderen. Een nieuwe innovatie is het werken met virtual reality om de balans te verbeteren middels speciale trainingsprogramma’s voor balans.

Het is bekend dat virtual reality balanstraining zorgt voor een verbetering van de motorische functies en neuroplasticiteit. Virtual reality training vindt plaats in een virtuele interactieve omgeving waarbij de persoon bepaalde taken moet uitvoeren in de vorm van bewegingspatronen. Bij het uitvoeren van deze bewegingspatronen is er een combinatie nodig van een motorische en cognitieve inspanning. De virtual reality omgeving stimuleert complexe bewegingspatronen die ook in het dagelijkse leven nodig zijn (Khushnood et al., 2021).

Door goed in kaart te brengen wat de effecten zijn van virtual reality balans training kan er een aanbeveling worden gedaan over de meerwaarde van deze vorm van balanstraining voor ouderen. Hiervoor is de volgende onderzoeksvraag opgesteld: *‘Is virtual-reality balans training effectiever voor balans, valincidentie en valangst bij ouderen met een verhoogd valrisico vergeleken met conventionele balanstraining?’*

# Methode

Voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag is een literatuuronderzoek gedaan in de vorm van een systematische review.

## Databases en zoekstrategie:

Voor het uitvoeren van deze literatuurstudie is gezocht in de databases Pubmed, PEDro en Cochrane. De zoekactie is uitgevoerd met gebruik van de PICO vraag (Schardt et al., 2007). Voor alle onderdelen van de PICO zijn zoektermen geformuleerd. Hierbij zijn meerdere zoekacties gedaan waarbij eerst breed werd gekeken naar het aanbod van artikelen in de richting van de PICO vraag. Vervolgens werd de zoekactie specifieker gemaakt waarbij het aantal resultaten kleiner werd en het aantal relevante artikelen toenamen. Gebruikte termen en synoniemen voor de zoekactie zijn weergegeven in tabel 1. Voor de zoekstrengen wordt verwezen naar tabel 2.

Tabel 1: Termen en synoniemen

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Termen en synoniemen** |
| P | Elderly, frail, older adults, older people, community dwelling adults |
| I | Virtual reality, virtual reality balance exercise program, virtual reality gait training, virtual reality game exercise, exergaming, Wii Fit, Xbox Kinect |
| C | Balance training, conventional balance training, balance exercise |
| O | Balance improvement, fall reduction, fall risk, amount of falls, postural balance |

## Inclusie en exclusiecriteria:

Er zijn inclusie en exclusiecriteria opgesteld waaraan de artikelen moeten voldoen voor gebruik van deze review. De volgende inclusiecriteria zijn opgesteld: Volwassenen ouder dan 60 jaar met balansproblemen of met een valgeschiedenis, volwassenen ouder dan 60 jaar met balansproblemen door Parkinson of een CVA, gebruik van virtual reality of exergaming als interventie, artikelen jonger dan 10 jaar, een minimale Pedro score van 4 en randomized controlled trials. Er is gekozen om zowel Parkinsonpatiënten als CVA-patiënten te includeren omdat deze groepen bijna altijd problemen hebben met balans. De interventie moet een vorm van virtual reality balanstraining bevatten. Dat mag virtual reality training zijn ten behoeve van een VR bril (zoals een Oculus Rift) of door middel van Wii Fit, Xbox Kinect of andere vormen van VR training.

Artikelen werden geëxcludeerd wanneer er sprake is van visusstoornissen, vestibulaire stoornissen, cognitieve stoornissen, Multiple Sclerose (MS), amputaties, neuropathie met als gevolg sensibiliteitsstoornissen, cerebellaire atrofie met als gevolg ataxie, orthopedische stoornissen waarbij het voor de patiënt niet mogelijk is om balansoefeningen uit te voeren en wanneer artikelen niet full tekst beschikbaar zijn.

## Selectie van artikelen:

Na de zoekactie en het toepassen van de filters zijn de artikelen eerst op abstract gescreend waarbij er voornamelijk is gekeken naar de patiëntenpopulatie, inclusie en exclusiecriteria, de gebruikte interventie(s), de controlegroep met de ontvangen behandeling en de uitkomstmaten. Vervolgens zijn de artikelen nauwkeurig geanalyseerd in full text en de methodologische kwaliteit is beoordeeld middels de PEDro schaal. Op basis van de nauwkeurige analyse tezamen met de beoordeling van de methodologische kwaliteit wordt er geconcludeerd of het artikel relevant is voor de systematische review en zal daarbij geïncludeerd of geëxcludeerd worden.

Tabel 2: Zoekstrengen uit de databases Pubmed, Cochrane library en Pedro met gebruikte filters opgesomd.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Zoekstring:** | **Database** | **Filters** |
| ‘’Virtual reality exposure therapy [MeSH]’’ OR ‘’Exergaming [MeSH)’’ OR ‘’Virtual reality’’ OR ‘’Wii Fit’’ AND ‘’Elderly, frail [MeSH)’’ OR ‘’Aged [MeSH]’’ OR ‘’Older adults’’ OR ‘’Older people’’ AND ‘’Conventional balance training’’ OR ‘’Balance exercises’’ OR ‘’Balance training’’ AND ‘’Balance, postural [MeSH]’’ OR ‘’Falls, accidental [MeSH] OR ‘’Fall risk’’ | Pubmed | * Randomized controlled trial * Publicatie maximaal 10 jaar |
| ‘’virtual reality’’ AND ‘’balance’’ AND ‘’elderly’’ AND ‘’balance training’’ | Cochrane | * Puplicatie maximal 10 jaar |
| ‘’virtual reality’’ AND ‘’balance’’ AND ‘’elderly’’ | PEDro | * Publicatie maximaal 10 jaar * PEDro score minimaal 4 |

## Beoordeling methodologische kwaliteit:

Voor de beoordeling van de methodologische kwaliteit is de PEDro schaal gebruikt. Deze schaal is gebruikt omdat er voor deze systematische review alleen randomized controlled trials worden geïncludeerd waarbij de PEDro schaal goed kan bijdragen aan de beoordeling van de interne validiteit. De PEDro schaal bestaat uit 11 items waarop de artikelen kunnen worden beoordeeld. Items 1 tot en met 9 hebben betrekking op de interne validiteit en items 9 tot en met 11 over statistieken die zijn gebruikt in de randomized controlled trials (Cashin & McAuley, 2020). De PEDro schaal is weergegeven in bijlage 1.

Scores lager dan 4 worden beschouwd als een slechte kwaliteit, scores 4 tot 5 als redelijk, scores 6 tot 8 als goed en scores 9 tot 10 uitstekend (Cashin & McAuley, 2020).

Omdat er op het moment nog gering onderzoek is gedaan naar virtual reality wordt er een minimale PEDro score van 4 of hoger gehanteerd voor de artikelen die gebruikt zijn voor deze review.

## Data extractie:

Na beoordeling van de methodologische kwaliteit is de data uit alle geïncludeerde studies geëxtraheerd. Er is eerst gekeken naar het onderzoeksdesign. Vervolgens is er gekeken naar de demografische gegevens van de patiënten zoals het aantal deelnemers, leeftijd, geslacht en valincidenten. Daarna is er gekeken of de interventie uit een vorm van virtual reality training bevat met daarbij een balansonderdeel. Daarbij is nagegaan of er ook een controlegroep is die een vorm van conventionele balanstraining heeft ontvangen. Er is gekeken naar de behandelperiode, frequentie en de duur van een behandeling. De uitkomstmaten zijn gescreend op balans, valrisico en valincidentie. De follow up resultaten zijn ook meegenomen in de data extractie. Er is ook gekeken naar de significantie van de resultaten.

## Data synthese:

Er is een meta-analyse uitgevoerd voor balans (TUG, BBS), valangst (FES) en valincidentie (aantal valincidenten). Bij het uitvoeren van de meta-analyse is gebruik gemaakt van Review Manager 5.4.1. Voor alle uitkomstmaten is er gekozen voor een continu datatype omdat er bij alle uitkomstmaten sprake is van een range aan getallen. Er is gekozen voor een random effect meta-analyse wanneer er sprake is van een significante heterogeniteit binnen de gebruikte studies. Daarnaast wordt er ook gebruik gemaakt van een fixed effect wanneer er geen sprake is van significante heterogeniteit (Dettori et al., 2022). De heterogeniteit wordt beoordeeld op basis van de Cochran’s Q test waarbij 0% geen heterogeniteit aanwezig is, 25% een lage heterogeniteit, 50% een gemiddelde heterogeniteit en 75% een hoge heterogeniteit (Melsen et al., 2014). Daarbij is het gemiddelde verschil berekend tussen de twee groepen waarbij van beide groepen de gemiddelde verandering (mean change) in de tabel werd gezet van Reviewmanager 5.4.1 met de bijbehorende standaarddeviatie.

Omdat er bij sommige studies geen standaarddeviaties zijn benoemd is er gebruik gemaakt van de Cochrane calculator (Higgins et al., 2021) om de ontbrekende standaarddeviaties te berekenen middels de P-waarde of het betrouwbaarheidsinterval. Naast het gemiddelde verschil en het betrouwbaarheidsinterval wordt via Reviewmanager ook de mate van heterogeniteit en een significante waarde berekend.

Voor de beoordeling van de klinische relevantie is er gekeken naar de MDC. Hierbij wordt er gekeken wat de minimale waarde moet zijn in een uitkomstmaat om een verandering te meten. De MDC wordt opgezocht vanuit recente wetenschappelijke literatuur.

# Resultaten

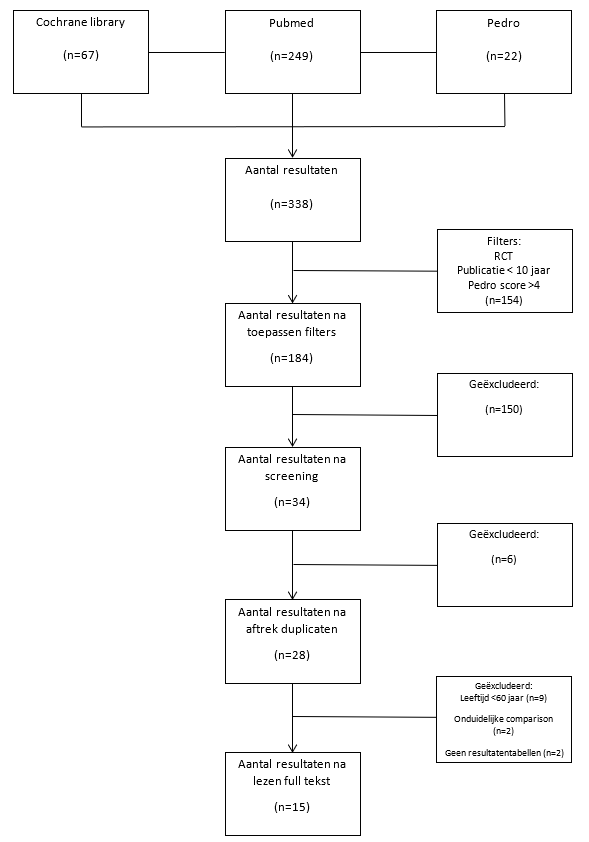
## Selectieprocedure:

De zoekactie in databases Pubmed, Cochrane Library en PEDro leverde 338 artikelen op. Om de zoekactie te verkleinen zijn vervolgens de filteropties ‘randomized controlled trial’ en ’10 years’ toegepast waarbij er 154 artikelen werden geëxcludeerd.

De 184 overgebleven artikelen zijn vervolgens gescreend op titel en abstract waarbij 150 artikelen zijn geëxcludeerd wegens het niet voldoen aan de inclusiecriteria. Van de 34 overgebleven artikelen zijn er 6 studies geëxcludeerd wegens duplicatie.

Omdat de leeftijd niet altijd in de abstract staat vermeld en dit wel een belangrijk punt is voor de inclusiecriteria zijn 12 artikelen in full tekst gescreend om de leeftijd te achterhalen of om te kijken wat de precieze behandeling van de controlegroep is. Hierbij zijn 9 artikelen geëxcludeerd wegens een leeftijd jonger dan 60 jaar en 2 artikelen zijn geëxcludeerd wegens een slecht omschreven behandeling van de controlegroep die geen balansoefeningen bevatten. Daarnaast zijn er ook nog 2 studies geëxcludeerd wegens het ontbreken van resultaten tabellen.

In totaal blijven er 15 studies over die voldoen aan de inclusiecriteria en worden geïncludeerd voor deze systematische review. Een flowchart van de selectieprocedure is te zien in figuur 1.



Figuur 1: Flowchart selectieprocedure

## Methodologische kwaliteit:

De PEDro scores van de geïncludeerde artikelen hebben een bereik van 4 tot en met 8 waarvan 12 artikelen een score van 6 of hoger hebben. De artikelen met een PEDro score hoger dan 6 kunnen worden gecategoriseerd als artikelen met een goede methodologische kwaliteit (Cashin & McAuley, 2020). Alle artikelen voldoen aan randomisatie en hebben een statistische vergelijking van minimaal 1 uitkomstmaat. Daarbij hebben alle artikelen minimaal een belangrijke uitkomstmaat die gemeten is bij minimaal 85% van de mensen die in een groep zijn geplaatst. Bij geen van de artikelen was er sprake van blindering van de proefpersonen of therapeuten. Voor een overzicht van de PEDro score per artikel wordt er verwezen naar tabel 3. Voor een volledig overzicht van de scoring per artikel wordt er verwezen naar bijlage 2.

Tabel 3: Pedro score per studie

|  |  |
| --- | --- |
| **Geïncludeerde studies** | **Pedro score** |
| Khushnood et al., (2021) | 6 |
| Feng et al., (2019) | 8 |
| Lee, (2021) | 6 |
| Liao et al., (2015) | 5 |
| Park et al., (2015) | 4 |
| Lima Rebêlo et al., (2021) | 8 |
| Campo-Prieto et al., (2022) | 6 |
| Yousefi Babadi & Daneshmandi, (2021) | 5 |
| Yang et al., (2016) | 6 |
| Bacha et al., (2018) | 8 |
| Duque et al., (2013) | 6 |
| Karasu et al., (2018) | 8 |
| Fu et al., (2015) | 6 |
| Zahedian-Nasab et al., (2021) | 7 |
| Yeşilyaprak et al., (2016) | 7 |

## Demografische gegevens populatie

Van alle 15 geïncludeerde studies is er een totaal aantal deelnemers van 615 met een gemiddelde leeftijd van 70.38 jaar. De gemiddelde leeftijd varieert van 62 jaar (Karasu et al., 2018) tot aan 91 jaar (Campo-Prieto et al., 2022). Er worden in totaal 249 mannen en 241 vrouwen geteld. Bij het artikel van (Khushnood et al., 2021) werd het geslacht niet gespecificeerd. In deze systematische review zijn ook ouderen met Parkinson en een CVA geïncludeerd. In de artikelen van (Feng et al., 2019), (Liao et al., 2015) en (Yang et al., 2016) zijn Parkinsonpatiënten geïncludeerd met een totaal aantal deelnemers van 87 en in de studie van (Karasu et al., 2018) zijn CVA-patiënten geïncludeerd met een totaal aantal deelnemers van 23. Het bereik van het aantal deelnemers per studie is 12 (Campo-Prieto et al., 2022) tot aan 90 (Khushnood et al., 2021). In alle studies is er geen significant verschil in demografische gegevens. Voor de demografische gegevens per studie wordt er verwezen naar tabel 4.

## Klinimetrie

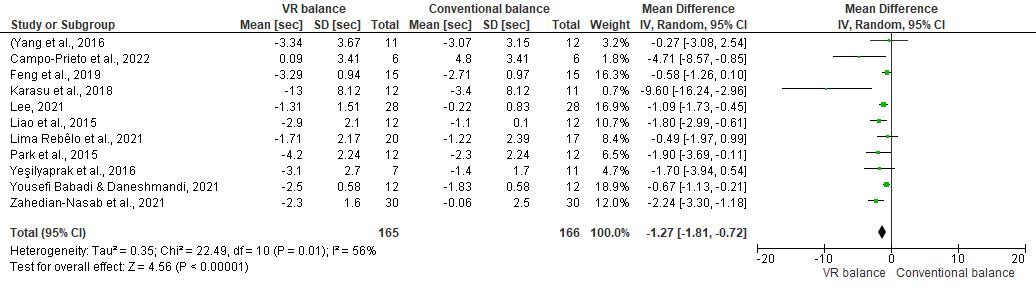
Bij de geïncludeerde studies zijn er verschillende meetinstrumenten gebruikt waarbij met name meetinstrumenten voor de statische en dynamische balans. Ook zijn er meetinstrumenten voor valangst gebruikt en er zijn studies waarbij de valincidentie is bijgehouden. Meetinstrumenten die niet relevant zijn voor de uitkomstmaat zijn niet benoemd.

Er zijn 10 studies die gebruik hebben gemaakt van de TUG waarbij er een uitspraak kan worden gedaan over de balans en waarbij de functionele capaciteiten in kaart worden gebracht. 7 studies maken gebruik van de BBS voor het meten van zowel de statische als dynamische balans. 4 studies maken gebruik van de Functional Reach Test (FRT) voor het meten van de dynamische balans door te reiken. Bij 4 andere studies wordt er gebruik gemaakt van de Single Leg Stance (SLS) waarbij het aantal seconden worden bijgehouden hoe lang de deelnemer op een been kan blijven staan. Voor het meten van de valangst is er in 4 studies gebruik gemaakt van de FES. Dit is een vragenlijst over hoe bezorgd de deelnemer is over het uitvoeren van bepaalde ADL taken. In 2 studies is er de valincidentie bijgehouden over een bepaalde tijd. In tabel 4 is per studie omschreven wat de gebruikte meetinstrumenten zijn. De resultaten en follow up resultaten zijn omschreven in tabel 5.

## Resultaten balans

*Timed Up and Go test*

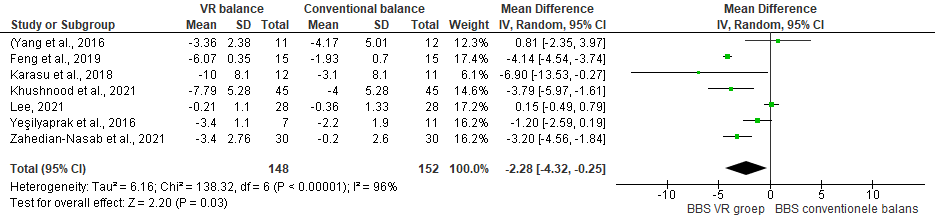
Er zijn in totaal 10 RCT’s geïncludeerd in de meta-analyse om na te gaan of virtual reality balanstraining een beter effect heeft op de TUG dan conventionele balanstraining. Er is een random effect model gebruikt wegens een gemiddelde heterogeniteit (I2=56%, P=0.01). Wanneer wordt gekeken naar de figuur 2 kan er worden gezien dat het totaal gemiddelde verschil van de TUG tussen de VR groep en de conventionele balansgroep met 1,27s in het voordeel is van de VR groep. Dit wil zeggen dat de VR groep gemiddeld een betere TUG tijd heeft van 1,27 seconden ten opzichte van de conventionele balansgroep (95% CI 1.81 – 0.72, p=0.00001).



*Figuur 2: Forest plot TUG*

*Berg Balance Scale*

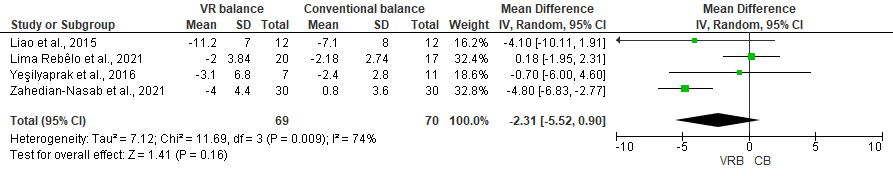
7 RCT’s zijn geïncludeerd in de meta-analyse om na te gaan of virtual reality balanstraining een beter effect heeft op de BBS dan conventionele balanstraining. Er is een random effect model gebruikt wegens een hoge heterogeniteit (I2=96%, P=000001). Figuur 3 laat zien dat het totaal gemiddelde verschil 2.28 punten bedraagt in het voordeel van de virtual reality groep (95% CI 0.25-4.32, P=0.03).



*Figuur 3: Forest plot BBS*

## Resultaten valangst

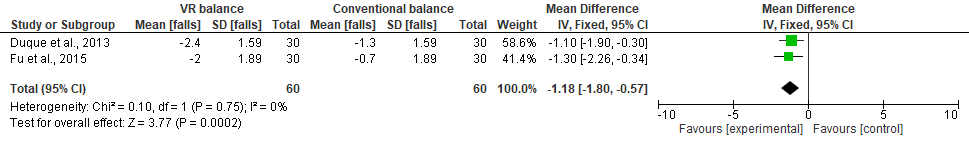
4 RCT’s zijn geïncludeerd in de meta-analyse om te kijken of virtual reality balans training een beter effect heeft om de valangst gemeten met de FES vergeleken met conventionele balanstraining. Er is een random effect model gebruikt wegens een hoge heterogeniteit (I2=74%, P=0.009). Figuur 4 laat zien dat het totaal gemiddelde verschil van de FES tussen de VR groep en de conventionele balansgroep 2.31 punten bedraagt in het voordeel van de virtual reality groep (95% CI 5.05 – 0.90, P=0.16).



*Figuur 4: Forest plot FES*

## Resultaten valincidentie

2 RCT’s zijn geïncludeerd in de meta-analyse om te kijken of virtual reality balanstraining een beter effect heeft op de valincidentie dan conventionele balanstraining. Er is een fixed effect model gebruikt omdat er geen significant verschil is in heterogeniteit (I2=0%, P=0.75). Er is een totale afname van valincidentie van 1,18 valincidenten in het voordeel van de virtual reality groep wanneer er wordt gekeken naar figuur 5 (95% CI 1.8 – 0.57, P=0.0002).



*Figuur 5: Forest plot val incidentie*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Studie** | **Aantal deelnemers** | **Gemiddelde leeftijd** | **M/V** | **Uitvallers (I/V)** | **Duur interventie** | **VR- platform** | **Klinimetrie** | **Pedro score** |
| (Duque et al., 2013) | Totaal:  n = 60  VR groep:  n = 30  CB groep:  n = 30 | VR groep:  79 jaar  CB groep:  75 jaar | VR groep:  11/19  CB groep:  12/18 | n = 2 | Weken: 6  Sessies: 12  Follow up:  9 maanden | HMD | Valincidentie | 6/10 |
| (Zahedian-Nasab et al., 2021) | Totaal:  n = 60  VR groep:  n = 30  CB groep:  n = 30 | VR groep:  69 jaar  CB groep:  72 jaar | VR groep:  22/8  CB groep:  22/8 | n = 0 | Weken: 6  Sessies: 12 | Xbox Kinect | BBS  TUG  FES | 7/10 |
| (Yousefi Babadi & Daneshmandi, 2021) | Totaal:  n = 36  VR groep:  n = 12  CB groep:  n = 12  controle:  n = 12 | VR groep:  66 jaar  CB groep:  67 jaar  Controle:  66 jaar | VR groep:  6/6  CB groep:  6/6  Controle:  5/7 | n = 0 | Weken: 9  Sessies: 27 | Xbox Kinect | SLS  FRT  TUG  FABS | 5/10 |
| (Campo-Prieto et al., 2022) | Totaal:  n = 12  VR groep:  n = 6  CB groep:  n = 6 | VR groep:  91 jaar  CB groep:  90 jaar | VR groep:  6V  CB groep:  6V | n = 0 | Weken: 10  Sessies: 30 | HMD | TUG  Tinetti | 6/10 |
| (E.-C. Park et al., 2015) | Totaal:  n = 24  VR groep:  n = 12  CB groep:  n = 12 | VR groep:  66 jaar  CB groep:  65 jaar | VR groep:  9/3  CB groep:  10/2 | n = 6 (3/3) | Weken: 8  Sessies: 24 | Wii-Fit | TUG | 4/10 |
| (Yeşilyaprak et al., 2016) | Totaal:  n = 18  VR groep:  n = 7  CB groep:  n = 11 | VR groep:  70 jaar  CB groep:  73 jaar | VR groep:  4/3  CB groep:  2/9 | n = 3 (I=3) | Weken: 6  Sessies: 18 | Projector | BBS  TUG  SLS | 7/10 |
| (Fu et al., 2015) | Totaal:  n = 60  VR groep:  n = 30  CB groep:  n = 30 | VR groep:  82 jaar  CB groep:  82 jaar | VR groep:  11/19  CB groep:  10/20 | n = 5 (2/3) | Weken: 6  Sessies: 18  Follow up:  12 maanden | Wii-Fit | Valincidentie  PPA | 6/10 |
| (Lima Rebêlo et al., 2021) | Totaal:  n = 37  VR groep:  n = 20  CB groep:  n = 17 | VR groep:  69 jaar  CB groep:  71 jaar | VR groep:  4/16  CB groep:  2/15 | n = 1 (V=1) | Weken: 9  Sessies: 16  Follow up:  2 maanden | HMD | TUG  FES  FRT  DGI | 8/10 |
| (Khushnood et al., 2021) | Totaal:  n = 90  VR groep:  n = 45  CB groep:  n = 45 | 60 plus | N.B. | n = 7 (3/4) | Weken: 8  Sessies: 16 | Wii-Fit | BBS | 6/10 |
| (Feng et al., 2019) | Totaal:  n = 30  VR groep:  n = 15  CB groep:  n = 15 | VR groep:  67 jaar  CB groep:  67 jaar | VR groep:  8/7  CB groep:  9/6 | n = 0 | Weken: 12  Sessies: 60 | N.B. | TUG  BBS  FGA | 7/10 |
| (Yang et al., 2016) | Totaal:  n = 23  VR groep:  n = 11  CB groep:  n = 12 | VR groep:  72 jaar  CB groep:  75 jaar | VR groep:  7/4  CB groep:  7/5 | n = 3 (1/2) | Weken: 6  Sessies: 12  Follow up:  2 weken | Balansbord | TUG  BBS  DGI | 6/10 |
| (Karasu et al., 2018) | Totaal:  n = 23  VR groep:  n = 12  CB groep:  n = 11 | VR groep:  62 jaar  CB groep:  64 jaar | VR groep:  5/7  CB groep:  5/6 | n = 0 | Weken: 4  Sessies: 20  Follow up:  1 maand | Wii-Fit | TUG  BBS  FRT | 8/10 |
| (Bacha et al., 2018) | Totaal:  n = 46  VR groep:  n = 23  CB groep:  n = 23 | VR groep:  71 jaar  CB groep:  66 jaar | VR groep:  8/15  CB groep:  4/19 | n = 0 | Weken: 7  Sessies: 14  Follow up:  1 maand | Xbox Kinect | Mini-best  FGA | 8/10 |
| (Liao et al., 2015) | Totaal:  n = 36  VR groep:  n = 12  CB groep:  n = 12  controle:  n = 12 | VR groep:  67 jaar  CB groep:  65 jaar  Controle:  64 jaar | VR groep:  6/6  CB groep:  6/6  Controle:  5/7 | n = 0 | Weken: 6  Sessies: 12  Follow up:  1 maand | Wii-Fit | TUG  FES | 5/10 |
| (Lee, 2021) | Totaal:  n = 36  VR groep:  n = 28  CB groep:  n = 28 | VR groep:  81 jaar  CB groep:  79 jaar | VR groep:  16/12  CB groep:  15/13 | n = 0 | Weken: 4  Sessies: 20 | Treadmill  VR | TUG  BBS  FRT  SLS | 6/10 |

**Afkortingen: (I/V)** = (interventie/vergelijking), **VR** = virtual reality, **CB** = conventionele balans, **M/V** = Man/Vrouw, **HMD** = head mounted display (VR bril), **TUG** = Timed Up and Go test, **BBS** = Berg Balance Scale, **FRT** = Functional Reach Test, **SLS** = Single Leg Stance, **FES** = Falls Efficacy Scale, **FGA** = Functional Gait Assessment, **DGI** = Dynamic Gait Index, **PPA** = Physiological profile assessment, **FABS** = Fullerton Advanced Balance Scale.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Studie** | **Uitkomstmaten** | **Basismeting** | **Eindmeting** | **Follow up** | **Verschil beginmeting en eindmeting** | **P-waarde** |
| (Duque et al., 2013) | Valincidentie (aantal valincidenten) | VR groep  3,5+/-4  CB groep  3,3+/-2 | VR groep  1,1+/-0,7  CB groep  2,0+/-0,2 | x | VR groep  ∆ 2,4  CB groep  ∆ 1,3 | VR groep  P<0,01  CB groep  P<0,01 |
| (Zahedian-Nasab et al., 2021) | BBS (punten)  TUG (seconden)  FES (punten) | VR groep  36,9+/-8,6  CB groep  31,7+/-9  VR groep  15,3+/-1,9  CB groep  16,6+/-2,7  VR groep  37,6+/-11,2  CB groep  41,4+/-11,6 | VR groep:  40,4+/-7,7  CB groep  31,9+/-7,8  VR groep  13,0+/-2,6  CB groep  16,7+/-2,6  VR groep:  33,5+/-9,9  CB groep  42,3+/-9,6 | x | VR groep  ∆ 3,4+/-2,76  CB groep:  ∆ 0,2+/-2,6  VR groep  ∆ 2,3+/-1,6  CB groep  ∆ 0,06+/-2,5  VR groep  ∆ 4,0+/-4,4  CB groep  ∆ 0,8+/-3,6 | VR groep:  P<0,001  CB groep:  P=0,68  VR groep:  P<0,001  CB groep  P=0,88  VR groep  P<0,001  CB groep  P<0,001 |
| (Yousefi Babadi & Daneshmandi, 2021) | TUG (seconden)  FRT (punten) | VR groep  9,75+/-1,6  CB groep  9,75+/-1,6  VR groep  19,83+/-1,94  CB groep  19,91+/-2,10 | VR groep  7,25+/-1,95  CB groep  7,08+/-1,37  VR groep  25,83+/-3,8  CB groep  27,75+/-3,76 | x | Vr groep  ∆ 2,5  CB groep  ∆ 1,83  VR groep  ∆ 4  CB groep  ∆ 7,84 | VR groep:  P=0,001  CB groep  P=0,003  VR groep  P<0,001  CB groep  P<0,001 |
| (Campo-Prieto et al., 2022) | TUG (seconden) | VR groep  19,56+/-8,95  CB groep  27,67+/-8,33 | VR groep  19,65+/-8,94  CB groep  32,47+/-10,42 | x | VR groep  ∆ -0,09  CB groep  ∆ -4,8 | VR groep  P=0,917  CB groep  P=0,538 |
| (Park et al., 2015) | TUG (seconden) | VR groep  21,8s+/-8,6  CB groep  21,6s+/-7,5 | VR groep  17,6s+/-7,4s  CB groep  19,3s+/-5,8 | x | VR groep  ∆ 4,2  CB groep  ∆ 2,3 | VR groep  P<0,05  CB groep  P<0,05 |
| (Yeşilyaprak et al., 2016) | BBS (punten)  TUG (seconden)  FES (punten) | VR groep  51,0+/-2,7 CB groep  49,6+/-3,1  VR groep  12,7+/-6,5  CB groep  11,4+/-4,1  VR groep  26,1+/-10,1  CB groep  26,0+/-8,9 | VR groep  54,4+/-3,4  CB groep  51,8+/-3,9  VR groep  9,6+/-4,0  CB groep  9,6+/-4,0  VR groep  23,0+/-5,2  CB groep  23,6+/-6,8 | x | VR groep  ∆ 3,4+/-1,1  CB groep  ∆ 2,2+/-1,9  VR groep  ∆ 3,1+/-2,7  CB groep  ∆ 1,4+/-1,7  VR groep  ∆ 3,1+/-6,8  CB groep  - 2,4+/-2,8 | VR groep  P=0,01  CB groep  P=0,13  VR groep  P=0,01  CB groep  P=0,23  VR groep  P=0,08  CB groep  P=0,08 |
| (Fu et al., 2015) | Valincidentie (aantal valincidenten) | VR groep  2,5+/-1,1  CB groep  2,2+/-0,9 | VR groep  0,5+/-0,5  CB groep  1,5+/-0,6 | x | VR groep  ∆ 2  CB groep  ∆ 0,7 | VR groep  P<0,001  CB groep  P<0,001 |
| (Lima Rebêlo et al., 2021) | TUG (seconden)  FRT (punten)  FES (punten) | x | VR groep  ∆ - 1,71  CB groep  ∆ - 1,22  VR groep  ∆ 4,3  CB groep  ∆ 8,64  VR groep  ∆ 1,8  CB groep  ∆ 1,41 | VR groep  ∆ 0,29  CB groep  ∆ 0,54  VR groep  ∆ - 3,19  CB groep  ∆ - 4,47  VR groep  ∆ - 2,00  CB groep  ∆ - 2,18 | x | VR groep  P>0.05  CB groep  P<0.05  VR groep  P>0.05  CB groep  P>0.05  VR groep  P>0.05  CB groep  P<0.05 |
| (Khushnood et al., 2021) | BBS (punten) | VR groep  39,3+/-3,11  CB groep  41,65+/-2,18 | VR groep  47,09+/-3,19  CB groep  45,65+/-2,35 | x | VR Groep  ∆ 7,79  CB groep  ∆ 4 | VR groep  P<0,001  CB groep  P<0,001 |
| (Feng et al., 2019) | BBS (punten)  TUG (seconden) | VR groep  30.64±3.91  CB groep  30.07±3.87  VR groep  34.21±6.41  CB groep  37.86±3.92 | VR groep  36.71±4.60  CB groep  32.00±4.82  VR groep  30.93±5.55  CB groep  35.14±5.07 | x | VR groep  ∆ 6.07±0.35  CB groep  ∆ 1.93±0.70  VR groep  ∆ 3.29±0.94  CB groep  ∆ 2.71±0.97 | VR groep  P<0,05  CB groep  P<0,05  VR groep  P<0,05  CB groep  P<0,05 |
| (Yang et al., 2016) | BBS (punten)  TUG (seconden) | VR groep  46,9+/-6,5  CB groep  46,9+/-6,6  VR groep  22,9+/-12,1  CB groep  21,1+/-12,2 | VR groep  50,3+/-5,4  CB groep  51,1+/-5,9  VR groep  19,6+/-8,9  CB groep  18,0+/-9,8 | VR groep  49,6+/-5,9  CB groep  49,8+/-6,3  VR groep  20,7+/-11,4  CB groep  18,8+//-10,7 | VR groep  ∆ 3,36+/-2,38  CB groep  ∆ 4,17+/-5,01  VR groep  ∆ 3.34+/-3,67  CB groep  ∆ 3,07+/-3,15 | VR groep  P<0.01  CB groep  P<0.01  VR groep  P<0.01  CB groep  P<0.01 |
| (Karasu et al., 2018) | BBS (punten)  TUG (seconden)  FRT (punten) | VR groep  38,8+/-6,8  CB groep  39,1+/-6,9  VR groep  27,4+/-15,0  CB groep  27,4+/-15,0  VR groep  16,4+/-5,5  CB groep  18,8+/-3,3 | VR groep  48,9+/-6,4  CB groep  42,2+/-6,4  VR groep  19,5+/-9.8  CB groep  21,0+/-13,5  VR groep  25,2+/-5,5  CB groep  22,2+/-5,5 | VR groep  48,7+/-4,7  CB groep  39,4+/-5,7  VR groep  20,5+/-8,3  CB groep  29,6+/-10,5  VR groep  23,6+/-5,4  CB groep  20,0+/-3,14 | VR groep  ∆ 10  CB groep  ∆ 3,1  VR groep  ∆ 13  CB groep  ∆ 3,4  VR groep  ∆ 8,8  CB groep  ∆ 3,4 | VR groep  P<0.01  CB groep  P<0.01  VR groep  P<0.01  CB groep  P0.01  VR groep  P<0.01  CB groep  P<0.01 |
| (Bacha et al., 2018) | Mini Best (punten) | VR groep  26,52+/-3,24  CB groep  27,60+/-2,64 | VR groep  29,65+/-2,87 CB groep  29,82+/-2,08 | VR groep  28,78+/-2,74  CB groep  28,95+/-2,91 | VR groep  ∆ 3,13+/-3,18  CB groep  ∆ 2,21+/-2,96 | VR groep  P<0,005  CB groep  P<0,001 |
| (Liao et al., 2015) | TUG (seconden)  FES (punten) | VR groep  12,6s+/-4,1  CB groep  12,1+/-2,1  VR groep  39,0+/-14,0  CB groep  38,7+/-12,4 | VR groep  9,7s+/-2,1  CB groep  11,0+/-1,8  VR groep  27,8+/-9,4  CB groep  31,5+/-9,0 | VR groep  9,7+/-2,3  CB groep  10,7+/-1,5  VR groep  28,0+/-11,4  CB groep  31,5+/-10,8 | VR groep  ∆ 2,9+/-2,1  CB groep  ∆ 1,1+/-0,1  VR groep  ∆ 11,2+/-7  CB groep  ∆ 7,1+/-8,0 | VR groep  P<0,01  CB groep  P<0,01  VR groep  P<0,04  CB groep  P<0,04 |
| (Lee, 2021) | BBS (punten)  TUG (seconden)  FRT (punten) | VR groep  46,18+/-3,86  CB groep  44,89+/-4,59  VR groep  13,24+/-5,91  CB groep  12,55+/-4,88  VR groep  25,19+/-5,31  CB groep  25,19+/-5,31 | VR groep  46,39+/-4,34  CB groep  45,25+/-4,64  VR groep  11,92+/-5,42  CB groep  12,33+/-4,86  VR groep  23,80+/-5,38  CB groep  25,39+/-3,58 | x | Vr groep  ∆ 0,21+/-1,10  CB groep  ∆ 0,36+/-1,33  VR groep  ∆ 1,31 +/- 1,51  CB groep  ∆ 0,22 +/-0,83  VR groep  ∆ 1,39+/-7,17  CB groep  ∆ 0,06+/-5,73 | VR groep  P=0,312  CB groep  P=0,106    VR groep  P=0,000  CB groep  P=0,164  VR groep  P=0,315  CB groep  P=0,955 |

**Afkortingen: VR** (Virtual reality), **CB** (Conventional balance), **TUG** (Timed Up and Go test in seconden), **BBS** (Berg Balance Scale in punten), **FRT** (Functional Reach Test in centimeters), **FES** (Falls Efficacy Scale in punten)

# Discussie

Het doel van deze studie was om te kijken of virtual reality balans training een beter effect heeft op balans, valincidentie en valangst dan conventionele balanstraining. Bij uitvoering van de meta-analyse was er een reductie van het totaal gemiddelde verschil van 1.27 seconden bij de TUG in het voordeel van de virtual reality groep (MC 1.27, 95% CI 1.81 – 0.72). Dit betekent dat de virtual reality balans groep gemiddeld 1.27 seconden sneller was bij uitvoering van de TUG vergeleken met de conventionele balansgroep. In het artikel van (Beauchamp et al., 2021) wordt er benoemd dat de MDC 2.3 seconden moet zijn voor de TUG. Dit wil zeggen dat het totaal gemiddelde verschil van 1.27 seconden niet klinisch relevant zou zijn volgens het artikel van (Beauchamp et al., 2021). Echter is de leeftijd in deze studie uiteenlopend vanaf 45 tot 85 jaar wat geen goed beeld geeft over de groep die 60 jaar of ouder is. Er kan worden geconcludeerd dat het gemiddelde verschil van 1.27 seconden niet klinisch relevant is maar wel statistisch significant.

Bij de meta-analyse van de BBS werd een totaal gemiddeld verschil van 2.28 punten gemeten in het voordeel van de virtual reality groep (MC 2.28, 95% CI 4.32-0.25). Het artikel van (Romero et al., 2011) geeft aan dat de MDC van de BBS 6.5 punten moet zijn om een verschil te merken bij ouderen met een verhoogd valrisico. Daarom is de uitkomst van 2.28 punten niet klinisch relevant maar het is wel statistisch significant. De meta-analyse van de BBS heeft een zeer hoge heterogeniteit van 96%. Dit is mogelijk toe te wijzen aan veel verschillen in uitkomsten van de studies waarbij de BBS is toegepast. Wanneer er wordt gekeken naar het gemiddelde verschil van zowel de TUG als de BBS dan zijn beide uitkomsten in het voordeel van de virtual reality groep.

Omdat er een grote variatie is in de verschillende VR platformen en games die zijn gebruikt in de studies is het lastig te zeggen welk platform het meest effectief is voor de bevordering van de balans. In het artikel van (Feng et al., 2019) werd er niet specifiek een VR platform benoemd. Daarnaast zijn er ook studies geïncludeerd waarbij Parkinsonpatiënten en CVA-patiënten worden onderzocht die mogelijk anders kunnen reageren op zowel de VR training als de conventionele balanstraining. Het totaal gemiddelde verschil zou daarom een vertekent beeld kunnen geven. Als voorbeeld werd bij de studie van (Karasu et al., 2018) alleen CVA-patiënten geïncludeerd waarbij vooral de VR groep een zeer grote verbeteringen liet zien. Dit zou mogelijk kunnen komen door de hoge mate van plasticiteit die kan plaatsvinden in de hersenen wanneer er direct na een CVA wordt geoefend. Het toepassen van een VR interventie zou dus bij CV-patiënten een zeer goed effect hebben echter is dit effect maar bij een enkele studie gemeten.

In alle artikelen werd er een verbetering aangetoond van de TUG bij zowel de VR groep als de conventionele balans groep. Bij de studie van (Campo-Prieto et al., 2022) had de VR groep geen verbetering getoond na de interventie en de conventionele balansgroep zelfs een verslechtering. Opvallend is dat in deze studie alleen vrouwen boven de 90 jaar werden geïncludeerd. Gezien het beperkte aantal deelnemers in dit artikel is het moeilijk om te zeggen of de hoge leeftijd een beperkende factor is voor het bevorderen van de balans.

Wanneer er wordt gekeken naar de afname van valangst gemeten met de FES wordt in het totaal gemiddelde verschil een afname van 2.31 punten gemeten in het voordeel van de virtual reality groep (MC 2.31, 95% CI 5.05 – 0.90). Het totaal gemiddelde verschil is niet statistisch significant wegens een P-waarde hoger dan 0.05 (P=0.16). De MDC van de FES is in de literatuur niet te vinden voor ouderen met balansproblemen. Een artikel van (Morgan et al., 2013) toont aan dat bij mensen met vestibulaire stoornissen een afname van 8.2 punten nodig zijn voor klinische relevantie. Omdat in deze systematische review een andere doelgroep is onderzocht kan er daarom lastig worden gezegd dat het verschil van 2.31 wel of niet klinisch relevant is. De volledige FES heeft 16 vragen met een totale score van 64 punten. Omdat het gaat om zo’n kleine afname op een grote puntenschaal kan worden aangenomen dat dit verschil niet klinisch relevant is. Wanneer de verkorte versie van de FES wordt afgenomen die slechts 7 vragen heeft met een totale score van 24 punten zou er een grotere afname zijn. Deze afname is meer klinisch relevant dan bij de volledige FES. Er is echter niet in de artikelen benoemd welke versie van de FES is afgenomen (E. van Engelen, 2019). Daarom wordt ervan uitgegaan dat alle studies de niet verkorte versie hebben gebruikt van de FES en dat het resultaat niet klinisch relevant is. De studies die de FES hebben gebruikt als meetinstrument hadden alle vier een andere VR interventie. Daarnaast werd er in het artikel van (Liao et al., 2015) alleen Parkinsonpatiënten geïncludeerd en in dit artikel werd er een zeer grote verbetering gemeten in de FES bij voornamelijk de VR groep. Dit kan een vertekend beeld geven over de toename van de FES van ouderen zonder Parkinson.

In de literatuur is geen informatie te vinden over de MDC van de valincidentie bij ouderen. In deze situatie wordt er gekeken naar het aantal valincidenten bij de basismeting en het aantal valincidenten bij de eindmeting. Op basis van dit verschil kan iets worden gezegd over de klinische relevantie. Bij het artikel van (Duque et al., 2013) waren er bij de basismeting gemiddeld 3.4 valincidenten gemeten in beide groepen. In het artikel van (Fu et al., 2015) waren gemiddeld 2.35 valincidenten gemeten bij de basismeting. Gezien er bij de basismeting niet veel valincidenten waren gemeten bij zowel de virtual reality groep als de conventionele balansgroep wordt aangenomen dat een verschil van 1.2 valincidenten klinisch relevant is.

De vergelijkingen van de geïncludeerde artikelen hebben veel variatie in oefeningen, duur, frequentie en intensiteit. Conventionele balanstraining is een erg breed begrip gezien er vele verschillende vormen van balanstraining zijn. In alle artikelen zijn er verschillende soorten balansoefeningen gedaan met daarbij ook een verschillende duur, frequentie en intensiteit. Het artikel van (Campo-Prieto et al., 2022) heeft als vergelijking gebruik gemaakt van ‘usual care’ waarbij er geen duidelijk balansoefeningen werden omschreven en bij het artikel van (Khushnood et al., 2021) was er helemaal geen omschrijving van de balansoefeningen. In het artikel van (Zahedian-Nasab et al., 2021) moeten alle participanten de routine oefeningen volgen van het verpleeghuis zoals joggen en tafeltennis, wat niet direct als balansoefeningen worden gezien maar waar wel balans voor nodig is. De studie van (Lee, 2021) heeft gebruik gemaakt van VR treadmill training. De vergelijkingsgroep ontving daarbij geen balansoefeningen maar kregen ook de loopband training alleen dan zonder het VR aspect.

Het artikel van (Park et al., 2015) had een bijzondere vorm van balanstraining. De patiënten moesten namelijk oefeningen doen zoals bekkenkantelen op een zachte oefenbal. Bij CVA-patiënten werd er veel intensiever geoefend dan bij de andere groepen. Dit blijkt uit het artikel van (Karasu et al., 2018) waarbij alle deelnemers werden voorzien van een balans revalidatieprogramma waarbij de oefeningen in sessies van 2 tot 3 uur werden gedaan voor 5 dagen per week. Dat zou ook een reden zijn waarom de CVA-patiënten veel vooruitgang hebben geboekt vergeleken met gezonde ouderen uit andere studies waarbij niet dagelijks werd geoefend.

Bij de rest van de artikelen zijn er balansoefeningen toegepast waarbij er zowel de statische als dynamische balans wordt getraind. De variatie en het aantal oefeningen zijn in elke studie verschillend. Vanwege de grote variatie aan balansoefeningen met daarbij een verschillende duur, frequentie en intensiteit is het lastig te zeggen of VR balans training beter is dan conventionele balanstraining omdat een bepaalde vorm van conventionele balanstraining mogelijk effectiever zou kunnen zijn dan andere vormen van conventionele balanstraining.

Daarnaast missen heel veel artikelen follow up resultaten. Alleen de artikelen van (Duque et al., 2013) en (Fu et al., 2015) hadden een lange follow up duur van 9 en 12 maanden. Bij de rest van de artikelen die een follow up meting hadden gedaan, varieerde de follow up duur van 2 weken tot aan 2 maanden. Voor een volgend onderzoek zou een langere follow up duur meer inzicht kunnen geven in de effecten van VR balanstraining in vergelijking met conventionele balanstraining op lange termijn.

Alle artikelen die gebruikt zijn voor dit onderzoek hebben een minimale PEDro score van 4. Dit wil zeggen dat de studies minimaal voldoen aan een geringe methodologische kwaliteit. Hierbij heeft 1 studie een PEDro score van 4 en 2 studies hebben een PEDro score van 5. De rest van de studies hebben allemaal een PEDro score van 6 of hoger wat wil zeggen dat bij 80% van de geïncludeerde studies de methodologische kwaliteit goed of hoger is.

Een limitatie van dit onderzoek is dat er veel verschil zit in zowel de gebruikte interventies als vergelijkingen. Dit maakt het lastig om te zeggen welke vorm van VR het beste kan toepassen voor het beste effect op de balans. Door dit verschil is het moeilijk om resultaten met elkaar te vergelijken. Er zijn daarnaast ook veel verschillende meetinstrumenten gebruikt bij de geïncludeerde studies. De TUG werd het meeste gebruikt als meetinstrument terwijl andere meetinstrumenten aanzienlijk minder voor kwamen. Daarnaast werd er ook onderzocht wat de afname is van de valincidentie. Echter werd dit bij slechts 2 artikelen onderzocht. Alle geïncludeerde artikelen hadden een gering aantal aan deelnemers. Zo was het hoogste aantal deelnemers 90 en het laagste aantal deelnemers 12. Bij uitvoering van de meta-analyse voor de TUG en BBS is er een hoge heterogeniteit geconstateerd (>75%) wat wil zeggen dat er veel verschillen waren in de uitkomsten van elke studie. Dit kan worden toegewezen aan de verschillen in resultaten tussen Parkinsonpatiënten, CVA-patiënten en de gezonde ouderen die erg uiteenlopen.

Een sterk punt van dit onderzoek is dat de level of evidence hoog is gezien er alleen maar RCT’s zijn geïncludeerd voor dit onderzoek. Een ander sterk punt is dat 12 van de 15 geïncludeerde artikelen een PEDro score hebben van 6 of hoger. Dat wil zeggen dat de methodologische kwaliteit gemiddeld gezien goed is. Daarnaast is er gekozen voor een meta-analyse om de statistische accuraatheid van dit onderzoek te verhogen zodat er een beter beeld kan worden gevormd van het uiteindelijke resultaat.

Het doel van dit onderzoek was om te kijken of het gebruik van VR platformen een beter effect heeft dan conventionele balanstraining zodat fysiotherapiepraktijken en revalidatiecentra kunnen kijken of VR balanstraining een goede aanwinst zou zijn.

Dit onderzoek toont aan dat balanstraining via een virtual reality platform een meerwaarde heeft met betrekking tot afname van het aantal valincidenten in vergelijking met conventionele balanstraining. Daarbij is een kleine verbetering te zien van de balans bij VR training in vergelijking met conventionele balanstraining. VR training laat ook een kleine verbetering zien in valangst echter is deze waarde statistisch niet significant. Deze vorm van balanstraining is een aanbeveling voor andere praktijken die meer willen innoveren en investeren in een leuke en effectieve manier om balans te trainen voor ouderen.

**Aanbeveling voor vervolgonderzoek**

Voor een vervolgstudie zal de VR interventie en de conventionele balanstrainingen universeler en specifieker moeten zijn. Dit wil zeggen dat er gebruikt wordt gemaakt van een bepaald VR platform in vergelijking met een bepaalde balanstraining met een gelijkmatige frequentie, duur en intensiteit om de resultaten betrouwbaarder te maken. Daarbij zouden ook de gebruikte games meer overeen moeten komen. Door op deze wijze een vervolgonderzoek te doen zou er ook iets kunnen worden gezegd over het effect van een specifiek VR platform. Dat zou weer aantrekkelijk kunnen zijn voor praktijken om te kiezen voor een bepaald VR platform.

Daarnaast is het essentieel om te kijken wat het effect op lange termijn is om een betere uitspraak te kunnen doen over de effectiviteit van de interventie. Er dienen dus vervolgonderzoeken gedaan te worden met een langere follow up duur. Door meer inzicht te krijgen in de lange termijneffecten zou het aantrekkelijker zijn voor praktijken en revalidatiecentra om gebruik kunnen maken van deze interventie. Dat zou ook voor de patiëntengroep voordelig zijn zodat er meer zekerheid is over de effectiviteit van de VR interventie. Tot slot zou er ook nog meer onderzoek gedaan kunnen worden naar de effecten van een combinatie van VR training en conventionele balanstraining. Wellicht dat de effecten van deze combinatie beter zijn dan alleen VR training of alleen conventionele balanstraining.

# Conclusie

Uit dit onderzoek is gebleken dat virtual reality balanstraining en conventionele balanstraining beide goede interventies zijn voor de bevordering van de balans, valangst en valincidentie. Gekeken naar de balans (TUG, BBS) is het verschil minimaal waarbij de verbetering van de VR groep slechts alleen statistisch significant zijn maar niet klinisch relevant. De FES is niet statistisch significant en ook niet klinisch relevant. Wanneer er wordt gekeken naar de valincidentie is er een duidelijk verschil te zien tussen de twee groepen waarbij het valincidenten bij de VR groep aanzienlijk minder is. Daarmee kan worden gezegd dat de afname van het aantal valincidenten wel klinisch relevant is. VR balanstraining wordt aanbevolen bij praktijken als aanvulling voor conventionele balanstraining om op een leuke en effectieve manier de balans bij ouderen te trainen.

# Referentielijst

Bacha, J. M. R., Gomes, G. C. V., de Freitas, T. B., Viveiro, L. A. P., da Silva, K. G., Bueno, G. C., Varise, E. M., Torriani-Pasin, C., Alonso, A. C., Luna, N. M. S., D’andrea Greve, J. M., & Pompeu, J. E. (2018). Effects of kinect adventures games versus conventional physical therapy on postural control in elderly people: A randomized controlled trial. *Games for Health Journal*, *7*(1), 24–36. https://doi.org/10.1089/g4h.2017.0065

Beauchamp, M. K., Hao, Q., Kuspinar, A., D’Amore, C., Scime, G., Ma, J., Mayhew, A., Bassim, C., Wolfson, C., Kirkland, S., Griffith, L., & Raina, P. (2021). Reliability and minimal detectable change values for performance-based measures of physical functioning in the canadian longitudinal study on aging. *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, *76*(11), 2030–2038. https://doi.org/10.1093/gerona/glab175

Campo-Prieto, P., Ma Cancela-Carral, J., Alsina-Rey, B., & Rodríguez-Fuentes, G. (2022). Immersive Virtual Reality as a Novel Physical Therapy Approach for Nonagenarians: Usability and Effects on Balance Outcomes of a Game-Based Exercise Program. *Journal of Clinical Medicine*, *11*(13). https://doi.org/10.3390/jcm11133911

Cashin, A. G., & McAuley, J. H. (2020). Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. In *Journal of Physiotherapy* (Vol. 66, Issue 1, p. 59). Australian Physiotherapy Association. https://doi.org/10.1016/j.jphys.2019.08.005

Değer, T. B., Saraç, Z. F., Savaş, E. S., & Akçiçek, S. F. (2019). The relationship of balance disorders with falling, the effect of health problems, and social life on postural balance in the elderly living in a district in Turkey. *Geriatrics (Switzerland)*, *4*(2). https://doi.org/10.3390/geriatrics4020037

Dettori, J. R., Norvell, D. C., & Chapman, J. R. (2022). Fixed-Effect vs Random-Effects Models for Meta-Analysis: 3 Points to Consider. In *Global Spine Journal* (Vol. 12, Issue 7, pp. 1624–1626). SAGE Publications Ltd. https://doi.org/10.1177/21925682221110527

Duque, G., Boersma, D., Loza-Diaz, G., Hassan, S., Suarez, H., Geisinger, D., Suriyaarachchi, P., Sharma, A., & Demontiero, O. (2013). Effects of balance training using a virtual-reality system in older fallers. *Clinical Interventions in Aging*, *8*, 257–263. https://doi.org/10.2147/CIA.S41453

E van Engelen. (2019). *Uitgebreide toelichting van het meetinstrument Falls Efficacy Scale International (FES-I) & Short FES-I*. https://www.sralab.org/rehabilitation-measures/falls-efficacy-

Feng, H., Li, C., Liu, J., Wang, L., Ma, J., Li, G., Gan, L., Shang, X., & Wu, Z. (2019). Virtual reality rehabilitation versus conventional physical therapy for improving balance and gait in parkinson’s disease patients: A randomized controlled trial. *Medical Science Monitor*, *25*, 4186–4192. https://doi.org/10.12659/MSM.916455

Fu, A. S., Gao, K. L., Tung, A. K., Tsang, W. W., & Kwan, M. M. (2015). Effectiveness of Exergaming Training in Reducing Risk and Incidence of Falls in Frail Older Adults with a History of Falls. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *96*(12), 2096–2102. https://doi.org/10.1016/j.apmr.2015.08.427

Higgins, J. P., Li, T., & Deeks, J. J. (2021). *Chapter 6: Choosing effect measures and computing estimates of effect 6.1 Types of data and effect measures#section-6-1 6.1.1 Types of data#section-6-1-1*. www.training.cochrane.org/handbook.

Karasu, A. U., Batur, E. B., & Karatas, G. K. (2018). Effectiveness of WII-based rehabilitation in stroke: A randomized controlled study. *Journal of Rehabilitation Medicine*, *50*(5), 406–412. https://doi.org/10.2340/16501977-2331

Khanuja, K., Joki, J., Bachmann, G., & Cuccurullo, S. (2018). Gait and balance in the aging population: Fall prevention using innovation and technology. In *Maturitas* (Vol. 110, pp. 51–56). Elsevier Ireland Ltd. https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2018.01.021

Khushnood, K., Sultan, N., Altaf, S., Qureshi, S., Mehmood, R., & Awan, M. M. A. (2021). Effects of Wii Fit exer-gaming on balance and gait in elderly population: A randomized control trial. *JPMA. The Journal of the Pakistan Medical Association*, *71*(2A), 410–413. https://doi.org/10.47391/JPMA.565

Lee, K. (2021). Virtual reality gait training to promote balance and gait among older people: A randomized clinical trial. *Geriatrics (Switzerland)*, *6*(1), 1–11. https://doi.org/10.3390/geriatrics6010001

Liao, Y. Y., Yang, Y. R., Cheng, S. J., Wu, Y. R., Fuh, J. L., & Wang, R. Y. (2015). Virtual Reality-Based Training to Improve Obstacle-Crossing Performance and Dynamic Balance in Patients With Parkinson’s Disease. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, *29*(7), 658–667. https://doi.org/10.1177/1545968314562111

Lima Rebêlo, F., de Souza Silva, L. F., Doná, F., Sales Barreto, A., & de Souza Siqueira Quintans, J. (2021). Immersive virtual reality is effective in the rehabilitation of older adults with balance disorders: A randomized clinical trial. *Experimental Gerontology*, *149*. https://doi.org/10.1016/j.exger.2021.111308

MacKay, S., Ebert, P., Harbidge, C., & Hogan, D. B. (2021). Fear of Falling in Older Adults: A Scoping Review of Recent Literature. In *Canadian Geriatrics Journal* (Vol. 24, Issue 4, pp. 379–394). Canadian Geriatrics Society. https://doi.org/10.5770/CGJ.24.521

Melsen, W. G., Bootsma, M. C. J., Rovers, M. M., & Bonten, M. J. M. (2014). The effects of clinical and statistical heterogeneity on the predictive values of results from meta-analyses. In *Clinical Microbiology and Infection* (Vol. 20, Issue 2, pp. 123–129). Blackwell Publishing Ltd. https://doi.org/10.1111/1469-0691.12494

Morgan, M. T., Friscia, L. A., Whitney, S. L., Furman, J. M., & Sparto, P. J. (2013). Reliability and validity of the falls efficacy scale-international (FES-I) in individuals with dizziness and imbalance. *Otology and Neurotology*, *34*(6), 1104–1108. https://doi.org/10.1097/MAO.0b013e318281df5d

Nikki van Toorn. (2019). *Dagelijks 13 doden door een val*.

Park, E.-C., Kim, S.-G., & Lee, C.-W. (n.d.). *The effects of virtual reality game exercise on balance and gait of the elderly*.

Phu, S., Vogrin, S., al Saedi, A., & Duque, G. (2019). Balance training using virtual reality improves balance and physical performance in older adults at high risk of falls. *Clinical Interventions in Aging*, *14*, 1567–1577. https://doi.org/10.2147/CIA.S220890

Romero, S., Bishop, M. D., Velozo, C. A., & Light, K. (2011). Minimum detectable change of the Berg Balance Scale and Dynamic Gait Index in older persons at risk for falling. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, *34*(3), 131–137. https://doi.org/10.1519/JPT.0b013e3182048006

Schardt, C., Adams, M. B., Owens, T., Keitz, S., & Fontelo, P. (2007). Utilization of the PICO framework to improve searching PubMed for clinical questions. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, *7*. https://doi.org/10.1186/1472-6947-7-16

Vaishya, R., & Vaish, A. (2020). Falls in Older Adults are Serious. In *Indian Journal of Orthopaedics* (Vol. 54, Issue 1, pp. 69–74). Springer. https://doi.org/10.1007/s43465-019-00037-x

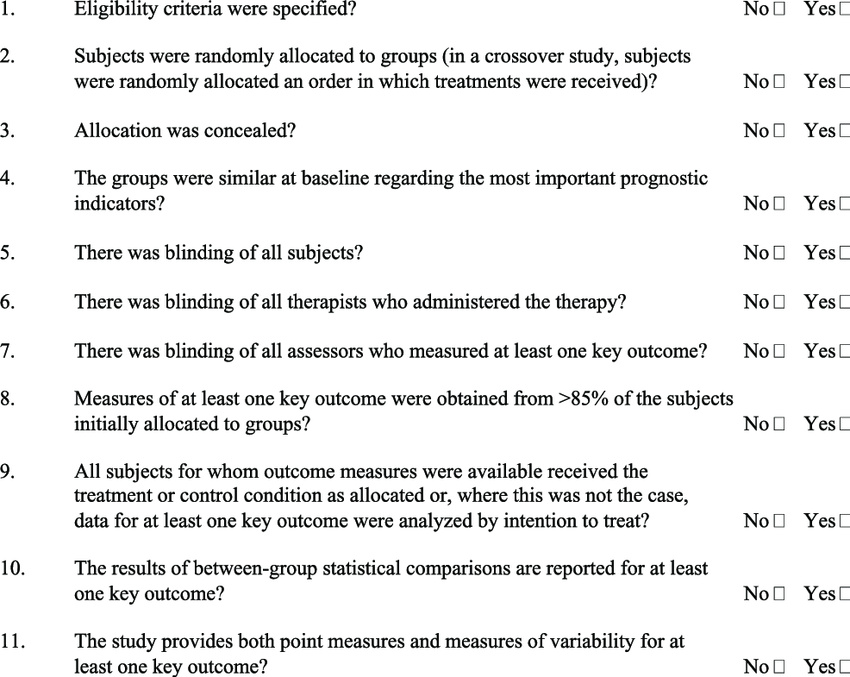
Yang, W. C., Wang, H. K., Wu, R. M., Lo, C. S., & Lin, K. H. (2016). Home-based virtual reality balance training and conventional balance training in Parkinson’s disease: A randomized controlled trial. *Journal of the Formosan Medical Association*, *115*(9), 734–743. https://doi.org/10.1016/j.jfma.2015.07.012

Yeşilyaprak, S. S., Yildirim, M. Ş., Tomruk, M., Ertekin, Ö., & Algun, Z. C. (2016). Comparison of the effects of virtual reality-based balance exercises and conventional exercises on balance and fall risk in older adults living in nursing homes in Turkey. *Physiotherapy Theory and Practice*, *32*(3), 191–201. https://doi.org/10.3109/09593985.2015.1138009

Yousefi Babadi, S., & Daneshmandi, H. (2021). Effects of virtual reality versus conventional balance training on balance of the elderly. *Experimental Gerontology*, *153*. https://doi.org/10.1016/j.exger.2021.111498

Zahedian-Nasab, N., Jaberi, A., Shirazi, F., & Kavousipor, S. (2021). Effect of virtual reality exercises on balance and fall in elderly people with fall risk: a randomized controlled trial. *BMC Geriatrics*, *21*(1). https://doi.org/10.1186/s12877-021-02462-w

# Bijlage 1: Pedro vragenlijst



# Bijlage 2: Scoretabel Pedro

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Studie** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **score** |
| (Duque et al., 2013) | + | + | - | + | - | - | + | + | - | + | + | 6 |
| (Zahedian-Nasab et al., 2021) | + | + | + | + | - | - | - | + | + | + | + | 7 |
| (Yousefi Babadi & Daneshmandi, 2021) | + | + | - | - | - | - | - | + | + | + | + | 5 |
| (Lee, 2021) | + | + | - | + | - | - | + | + | - | + | + | 6 |
| (Campo-Prieto et al., 2022) | + | + | - | + | - | - | - | + | + | + | + | 6 |
| (Park et al., 2015) | + | + | - | + | - | - | - | + | - | + | - | 4 |
| (Yeşilyaprak et al., 2016) | + | + | + | + | - | - | + | + | - | + | + | 7 |
| (Fu et al., 2015) | + | + | - | + | - | - | - | + | + | + | + | 6 |
| (Lima Rebêlo et al., 2021) | + | + | + | + | - | - | + | + | + | + | + | 8 |
| (Khushnood et al., 2021) | + | + | + | + | - | - | - | + | - | + | + | 6 |
| (Feng et al., 2019) | + | + | - | + | - | - | + | + | + | + | + | 8 |
| (Liao et al., 2015) | + | + | - | + | - | - | - | + | - | + | + | 5 |
| (Yang et al., 2016) | + | + | - | + | - | - | - | + | + | + | + | 6 |
| (Karasu et al., 2018) | + | + | + | + | - | - | + | + | + | + | + | 8 |
| (Bacha et al., 2018) | + | + | + | + | - | - | + | + | + | + | + | 8 |