

De Rol van Virtual Reality Exposure op Operatieve Angst en Pijn bij Kinderen

Studenten naam: Liahn dos Reis

Studentennummer: 594176lr

Email: 594176lr@eur.nl

Student Master Specialisatie: Klinische Psychologie

EC: 32

Naam scriptiebegeleider: Inge Merkelbach

Naam van onafhankelijke beoordelaar: Elric Tendron

Aantal woorden: 7082

Samenvatting

Preoperatieve angst komt veel voor bij kinderen en is in verband gebracht met verhoogde postoperatieve pijn. Met de ontwikkeling van Virtual Reality (VR) wordt er ingezet op een niet-farmacologische interventie om angst en pijn te verminderen bij kinderen, die een operatie ondergaan. Hoewel eerdere bevindingen wijzen op een mogelijke angst- en pijnreducerende werking van VR, blijken de gerapporteerde effecten vaak niet statistisch significant en vertonen de studies onderling veel heterogeniteit. In de huidige studie is een smartphone-based Virtual Reality Exposure ontwikkeld om de effecten van VR als interventie op preoperatieve angst en postoperatieve pijn te meten. Deze single-blinded Randomized Controlled Trial bestond uit 64 kinderen tussen de 6 en 18 jaar, die een amandel- of scolioseoperatie ondergingen. De controlegroep ontving de standaardzorg als voorbereiding en de VR-groep ontving daarbovenop een week voorafgaand de operatie, de sVRE als voorbereiding thuis. Preoperatieve angst werd gemeten met een zelfrapportagemethode op basis van een numerieke schaal en postoperatieve pijn met de Faces Pain Scale – Revised. In tegenstelling tot de hypothesen werden geen significante verschillen gevonden tussen de VR-groep en de controlegroep in zowel preoperatieve angst als postoperatieve pijn. Ondanks het uitblijven van significante effecten levert dit onderzoek waardevolle inzichten op in de toepassing van VR binnen de pediatrische preoperatieve zorg. Verdere methodologisch sterke studies met grotere steekproeven zijn daarom noodzakelijk om de potentiële rol van VR als niet-farmacologische ondersteuning bij kinderen rondom operaties beter te begrijpen.

Het Effect van Virtual Reality Exposure op Operatieve Angst en Pijn bij Kinderen

Een ziekenhuisopname of chirurgische ingreep kan voor kinderen een ingrijpende ervaring vormen (Lerwick, 2013). Eerder onderzoek toont aan dat met name operaties een aanzienlijke emotionele impact kunnen hebben op kinderen (Li & Lopez, 2006). Hoewel Nederlandse cijfers over het aantal kinderen dat een operatie ondergaat en de psychologische gevolgen daarvan beperkt zijn, laat onderzoek in de Verenigde Staten zien dat 40–60% van de kinderen psychische of emotionele problemen ervaart als gevolg van een chirurgische ingreep of een ziekenhuisopname (Caldas et al., 2004).

Eén van de meest voorkomende emotionele en psychische klachten bij kinderen die een operatie ondergaan, is de preoperatieve angst (Spagrud et al., 2003). Deze angst bereikt vaak een piek tijdens de anesthesie-inleiding, het proces van toediening van het anesthesiemiddel waarbij de patiënt in slaap wordt gebracht. Deze angst kan leiden tot een problematische inleiding, verhoogde pijn, slechter herstel en een verhoogd risico op complicaties zoals een delirium (Spagrud et al., 2003; Wu et al., 2022).

Slechts een beperkt aantal studies heeft onderzocht hoe kinderen zelf de periode voorafgaand aan de operatie ervaren (Andersson et al., 2020). In een literatuurstudie van Andersson et al. (2020) werd daarom specifiek gekeken naar de manier waarop kinderen tussen de 4 en 13 jaar hun preoperatieve periode beschrijven. Uit deze studie bleek dat kinderen zich rondom de anesthesieprocedure vaak machteloos voelen door de onbekende ziekenhuisomgeving. Kinderen geven aan behoefte te hebben aan controle en duidelijke informatie en betrokkenheid bij het proces. Wanneer er onbegrip en machteloosheid speelt, kan dit de angst versterken en kan de verbeelding van kinderen de overhand krijgen, bijvoorbeeld bij onbekende geluiden of medische apparatuur (Andersson et al., 2020; Yaz & Yilmaz, 2022).

Bovendien beperkt de impact van preoperatieve angst zich niet tot het moment van de operatie zelf, maar werkt deze ook door in de postoperatieve periode (Yaz & Yilmaz, 2022). De preoperatieve angst van kinderen van 6 tot 12 jaar kan leiden tot een versterkte pijnbeleving tijdens en na de operatie (Yaz & Yilmaz, 2022). Postoperatieve pijn is echter niet alleen een gevolg van preoperatieve angst, maar vormt ook een zelfstandig en complex probleem bij kinderen die een operatie ondergaan. Pijn is een subjectieve ervaring die wordt beïnvloed door verschillende factoren, waaronder fysiologische, psychologische en sociale processen, evenals angst en negatieve verwachtingen ten aanzien van de medische omgeving (Jain et al., 2012; Rao et al., 2016). Postoperatieve pijn kan het vermogen van kinderen om

met een ingreep om te gaan negatief beïnvloeden en het herstel belemmeren, wat het belang onderstreept van effectieve pijnreductie na de operatie (Yaz & Yilmaz, 2022). Eerder onderzoek laat zien dat preoperatieve voorbereiding, bijvoorbeeld in de vorm van educatie, kan bijdragen aan het verminderen van postoperatieve pijn (Yaz & Yilmaz, 2022).

Traditioneel gezien worden er farmacologische interventies ingezet om angst en pijn te verminderen. Deze zijn echter niet altijd gericht op de beleving van het kind zelf, en de bijwerkingen of manier van toedienen overschaduwen vaak de potentiële verlichting in angst en pijn die deze medicijnen bieden (Andersson et al., 2020; Butt et al., 2021). In dit kader is er toenemende aandacht voor niet-farmacologische interventies, zoals Virtual Reality (VR). VR biedt de mogelijkheid om kinderen op een interactieve en gecontroleerde manier vertrouwd te maken met de operatieomgeving (Carbó et al., 2024), wat kan bijdragen aan een gevoel van controle en begrip, die volgens eerdergenoemden Andersson et al. (2020) en Yaz & Yilmaz (2022) essentieel zijn voor het verminderen van preoperatieve angst. Daarnaast lijkt VR met name geschikt voor de pediatrische populatie, omdat kinderen vaak sterk betrokken raken bij interactieve en imaginaire omgevingen, wat de effectiviteit van dergelijke interventies kan vergroten (Specht et al., 2021). Bovendien lijkt er bij dit type interventie nauwelijks sprake te zijn van bijwerkingen, wat het welzijn van het kind ten goede kan komen (Butt et al., 2021).

Desondanks kunnen de reacties van kinderen op ziekte, ziekenhuisopname, pijn en operaties verschillen per leeftijdsgroep (Yaz & Yilmaz, 2022). Jongere kinderen beschikken vaak over minder cognitieve vaardigheden om medische situaties te begrijpen, terwijl oudere kinderen juist meer anticipatieangst kunnen ervaren (Yaz & Yilmaz, 2022). Dit suggereert dat een voorbereidende interventie met VR mogelijk niet voor alle leeftijdsgroepen even effectief is en de verschillen in angst- en pijnuitingen drastisch kunnen verschillen bij jonge kinderen ten opzichte van oudere kinderen. Tegelijkertijd wordt er verondersteld dat jongere kinderen sterk opgaan in interactieve en imaginaire omgevingen, wat de effectiviteit van VR juist ten goede kan komen (Specht et al., 2021) en hebben eerdere VR-studies geen duidelijke leeftijdseffecten gevonden. Om deze reden lijkt het meenemen van leeftijd als modererende factor in onderzoek naar VR-interventies essentieel om beter te begrijpen voor welke kinderen deze interventie het meest effectief is.

Eerdere studies naar VR-interventies bij kinderen laten veelbelovende, maar inconsistente resultaten zien. De effecten zijn vaak niet statistisch significant en er is sprake van grote heterogeniteit in onderzoeksopzet, populatie en timing van de interventie (Butt et al., 2021; Buyuk et al., 2021; Carbó et al., 2024; Eijlers et al., 2019; Specht et al., 2021;

Turgut et al., 2024; Wu et al., 2022; Yaz & Yilmaz, 2022). Daarnaast wordt VR in veel studies toegepast vlak vóór of tijdens de medische procedure, waarbij het voornamelijk dient als afleidingsstrategie. Hierdoor is het lastig om conclusies te trekken over de effectiviteit van VR als voorbereidende interventie.

In het licht van bovenstaande wordt er door middel van een enkelblinde Random Controlled Trial (RCT) onderzocht welke voorbereidende rol VR kan spelen in het verminderen van preoperatieve angst en postoperatieve pijn bij kinderen. De huidige studie verschilt ten opzichte van eerder onderzoek op meerdere belangrijke punten. Ten eerste wordt VR niet ingezet als afleiding tijdens de procedure, maar als voorbereidende interventie die kinderen al een week vóór de operatie thuis doorlopen. Dit vormt een innovatieve benadering binnen dit onderzoeksgebied. Ten tweede richt deze studie zich expliciet op zowel preoperatieve angst als postoperatieve pijn als primaire uitkomstmaten, terwijl pijn in eerdere studies vaak slechts een secundaire uitkomst was. Ten derde wordt in deze studie expliciet gekeken naar de rol van leeftijd als mogelijke modererende factor, wat aansluit bij de veronderstelling dat de effectiviteit van VR kan verschillen afhankelijk van de ontwikkelingsfase van het kind.

Specifieker gesteld, in deze studie worden kinderen minimaal één week voorafgaand aan de operatie blootgesteld aan een operatieomgeving via een smartphone-applicatie met Virtual Reality Exposure (sVRE). Deze interventie richt zich specifiek op de beleving van het kind zelf. Binnen het onderzoek wordt onderscheid gemaakt tussen twee typen operaties: een relatief lichte ingreep (amandeloperatie) en een zwaardere ingreep (scolioseoperatie). Op deze manier kan worden onderzocht of de effectiviteit van VR afhankelijk is van de zwaarte van de operatie, zoals eerder werd gesuggereerd door Eijlers et al. (2019). Kinderen die voldoen aan de inclusiecriteria worden willekeurig toegewezen aan de VR-groep of de standaardzorggroep (CAU). De metingen van angst en pijn vinden zowel preoperatief als postoperatief plaats en beide groepen krijgen dezelfde sVRE te zien.

In lijn met bovenstaande worden de volgende zaken onderzocht. (1) ‘Wat is het effect van een voorbereidende sVRE op de mate van preoperatieve angst bij jonge patiënten?’, (2) ‘Wat is het effect van een voorbereidende sVRE op de mate van postoperatieve pijn bij jonge patiënten op de dag van de operatie?’ en (3) Heeft de leeftijd van het kind invloed op het gemeten effect van de sVRE op preoperatieve angst en postoperatieve pijn op de dag van operatie?

Op basis van eerdere literatuur wordt verwacht dat kinderen in de VR-groep lagere preoperatieve angstscores zullen rapporteren dan kinderen in de controlegroep. Daarnaast

wordt verwacht dat de effecten op postoperatieve pijn afhankelijk zijn van de zwaarte van de operatie. Tot slot wordt, in lijn met eerdere bevindingen, verwacht dat leeftijd geen significante modererende rol zal spelen.

De resultaten van dit onderzoek kunnen bijdragen aan een beter begrip van de rol van voorbereiding bij preoperatieve angst en postoperatieve pijn bij kinderen. Positieve bevindingen over het gebruik van VR als interventie kunnen belangrijke implicaties bevatten. Dit onderzoek kan inzicht bieden in de mogelijke meerwaarde van VR als laagdrempelige en interactieve interventie om kinderen voor te bereiden op een operatie. Het kan bijdragen aan een soepelere operatie-inductie, een betere ziekenhuiservaring, minder gebruik van medicatie en kortere ziekenhuisopnames. Het meenemen van leeftijd als variabele kan belangrijke informatie opleveren voor de klinische praktijk, omdat het kan helpen bepalen voor welke leeftijdsgroepen VR als voorbereiding op een operatie het meest geschikt is.

Methode

Participanten

Voor dit onderzoek waren alle deelnemers kinderen tussen de 6 en 18 jaar die een (adeno)tonsillectomie ondergingen in het Maasstad Ziekenhuis Rotterdam of het IJsselland Ziekenhuis Rotterdam, of tussen de 8 en 18 jaar die een scolioseoperatie ondergingen in het Erasmus MC-Sophia Kinderziekenhuis. Allemaal in de periode van april 2024 en augustus 2025. Patiënten werden uitgesloten van deelname indien er sprake was van: (1) een verstandelijke beperking, (2) een ernstige visuele beperking, (3) epilepsie, (4) gebruik van preoperatieve anxiolytica, (5) verlies van gevoel bij een niet-idiopathische scoliose (bijvoorbeeld als gevolg van spina bifida of paraplegie), of (6) onvoldoende beheersing van de Nederlandse taal in lezen en schrijven. Alle kinderen die in aanmerking kwamen voor het onderzoek werden willekeurig toegewezen aan één van de twee groepen.

Een voorafgaande poweranalyse werd uitgevoerd met G*Power versie 3.1 om de benodigde steekproefgrootte te berekenen. Op basis van een verwacht medium effectgrootte ($f = .40$), een alfa van .05 en een power van .80, werd een minimale steekproefgrootte van **111 deelnemers** bepaald om voldoende statistische power te hebben voor het detecteren van een significant verschil tussen de groepen. Deze steekproefgrootte was voldoende om een ANCOVA, mixed ANOVA en meervoudige regressieanalyse uit te voeren.

Onderzoeksdesign en setting

We voerden een multicenter, enkelblind, *randomized controlled trial* (RCT) onderzoek uit in het Erasmus MC-Sophia Kinderziekenhuis, het Maasstad Ziekenhuis en in het IJsselland Ziekenhuis bij kinderen die een (adeno)tonsillectomie (ATE) of scoliose operatie

ondergingen, Deze RCT omvatte een psychosociale interventie (sVRE) en een reguliere zorg (CAU; Care As Usual) groep. Deze longitudinale studie bevatte 3 meetmomenten; een week vóór de operatie (T0), vóór het binnengaan van de operatiekamer (T1) en de postoperatieve periode op de herstelkamer (T2). De twee groepen worden apart onderzocht.

Materialen

Smartphone VRE-app interventie

De VR-groep ontving een week voorafgaand aan de operatie een VR-bril waarin een smartphone geplaatst kon worden. Via de VR-Anesthesie app, die deelnemers zelf konden downloaden via de App Store of Google Play Store, werd een virtuele omgeving getoond die gemodelleerd was naar de operatiekamer en het medisch personeel van het Sophia Kinderziekenhuis. Deze interactieve en kindvriendelijke sVRE duurde circa 15 minuten.

De app kon in twee versies bekeken worden door de kinderen: één versie voor kinderen van 6-7 jaar en één voor kinderen van 8 jaar en ouder. Daarnaast konden huidskleur (licht/donker) en woonland (Nederland of België) worden aangepast aan de voorkeur van het kind.

De verhaallijn startte in de virtuele wachtruimte, waar een receptioniste het kind ontving en via een virtuele tablet uitleg gaf over het operatietraject. Vervolgens werd het kind in een ziekenhuisbed naar de operatiekamer gebracht, waar uitleg volgde over de aanwezige apparatuur. De sVRE toonde zowel een intraveneuze inductie als een inductie met een kapje. Het kind kon de gehele sVRE rond bewegen met de VR-bril. Na de inductie verscheen de verkoeverkamer, waar via de virtuele tablet informatie werd gegeven over de gevoelens die het kind na de operatie kon ervaren. Hier eindigde de sVRE-interventie.

Patiënten informatiefolder (PIF)

De patiënten informatiefolder (PIF) omvatte de informatie van het onderzoek. Ook was er een bijbehorend toestemmingsformulier voor deelname. Er was zowel een PIF voor ouders, als een PIF voor de kinderen. Deze werden beiden dubbelgeprint. Een geprinte versie kon zelf gehouden worden en de andere versie diende ondertekend geretourneerd te worden voor bevestiging van deelname.

De verstuurde PIFs waren geselecteerd op basis van de leeftijdscategorie van het kind. Bij de kinderen die een amandeloperatie ondergingen waren er PIFs voor de leeftijd van 6 t/m 7 jaar, 8 t/m 11 jaar, 12 t/m 15 jaar en voor 16 t/m 18 jaar. Bij kinderen die een scoliose operatie ondergingen waren er PIFs voor de leeftijd van 8 t/m 11 jaar, 12 t/m 15 jaar en voor 16 t/m 18 jaar.

Ook de toestemmingsformulieren waren verstuurd op basis van de leeftijdscategorie van het kind. Voor kinderen jonger dan 12 jaar was alleen de handtekening van een ouder vereist, bij kinderen tussen de 12 en 15 jaar was zowel een handtekening van een ouder als van het kind zelf nodig en vanaf 16 jaar volstond enkel de handtekening van het kind.

Gemstracker

Gemstracker is een online informatiesysteem waarin vragenlijsten ingevuld en opgeslagen kunnen worden. De website was toegankelijk via een link en werd zowel door de onderzoekers als door patiënten en ouders gebruikt.

Primaire Uitkomstmaten

De primaire uitkomstmaten van dit onderzoek waren preoperatieve angst en postoperatieve pijn. Deze zijn gemeten met vragenlijsten als beoordelingsinstrumenten.

Faces Pain Scale - Revised (FPS-R)

Postoperatieve pijn werd gemeten met de Faces Pain Scale – Revised (FPS-R) (Hicks et al., 2001). De FPS-R is een zelfrapportagemethode waarmee kinderen aan de hand van zes gezichten de intensiteit van hun pijn aangeven, variërend van geen pijn (score 0) tot zeer veel pijn (score 10). De schaal is geschikt voor kinderen vanaf 4 jaar en is veelgebruikt in zowel klinische als experimentele settingen. De pijnscore thuis (nulmeting) en de pijnscores direct na de operatie werden gebruikt voor de analyses.

De FPS-R sluit aan bij het meest gebruikte meetsysteem voor pijnscores (0–10) en is ontworpen om gelijke intervallen tussen de scorecategorieën te waarborgen. Verder is de validiteit van de FPS-R aangetoond in verschillende studies. Zo rapporteerden Hicks et al. (2001) een sterke convergente validiteit, met een correlatie van $r = .93$ met de Visual Analogue Scale (VAS) in een experimentele setting bij kinderen van 5 tot 12 jaar. In een klinische setting onder pediatrische patiënten van 4 tot 12 jaar werd een correlatie van $r = .92$ gevonden met de VAS en $r = .84$ met de Colored Analogue Scale (CAS). Deze resultaten ondersteunen de toepasbaarheid van de FPS-R voor het meten van acute pijn bij kinderen.

Numeric Rating Scale (NRS)

Preoperatieve angst werd gemeten met de NRS. Dit is een zelfrapportagemethode waarmee kinderen aan de hand van een numerieke schaal van 0 tot 10, hun angstscore aangeven. Een score van 0 betekende ‘geen enkele angst’ en een score van 10 de ‘meest voorstelbare angst’. De angstscore thuis (nulmeting) en de angstscore op de operatiedag vóór de operatie werden gebruikt voor de analyses.

De numerieke angstschaal van 0-10 biedt klinici een vertrouwde, eenvoudige en snelle beoordeling van de subjectieve angsttoestand van kinderen en deze kan geschikt zijn voor meerdere zorgomgevingen (Crandall et al., 2007).

Secundaire uitkomstmaten

De secundaire uitkomstmaat was de modererende invloed van leeftijd op operatieve angst en postoperatieve pijn. Deze uitkomstmaat werd gemeten met behulp van een analyse. Deze analyse werd uitgevoerd om bijkomende verbanden te onderzoeken die, zoals in de inleiding van dit onderzoek werd aangegeven, van klinisch belang kunnen zijn voor het begrijpen van factoren die samenhangen met het effect van VR operatieve angst en postoperatieve pijnbeleving bij kinderen.

Procedure

De onderzoeksprocedure was identiek voor patiënten die een amandel- of scolioseoperatie ondergingen. Het onderzoek is beoordeeld en goedgekeurd door het Medisch Ethische Toetsings Commissie (METC) van het Erasmus MC met dossiernummer MEC-2022-0763.

Via de operatielijsten in het ziekenhuisinformatiesysteem HiX werden patiënten geselecteerd die voldeden aan de inclusiecriteria. De anesthesioloog benaderde deze patiënten, waarna bij interesse de PIF werd toegestuurd. Na ondertekening ontvingen deelnemers per e-mail een link naar Gemstracker om hun preoperatieve angstscore met de NRS in te vullen en hun preoperatieve pijnscore met de FPS-R in te vullen (T0).

Vervolgens werden de deelnemers gerandomiseerd via het programma ‘CastorEDC’ door de hoofdonderzoeker, die verder niet betrokken was bij de dataverzameling om blinding te waarborgen. De VR-groep ontving een week voorafgaand de operatie, naast de standaard preoperatieve voorbereiding, ook een VR-bril en de controlegroep (CAU) volgde alleen de standaard preoperatieve voorbereiding. Deze standaard preoperatieve voorbereiding was de mogelijkheid om een informatiefilmpje vanuit het ziekenhuis online zelf te bekijken.

Op de operatiedag werd vóór de operatie, op de afdeling of speelkamer, opnieuw een angstscore afgenomen via de NRS (T1). Hier werd vooraf benadrukt dat de onderzoeker geblindeerd was voor de groepsindeling. Ook werd er benadrukt tegen de verpleegkundigen dat zij geen preoperatieve angstmedicatie mochten toedienen aan de patiënt en dat de patiënt een normale anesthesie procedure moest volgen.

Na de operatie werden de pijnscores met de FPS-R gemeten op de verkoeverkamer vanaf het moment dat de patiënt aanspreekbaar was, met een tijdsinterval van 10 minuten (T2). De onderzoeker registreerde de antwoorden via mondelinge afname en voerde deze via

een tablet direct in Gemstracker in. Na 6 metingen of vertrek van de patiënt van de verkoever werd de dataverzameling afgesloten.

Statistische analyse

Alle data van gerandomiseerde patiënten werd statistisch geanalyseerd met behulp van SPSS-versie 28.0 (SPSS Inc., IBM, Chicago, IL, USA). Voorafgaand aan de analyses werd de dataset gecontroleerd op ontbrekende waarden, outliers en de bijbehorende assumpties per analyse.

Outliers werden gecontroleerd door middel van de z-scores te bekijken in histogrammen (bij univariate analyses) en *scatter plots* (bij bivariate analyses). De assumptie betreft normaliteit van de continue variabelen werd getoetst met de *Shapiro-Wilk test* en door het bekijken van histogrammen, boxplots en Q-Q plots. Niet-normaal verdeelde continue variabelen werden vergeleken met behulp van de *Mann-Whitney U-test*. Bij missende data werd er gebruik gemaakt van een enkelvoudige imputatie om zo dicht mogelijk bij de oorspronkelijke en complete dataset te komen.

Voorafgaand aan de multivariate analyses werd een univariate analyse uitgevoerd om de associatie van mogelijke variabele leeftijd met de afhankelijke variabelen preoperatieve angst en postoperatieve pijn te onderzoeken. De variabele werd meegenomen in de *multivariate analyses* bij een p-waarde kleiner dan .30. Daarnaast werd bij het samenstellen van het regressiemodel rekening gehouden met de *Events Per Variable* (EPV) ratio om *overfitting* te voorkomen en de stabiliteit van de regressie te behouden.

Om het effect van de sVRE op preoperatieve angst te toetsen, werd als *multivariate analyse* een ANCOVA uitgevoerd met de preoperatieve angstscore op de operatiedag (T1) als afhankelijke variabele, de groepsindeling (VR vs. CAU) als onafhankelijke variabele en de preoperatieve angstscore thuis (T0; de nulmeting) als covariaat. Deze analyse werd gekozen om te kunnen controleren of een eventueel verschil in angstscore toe te schrijven was aan het gebruik van VR en niet aan een reeds bestaande angst vóór de interventie. Deze test werd voor beide typen operaties apart getoetst.

Om de invloed van de sVRE op postoperatieve pijnscores te analyseren, werd een mixed ANCOVA uitgevoerd met de postoperatieve pijnscores per tijdsinterval (T2) als within-subjects factor, de groepsindeling (VR vs. CAU) als between-subjects factor en de pijnscore thuis (T0) als covariaat. Er is gekozen om in de analyse vier postoperatieve meetmomenten (T2) mee te nemen bij elke groep om zo te garanderen dat iedere deelnemer, ongeacht het type operatie of verblijfsduur op de verkoever, een gelijk aantal metingen had. Deze vier postoperatieve meetmomenten waren het moment van wakker worden en de

daaropvolgende 30 minuten. De analyse werd apart per operatietype uitgevoerd. Deze test moet duidelijk maken of er een invloed is van VR op het verloop van postoperatieve pijn.

Tot slot werd er een meervoudige regressieanalyse uitgevoerd. Eerst werden de assumpties van een regressie getest. Vervolgens werd met de regressie gekeken naar de mogelijke modererende rol van leeftijd. De postoperatieve pijn was hier de afhankelijke variabele (continu), en preoperatieve angst (continu) en leeftijd (continu) de onafhankelijke variabelen en de interactie tussen preoperatieve angst en leeftijd was er om de mogelijke moderatie van leeftijd te toetsen. Ook deze toets werd voor elke type operatie apart uitgevoerd.

Resultaten

Tabel 1

Operatie- en demografische patiëntkenmerken

Variabele	VR-groep (n=30)	CAU-groep (n=34)	p-waarde
Operatie type			0.897
(Adeno)tonsillectomie	19 (63.3%)	21 (61.8%)	
Scoliose	11 (36.7%)	13 (38.25%)	
Geslacht			0.679
Jongens	13 (43.3%)	13 (38.2%)	
Meisjes	17 (56.7%)	21 (61.8)	
Leeftijd	11.63 ± 4.21	12.06 ± 3.81	0.673

Aan de hand van een *independent samples t-test* tussen groepen, waarbij er voldaan werd aan de assumpties willekeurigheid en onafhankelijkheid tussen twee groepen, normaliteit en homogeniteit in variantie, werden geen significante verschillen tussen de groepen gevonden in de operatie- en patiëntkenmerken omtrent operatietype, geslacht en leeftijd (*alle p* > .05). Zie Tabel 1.

In totaal werden 64 kinderen geanalyseerd (zie Tabel 1 en Tabel 2 in Appendix). In de variabelen pijnscores en angstscores op de verkoever (T2) waren er 42 missende waarden binnen de pijnscores en 47 missende waarden binnen de angstscores. Deze zijn geïmputeerd zoals beschreven in de Methode. De onderzoeksresultaten zijn per onderzoeksvraag uitgesplitst naar de twee operatiegroepen.

Onderzoeksvraag 1: VR en Preoperatieve Angst op Operatiedag

Ten eerste werd verwacht dat er een verschil zou zijn tussen de twee groepen in preoperatieve angstscore. De verwachting was dat de VR-groep lager zou scoren op preoperatieve angst dan de CAU, aangezien de sVRE de kinderen zou voorbereiden op de operatieomgeving. Dit is door middel van een One-Way ANCOVA getest, met de preoperatieve angstscore op de operatiedag (T1) als afhankelijke variabele, de groepsindeling (VR vs. CAU) als onafhankelijke variabele en de preoperatieve angstscore thuis (T0; de nulmeting) als covariaat.

Assumpties

Voorafgaand aan de One-Way ANCOVA werden de assumpties van onafhankelijkheid van observaties, normaliteit van residuen, homoscedasticiteit, lineariteit tussen de covariaat en de afhankelijke variabele en homogeniteit van regressiehellingen gecontroleerd. De analyses toonden aan dat aan al deze assumpties werd voldaan.

Amandeloperatie

Er werd binnen de amandelgroep geen significant effect gevonden voor de preoperatieve angstscore (T1), $F(2, 37) = 3.26, p = .050, \eta^2 = .15$. Het effect wijst echter op een trend richting lagere angst bij de VR-groep. De covariaat T0 had wel een significant effect op T1, $F(1, 37) = 6.38, p = .016, \eta^2 = .15$. Dit betekent dat hogere angstscores thuis samenhangen met hogere angst in het ziekenhuis. De interventiegroep, gecontroleerd voor T0, had geen significant effect, $F(1, 37) = 0.58, p = .452, \eta^2 = .02$. Dit betekent dat, wanneer er rekening werd gehouden met het angstniveau dat kinderen thuis ervoeren, de VR-interventie geen extra afname van angst in het ziekenhuis teweegbracht vergeleken met de controlegroep.

Scoliose-operatie

Bij de scoliosegroep werd geen significant effect gevonden. De preoperatieve angstscore (T1) verschilde niet tussen de groepen, $F(2, 21) = 0.90, p = .420, \eta^2 = .08$, en ook de covariaat T0 was niet significant, $F(1, 21) = 1.78, p = .196, \eta^2 = .08$. Na controle voor T0 bleef het effect van de interventie niet significant, $F(1, 21) = 0.11, p = .740, \eta^2 = .005$. Dit wil zeggen dat er geen statistisch aantoonbare verschillen waren tussen de interventie- en controlegroep en dat ook binnen de scoliosegroep de sVRE niet zorgde voor extra afname van angst ten opzichte van de controlegroep.

Onderzoeksvraag 2: VR en Postoperatieve Pijn op Operatiedag

Ten tweede werd er verwacht dat er geen verschillen zouden zijn tussen de twee groepen in postoperatieve pijnscores bij een amandeloperatie, maar wel bij een zwaardere scolioseoperatie. Deze hypothese werd getest met een *mixed* ANCOVA (Repeated Measures ANCOVA).

Assumptions

Voorafgaand aan de mixed ANCOVA werden de assumpties van onafhankelijkheid van observaties, normaliteit van residuen, homoscedasticiteit, lineariteit tussen de covariaat en de afhankelijke variabele en homogeniteit van regressiehellingsen gecontroleerd. De analyses toonden aan dat aan al deze assumpties werd voldaan. De assumptie van sfericiteit voor de *within-subjects factor* werd getoetst met Mauchly's test. Indien deze assumptie werd geschonden, werd een Greenhouse–Geisser correctie toegepast en zal dit worden benoemd.

Amandeloperatie

De pijnscores veranderden binnen de amandelgroep significant over tijd, Wilks' Lambda = .553, $F(3, 111) = 12.27$, $p < .001$, $\eta^2 = .25$. Dit was een significante lineaire daling van pijn na de amandeloperatie. Er werd geen significant interactie-effect gevonden tussen pijnscores, interventiegroep en baseline angstscores, Wilks' Lambda = .87, $F(6, 111) = .93$, $p = .480$, $\eta^2 = .05$. Dit suggereert dat het verloop van de pijnscores over tijd vergelijkbaar was tussen de VR- en controlegroep.

Scoliose-operatie

De assumptie van sfericiteit werd geschonden, $\chi^2(5) = 17.26$, $p = .004$. Er werd dus gecorrigeerd met Greenhouse-Geisser. Er werden geen significante veranderingen in pijnscores over tijd gevonden binnen de scoliosegroep, Wilks' Lambda = .82, $F(2, 08; 43, 68) = 1.58$, $p = .218$, $\eta^2 = .07$. En tot slot ook geen significante interactie tussen pijnscores, interventie en baseline angstscores, Wilks' Lambda = .77, $F(4, 16, 43, 68) = .57$, $p = .696$, $\eta^2 = .05$. Dit wijst erop dat, bij deze steekproef, er binnen de scoliose patiënten geen significante pijnverandering over tijd was op de verkoeper en dat er ook geen significante verschillen binnen de scoliosegroep waren in het postoperatieve pijnverloop op de verkoeper tussen de interventie- en controlegroep.

Onderzoeksvraag 3: VR-interventie en Invloed van Leeftijd

Tot slot werd er verwacht dat de invloed van de sVRE op angst en pijn, gelijk zou zijn voor kinderen ongeacht hun leeftijd. Deze hypothese werd onderzocht met een meervoudige regressieanalyse.

Assumptions

Voorafgaand aan de regressieanalyse werden de assumpties van lineariteit en de afwezigheid van multicollineariteit, exogeniteit en homoscedasticiteit gecontroleerd. Daarnaast werd gecontroleerd of de steekproef als onafhankelijk kon worden beschouwd. Aan alle assumpties bleek te zijn voldaan.

Amandeloperatie

Voor de pijnscores was het totale model niet significant, $F(3, 36) = 1.40, p = .258, R^2 = .11$. Dit wil zeggen dat de combinatie van voorspellers de variantie in pijnscores niet significant verklaarde. De interactieterm leeftijd x interventiegroep vertoonde als specifieke voorspeller geen statistisch significante relatie met de pijnscores binnen de amandelgroep op de verkoever ($t = .603, p = .550$). Er is dus geen bewijs gevonden dat leeftijd de werking van de interventie versterkt of verzwakt. Ook voor de angstscores was noch het regressiemodel $F(3, 36) = 0.49, p = .695, R^2 = .04$, noch de interactieterm leeftijd $\times$ interventie ($t = -.80, p = .430$) significant.

Scoliose-operatie

Voor de scoliose-groep werd eveneens geen significant model gevonden bij de pijnscores, $F(3, 20) = 0.62, p = .611, R^2 = .09$, en was ook de interactieterm leeftijd x interventiegroep niet statistisch significant, $t = .95, p = .352$.

Als laatste bleek ook het regressiemodel van de angstscores binnen deze groep niet significant, $F(3, 20) = 1.25, p = .320, R^2 = .16$. Ook hier was de interactieterm leeftijd x interventiegroep niet statistisch significant, $t = 1.70, p = .106$. Samenvattend blijkt het dat leeftijd het effect van de sVRE niet beïnvloedde op pijn- of angstscores bij zowel de amandelgroep als bij de scoliosegroep.

Discussie

Deze single-blind Randomized Controlled Trial onderzocht of een smartphone-based Virtual Reality Exposure, als preoperatieve voorbereiding bij kinderen van 6 tot 18 jaar, kon bijdragen aan het verminderen van preoperatieve angst en postoperatieve pijn. Daarnaast werd onderzocht of leeftijd een modererende rol speelt in de effectiviteit van de interventie. Op basis van eerdere literatuur werd verwacht dat de VR-interventie zou leiden tot lagere preoperatieve angstscores en, afhankelijk van de zwaarte van de operatie, ook tot lagere postoperatieve pijnscores (Butt et al., 2022; Buyuk et al., 2021; Carbó et al., 2024; Eijlers et al., 2019; Specht et al., 2023; Wu et al., 2022). De resultaten van het huidige onderzoek ondersteunen deze hypothesen echter niet. Er werden geen significante verschillen gevonden tussen de VR-groep en de controlegroep in zowel preoperatieve angst als postoperatieve pijn. Daarnaast werd verwacht dat leeftijd geen modererend effect zou hebben. Deze hypothese kon niet worden verworpen.

Ten eerste wijkt het uitblijven van een significant effect van de sVRE op preoperatieve angst af van meerdere eerdere studies waarin VR wel effectief bleek in het verminderen van angst voorafgaand aan een operatie (Wu et al., 2022; Carbó et al., 2024). Een mogelijke verklaring hiervoor kan liggen in de verschillen in onderzoeksopzet, met name in het tijdstip

van de angstmeting. In de studie van Wu et al. (2022) werd angst gemeten op het moment dat kinderen de wachtruimte verlieten richting de operatiekamer, een fase waarin spanning doorgaans piekt. In het huidige onderzoek vond de meting plaats bij binnenkomst in de voorbereidingsruimte, een moment waarop de spanning mogelijk minder sterk aanwezig is. Deze verschillen in meetmomenten kunnen de vergelijkbaarheid tussen studies beperken en mogelijk de verschillen in resultaten verklaren.

Daarnaast kan het niveau van de standaardzorg binnen de deelnemende ziekenhuizen een rol hebben gespeeld. In het huidige onderzoek ontvingen kinderen naast de VR-interventie ook uitgebreide preoperatieve voorlichting vanuit het ziekenhuis zelf. Wanneer de standaardzorg al een effectieve voorbereiding biedt, kan het moeilijker zijn om een extra effect van een interventie, zoals de sVRE, aan te tonen.

Een andere belangrijke verklaring betreft de relatief beperkte steekproefgrootte van de huidige studie. Hoewel een poweranalyse vooraf een grotere steekproef adviseerde, kon deze omvang binnen de beschikbare onderzoeksperiode niet volledig worden gerealiseerd. Hierdoor was de statistische power onvoldoende om kleine tot middelgrote effecten te detecteren. Dit wordt ondersteund door het feit dat binnen de amandelgroep een effect werd gevonden dat dicht bij statistische significantie lag ($p = .050$), wat kan wijzen op een mogelijke trend richting lagere angst bij kinderen die de sVRE gebruikten als voorbereiding.

Ten tweede bleek in de huidige studie dat er zowel binnen de scoliose- als amandelgroep geen verschil was in het postoperatieve pijnverloop op de verkoever tussen de interventie- en controlegroep. Dit resultaat komt deels overeen met eerdere studies waarin VR evenmin leidde tot lagere pijnscores op de verkoever (Eijlers et al., 2019; Specht et al., 2023; Wu et al., 2022), maar staat tegelijkertijd in contrast met onderzoeken die wel significante pijnreductie rapporteerden (Binay et al., 2022; Buyuk et al., 2021; Carbó et al., 2024).

Een mogelijke verklaring voor deze uiteenlopende bevindingen kan het tijdstip zijn waarop de sVRE werd toegepast. In studies waarin significante pijnreductie werd gevonden, werd VR vaak vlak vóór of tijdens de medische procedure ingezet. In het huidige onderzoek werd de VR-interventie echter een week voorafgaand aan de operatie aangeboden als voorbereidende interventie. Het is mogelijk dat VR vooral effectief is wanneer het direct voorafgaand aan of tijdens een pijnlijke ervaring wordt toegepast, bijvoorbeeld als afleidingsmethode. Wanneer VR uitsluitend wordt gebruikt als voorbereidende interventie, kan het effect op postoperatieve pijn beperkter zijn.

Daarnaast is zoals eerdergenoemd pijn een subjectieve ervaring die door meerdere factoren wordt beïnvloed, waaronder cognitieve interpretatie, emotionele toestand en eerdere ervaringen met pijn (Jain et al., 2012; Rao et al., 2016). Hierbij spelen ontwikkelingsfactoren een belangrijke rol in de manier waarop pijn wordt ervaren en gerapporteerd (Young, 2017). Door de verschillende uitingen van pijn is het mogelijk dat de definitie van pijn lastig te definiëren is op de huidige meetinstrumenten, zoals op een schaal van 0 tot 10 in de huidige studie, voor zowel kind als observant. Hierdoor kan variatie in de scores ontstaan die niet door de interventie zelf komt, maar door begripsverschillen. Dit zou een reden kunnen zijn voor de verschillende resultaten tussen de studies, die onderling verschillende leeftijdsgroepen gebruikten, verschillende soort observanten inschakelden en verschillende meetinstrumenten gebruikten om de pijn te meten.

Verder moet rekening gehouden worden met het feit dat in veel eerdere VR-studies pijn geen primaire uitkomstmaat was, maar een secundaire variabele naast bijvoorbeeld angst. Hierdoor hadden deze studies vaak niet voldoende power om significante verschillen in pijn te detecteren. Dit maakt het lastig om definitieve conclusies te trekken over de effectiviteit van VR op postoperatieve pijn.

Ten derde bleek dat leeftijd geen invloed had op het effect van de sVRE. De resultaten uit de onderzoeken van Caldas et al. (2004), Specht et al. (2021), Turgut et al. (2024) en Yaz & Yilmaz (2022) zijn hiermee gerepliceerd. Het lijkt er dus ook in het huidige onderzoek op dat VR breed toepasbaar is.

Sterke punten

Een sterk punt van dit onderzoek is dat het zich richtte op de beleving van het kind zelf, in plaats van slechts te vertrouwen op rapportages van ouders of zorgverleners. Deze keuze vormt een inhoudelijke versterking van het huidige onderzoek, gezien een zelfrapportage een goede aanvulling kan zijn voor het in kaart brengen van de innerlijke angst- en pijnbeleving van het kind zelf. Dit is zeer relevant voor deze studie waarin beleving van het kind centraal staat. Ten tweede is de generaliseerbaarheid van de bevindingen relatief groot, doordat de huidige studie werd uitgevoerd in drie verschillende ziekenhuizen en daardoor kinderen met verschillende achtergronden deelnamen aan het onderzoek. Ten derde is er gebruikgemaakt van verschillende typen operaties, waardoor de resultaten breder toepasbaar zijn dan wanneer slechts één type ingreep zou zijn onderzocht. Ten vierde is het een sterk punt dat er meerdere postoperatieve meetmomenten zijn gebruikt, waardoor het verloop van pijn na de ingreep nauwkeuriger in kaart kon worden gebracht dan als er één moment gebruikt zou worden (Drendel et al., 2011). Ten vijfde is een sterk punt van dit

onderzoek dat de sVRE thuis werd aangeboden. Dit vergroot de toepasbaarheid van de VR-interventie en laat zien dat VR een laagdrempelige en veelbelovende interventie kan zijn voor toekomstig gebruik in de praktijk. Door dit op deze manier mee te nemen in het onderzoek, sluit het beter aan bij mogelijke implementatie in de zorg. Tot slot draagt dit onderzoek bij aan het inzicht in niet-farmacologische interventies voor pijn- en angstvermindering bij kinderen. Een gebied waar nog steeds behoefte is aan aanvullend onderzoek en informatie.

Limitaties

Het huidige onderzoek kent desalniettemin een aantal limitaties. Ten eerste is het niet uit te sluiten dat er *confounding variables* van invloed zijn geweest op de resultaten. Dit is goed in te denken gezien de mogelijkheid dat kinderen die eerdere ervaringen hebben gehad met een operatie een mindere angst hebben, omdat de operatie-omgeving niet meer nieuw voor hen is. Ook kunnen de verschillende ziekenhuisprotocollen en -settings belangrijke variabelen zijn die invloed hebben gehad op de verschillende onderzoeksresultaten. Ten tweede is de duur van de onderzoeksperiode te kort geweest. De ingecalculeerde onderzoeksperiode bleek te kort om het aantal benodigde deelnemers te kunnen includeren, waardoor het onderzoek niet genoeg power had. De onderzoeksperiode en de kleine steekproefgrootte zijn dus erg beperkend geweest voor de onderzoeksresultaten. Mogelijke redenen hiervoor zijn dat ziekenhuizen een maximumbudget per jaar hebben voor het type operaties die ze uitvoeren, hierdoor waren er in sommige maanden zeer weinig deelnemers voor een amandelopratie. Ook nam het benaderen van (ouders van) patiënten geregeld tijd in beslag en speelden school(vakanties) ook een grote rol in de aanwezigheid van de doelgroep. Door deze externe factoren was het lastig om de deelnemers voor het onderzoek in 12 maanden compleet te hebben.

Conclusie

Deze single-blinded Randomized Controlled Trial toont aan dat VR-exposure een week voorafgaand aan de operatie geen significant effect had op de postoperatieve pijn- en angstscores van kinderen. Hoewel de pijn na de ingreep wel duidelijk afnam, verliep deze daling op een vergelijkbare manier in zowel de VR- als controlegroep. Wel werd een veelbelovende trend gezien in de afname van angstscores bij kinderen die een amandelopratie ondergingen en de sVRE als voorbereiding hadden. Daarnaast werd geen modererend effect van leeftijd gevonden, wat suggereert dat leeftijd in deze studie geen rol speelde in de respons op de interventie.

De waargenomen trend in de afname van angstscores bij kinderen die een amandeloperatie ondergingen is relevant, omdat preoperatieve angst kan leiden tot verhoogde pijn- en stressreacties tijdens medische procedures (Eijlers et al., 2019). De bevindingen van dit onderzoek benadrukken daarom het belang van vervolgonderzoek naar de omstandigheden waaronder VR-exposure het meest effectief kan zijn.

Toekomstig onderzoek met een grotere steekproefomvang kan mogelijk meer duidelijke analyses opleveren over deze trends en de effectiviteit van de interventie beter vaststellen. Een verder belangrijk aandachtspunt voor toekomstig onderzoek binnen VR-interventies betreft de mate van immersie, de mate waarin de gebruiker zich daadwerkelijk aanwezig voelt in de VR-omgeving. Er wordt verondersteld dat een hogere mate van immersie samenhangt met sterkere effecten op angst- en pijnreductie, omdat de aandacht van het kind sterker wordt gericht op de virtuele omgeving en er daardoor minder cognitieve ruimte overblijft voor het ervaren van spanning of pijn. Tot op heden is echter nog niet overtuigend aangetoond dat volledig immersieve VR effectiever is dan minder interactieve toepassingen binnen de medische context. Toekomstig onderzoek zou zich daarom moeten richten op het systematisch vergelijken van verschillende niveaus van immersie, om beter vast te stellen welk type VR-interventie daadwerkelijk bijdraagt aan de vermindering van preoperatieve angst en postoperatieve pijn. Daarnaast lijkt het relevant om in toekomstig onderzoek andere individuele factoren te onderzoeken, zoals eerdere medische ervaringen en ouderlijke angst, aangezien leeftijd in het huidige onderzoek geen modererend effect liet zien. Het is mogelijk dat deze factoren de respons op VR sterker beïnvloeden dan leeftijd.

Ondanks de beperkingen en het uitblijven van significante effecten van VR biedt dit onderzoek waardevolle inzichten in de manier waarop VR kan worden ingezet binnen de pediatrie preoperatieve zorg. De resultaten dragen bij aan een beter begrip van de omstandigheden waaronder VR mogelijk effectief is en bieden een duidelijker uitgangspunt voor toekomstig onderzoek. Daarmee kan dit onderzoek worden gezien als een stap in de verdere ontwikkeling van niet-farmacologische interventies die kinderen op een kindvriendelijke en moderne manier ondersteunen rondom een operatie.

Referenties

- Ahmed, S. F., Ellis, A., Ward, K. P., Chaku, N., & Davis-Kean, P. E. (2022). Working Memory Development From Early Childhood to Adolescence Using two Nationally Representative Samples. *Developmental Psychology*, 58(10), 1962–1973.
<https://doi.org/10.1037/dev0001396>

- Andersson, L., Karlsson, K., Johansson, P., & Österberg, S. A. (2020). I'm Afraid! Children's Experiences of Being Anesthetized. *Pediatric Anesthesia*, 30(9), 998–1005.
<https://doi.org/10.1111/pan.13931>
- Butt, M., Kabariti, S., Likourezos, A., Drapkin, J., Hossain, R., Brazg, J., & Motov, S. (2021). Take-Pause: Efficacy of Mindfulness-Based Virtual Reality as an Intervention in the Pediatric Emergency Department. *Academic Emergency Medicine*, 29(3), 270–277.
<https://doi.org/10.1111/acem.14412>
- Buyuk, E. T., Odabasoglu, E., Uzsen, H., & Koyun, M. (2021). The Effect of Virtual Reality on Children's Anxiety, Fear, and Pain Levels Before Circumcision. *Journal Of Pediatric Urology*, 17(4), 567.e1-567.e8. <https://doi.org/10.1016/j.jpuro.2021.04.008>
- Caldas, J. C. S., Pais-Ribeiro, J. L., & Carneiro, S. R. (2004). General Anesthesia, Surgery and Hospitalization in Children and Their Effects Upon Cognitive, Academic, Emotional and Sociobehavioral Development – a Review. *Pediatric Anesthesia*, 14(11), 910–915. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9592.2004.01350.x>
- Carbó, A., Tresandí, D., Tril, C., Fernández-Rodríguez, D., & Carrero, E. (2024). Usefulness of a Virtual Reality Educational Program for Reducing Preoperative Anxiety in Children. *European Journal Of Anaesthesiology*, 41(9), 657–667.
<https://doi.org/10.1097/eja.0000000000002032>
- Crandall, M., Lammers, C., Senders, C., Savedra, M., & Braun, J. V. (2007). Initial Validation of a Numeric Zero to ten Scale to Measure Children's State Anxiety. *Anesthesia & Analgesia*, 105(5), 1250–1253.
<https://doi.org/10.1213/01.ane.0000284700.59088.8b>
- Drendel, A. L., Kelly, B. T., & Ali, S. (2011). Pain Assessment for Children. *Pediatric Emergency Care*, 27(8), 773–781. <https://doi.org/10.1097/pec.0b013e31822877f7>
- Eijlers, R., Dierckx, B., Staals, L. M., Berghmans, J. M., Van Der Schroeff, M. P., Strabbing, E. M., Wijnen, R. M., Hillegers, M. H., Legerstee, J. S., & Utens, E. M. (2019). Virtual Reality Exposure Before Elective day Care Surgery to Reduce Anxiety and Pain in Children. *European Journal Of Anaesthesiology*, 36(10), 728–737.
<https://doi.org/10.1097/eja.0000000000001059>
- Hicks, C. L., Von Baeyer, C. L., Spafford, P. A., Van Korlaar, I., & Goodenough, B. (2001). The Faces Pain Scale – Revised: Toward a Common Metric in Pediatric Pain Measurement. *Pain*, 93(2), 173–183. [https://doi.org/10.1016/s0304-3959\(01\)00314-1](https://doi.org/10.1016/s0304-3959(01)00314-1)

- Jain, A., Yeluri, R., & Munshi, A. K. (2012). Measurement and Assessment of Pain in Children - A Review. *Journal Of Clinical Pediatric Dentistry*, 37(2), 125–136. <https://doi.org/10.17796/jcpd.37.2.k84341490806t770>
- Lerwick, J. L. (2013). Psychosocial Implications of Pediatric Surgical Hospitalization. *Seminars in Pediatric Surgery*, 22(3), 129–133. <https://doi.org/10.1053/j.sempedsurg.2013.04.003>
- Li, H. C. W., & Lopez, V. (2006). Assessing Children's Emotional Responses to Surgery: a Multidimensional Approach. *Journal Of Advanced Nursing*, 53(5), 543–550. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2006.03756.x>
- Merkel, S. I., Voepel-Lewis, T., Shayevitz, J. R., & Malviya, S. (1997). The FLACC: a Behavioral Scale for Scoring Postoperative Pain in Young Children. *PubMed*, 23(3), 293–297. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9220806>
- Rao, D. G., Havale, R., Nagaraj, M., Karobari, N. M., Latha, A. M., Tharay, N., & Shrutha, S. P. (2019). Assessment of Efficacy of Virtual Reality Distraction in Reducing Pain Perception and Anxiety in Children Aged 6-10 Years: a Behavioral Interventional Study. *International Journal Of Clinical Pediatric Dentistry*, 12(6), 510–513. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-1694>
- Spagrud, L. J., Piira, T., & Von Baeyer, C. L. (2003). Children's Self-Report of Pain Intensity. *AJN American Journal Of Nursing*, 103(12), 62–64. <https://doi.org/10.1097/00000446-200312000-00020>
- Specht, B. J., Buse, C. R., Phelps, J. R., Phillips, M. R., Chiavacci, S. D., Harrell, L. E., Nelson, J. M., Poulos, K. E., Li, Q., Liu, Y., & Lupa, M. C. (2021). Virtual Reality After Surgery—A Method to Decrease Pain After Surgery in Pediatric Patients. *The American Surgeon*, 89(4), 596–602. <https://doi.org/10.1177/00031348211032204>
- Turgut, A., İlçe, A. Ö., & Öztürk, H. (2024). The Effect of Immersive Virtual Reality Application on Anxiety, Pain, and Parental Satisfaction in the Perioperative Process of Children: a Randomized Controlled Trial. *Pain Management Nursing*, 25(6), 584–590. <https://doi.org/10.1016/j.pmn.2024.06.002>
- Van Twillert, B., Bremer, M., & Faber, A. W. (2007). Computer-Generated Virtual Reality to Control Pain and Anxiety in Pediatric and Adult Burn Patients During Wound Dressing Changes. *Journal Of Burn Care & Research*, 28(5), 694–702. <https://doi.org/10.1097/bcr.0b013e318148c96f>
- Wu, Y., Chen, J., Ma, W., Guo, L., & Feng, H. (2022). Virtual Reality in Preoperative Preparation of Children Undergoing General Anesthesia: a Randomized Controlled

Study. *Die Anaesthesiologie*, 71(S2), 204–211. <https://doi.org/10.1007/s00101-022-01177-w>

Yaz, Ş. B., & Yilmaz, H. B. (2022). The Effects of Designing an Educational Animation Movie in Virtual Reality on Preoperative Fear and Postoperative Pain in Pediatric Patients: A Randomized Controlled Trial. *Journal Of PeriAnesthesia Nursing*, 37(3), 357–364. <https://doi.org/10.1016/j.jopan.2021.04.015>

Young, K. D. (2017). Assessment of Acute Pain in Children. *Clinical Pediatric Emergency Medicine*, 18(4), 235–241. <https://doi.org/10.1016/j.cpem.2017.09.005>

Appendix

Tabel 2

Overzicht Inclusie en Uitval van Deelnemers

	Aantal (N)
In aanmerking gekomen	82
Niet deelgenomen:	18
- Voldeden niet aan inclusiecriterium beheersing Nederlandse taal	4
- Geen interesse	14
Toestemming ingetrokken	3
Geïncludeerd	64

Noot. In totaal werden 64 kinderen geanalyseerd voor het onderzoek.