

Formovanie budúcnosti pediatrickej zdravotnej starostlivosti: virtuálna realita v starostlivosti o popáleniny a rehabilitácii

MUDr. Júlia Bartková, MBA^{1,2}, MUDr. Barbora Karolová², Ema Knezovičová²

¹Klinika popálenín a plastickej chirurgie, Fakultní nemocnice, Brno

²Lekárska fakulta Masarykovy univerzity Brno

Virtuálna realita (VR) predstavuje zlom v pediatrickej starostlivosti o popáleniny, poskytujúc inovatívne riešenia nielen v akútnej liečbe, ale aj v rehabilitácii.

Distrakčná terapia, osvedčený psychologický fenomén, tvorí základ účinnosti VR. Vedecké štúdie neustále potvrdzujú, že pohlcujúce zážitky VR dokážu odvrátiť pozornosť dieťaťa od bolestivých procedúr, čím sa znižuje vnímaná intenzita bolesti. VR je tiež dôležitým nefarmakologickým doplnkom, ktorý je v súlade s prístupmi založenými na dôkazoch a poskytuje vedecky podloženú alternatívu a doplnkovú liečbu k farmakologickým stratégiám zvládania bolesti.

Vedecké štúdie u detí podstupujúcich rehabilitáciu popálenín ukazujú, že cvičenia s podporou VR prispievajú k zlepšeniu rozsahu pohybu, koordinácie a funkčných výsledkov. Prispôsobivosť aplikácií VR umožňuje vytváranie personalizovaných rehabilitačných plánov, ktoré sú prispôbené individuálnym potrebám každého dieťaťa. Naším cieľom bolo primárne predstaviť recentné práce týkajúce sa využitia VR v starostlivosti o popálených pacientov a to najmä pri starostlivosti o rany a v rehabilitácii po popáleninách a poukázať na to, čo z nich vyplýva v kontexte vplyvu VR ako doplnku farmakologickej liečby na zníženie bolesti.

Kľúčové slová: virtuálna realita, detské popálenie, rehabilitácia.

Shaping the future of pediatric healthcare: virtual reality in burn care and rehabilitation

Virtual reality (VR) represents a breakthrough in pediatric burn care, providing innovative solutions not only in acute treatment, but also in rehabilitation.

Distractive therapy, a proven psychological phenomenon, underlies the effectiveness of VR. Scientific studies have consistently confirmed that immersive VR experiences can divert a child's attention from painful procedures, thus reducing the perceived intensity of pain. VR also serves as an important non-pharmacological adjunct that is aligned with evidence-based approaches and provides scientifically-based alternative and complementary treatment to pharmacological pain management strategies. Scientific studies in children undergoing burn rehabilitation demonstrate that VR-supported exercises contribute to improving range of motion, coordination, and functional outcomes. The adaptability of VR applications allows the creation of personalized rehabilitation plans tailored to the individual needs of each child.

Our goal was primarily to introduce recent works regarding the use of VR in the care of patients with burns, particularly in wound care and rehabilitation after burns, and to highlight their implications in the context of the impact of VR as an adjunct to pharmacological treatment for pain reduction.

Key words: virtual reality, pediatric burns, rehabilitation.

DECLARATIONS:

Declaration of originality:

The manuscript is original and has not been published or submitted elsewhere.

Ethical principles compliance:

The authors attest that their study was approved by the local Ethical Committee and is in compliance with human studies and animal welfare regulations of the authors' institutions as well as with the World Medical Association Declaration of Helsinki on Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects adopted by the 18th WMA General Assembly in Helsinki, Finland, in June 1964, with subsequent amendments, as well as with the ICMJE Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical Journals, updated in December 2018, including patient consent where appropriate.

Conflict of interest and financial disclosures:

None.

Funding/Support:

None.

Cit. zkr: *Pediatr. praxi.* 2024;25(4):230-234

<https://doi.org/10.36290/ped.2024.045>

Článek přijat redakcí: 11. 1. 2024

Článek přijat k tisku: 8. 4. 2024

MUDr. Júlia Bartková, MBA

bartkovaj@yahoo.com

Úvod

Popáleniny zaraďujeme k najkomplexnejším traumám vôbec. Okrem iného sa jedná o kombináciu psychických dôsledkov (mentálna záťaž pre detského pacienta a rodinu), komplikovaný rast poranených tkanív sprevádzaný kontraktúrami a jazvením. Taktiež bolesť a úzkosť detí a ich rodičov často prispievajú k predĺženiu času potrebného na manažment popálenín, najmä procesu výmeny obväzov (1). Pre rozsiahle popálenia je typická bolestivosť, dlhotrvajúca a náročná liečba, vysoká úmrtnosť a trvalé následky. V mnohých vysokopriřimových krajinách miera úmrtnosti detí z dôvodu popálenia rok čo rok klesá. V porovnaní s tým, miera úmrtnosti detí v dôsledku popálenín je v súčasnosti viac ako 7-krát vyššia v krajinách s nízkymi a strednými príjmami. Popáleniny sú piatou najčastejšou príčinou nebezpečných detských zranení, ktoré nespôsobujú smrť (2). Pokroky v liečbe popálenín výrazne prispeli k zlepšeniu výsledkov a nižšej úmrtnosti počas hospitalizácie (3). Európska ročná incidencia ťažkých popálenín bola medzi 0,2 do 2,9 na 10 000 obyvateľov s klesajúcim trendom v čase (3). Takmer 50 % pacientov bolo mladších ako 16 rokov a približne 60 % boli mužského pohlavia (4). V Českej republike bolo každoročne v období 1996 až 2006 hospitalizovaných približne 1 500 detí vo veku 0 – 14 rokov kvôli popáleninám. Viac ako 60 % z nich boli batolata vo veku 1 – 4 roky. Viac ako tretina detí bola liečená na oddelení popálenín, zatiaľ čo zvyšok bol ošetrovaný na chirurgickom alebo detskom oddelení (5).

Diskusia

Jednou z najväčších výziev v starostlivosti o detské popáleniny je manažment bolesti často sprevádzaný s úzkosťou spojenou s pravidelnými previazmi či rehabilitáciou (6). Bolesť môže spôsobovať vážne fyziologické a psychologické dôsledky, vedúce k zvýšenému riziku morbidita a dokonca aj úmrtnosti. Aj to je dôvod prečo nemôžeme opomenúť manažment bolesti ako súčasť komplexného prístupu, ktorý zahŕňa viaceré modalít vrátane opioidov, nesteroidných protizápalových liekov (Non-steroidal anti-inflammatory drugs, NSAID), anxiolytík a nefarmakologických techník. Opioidné analgetika sú základom analgetickej stratégie u popá-

ných pacientov (7). Nefarmakologické metódy kontroly bolesti môžu zohrávať dôležitú úlohu ako doplnková terapia bolesti u popálených pacientov. Intervencia pomocou VR, je založená na odvádzaní alebo prerušovaní spôsobu, akým sú aktuálne myšlienky, vrátane bolesti, spracovávané mozgom (1).

Virtuálna realita umožňuje používateľovi ponoriť sa do prostredia stimulujúceho skutočnosť vytvoreného počítačom. Nahradzuje realitu niečím iným. To je väčšinou dosahované kombináciou optických zariadení, slúchadiel a senzorov snímajúcich polohu hlavy (prípadne ďalších častí tela), čo umožňuje rozhládnuť sa po virtuálnom prostredí prípadne sa v ňom pohybovať. Technicky je tento zážitok sprostredkovaný väčšinou VR headsetom (zariadenie pripevnené na hlave používateľa) a externým hardware (napríklad počítač či smartfón) (8). VR pôsobí na zmysly používateľa, primárne na zrak, no často aj sluch či hmat a podľa toho, nakoľko vtiahne používateľa do tohto fiktívneho sveta ju môžeme rozdeliť na neimerzívnu, semiimerzívnu a imerzívnu. V závislosti od toho, čo je cieľom, môže byť takisto do rôznej miery interaktívna.

VR bola pôvodne koncipovaná ako nástroj na moduláciu bolesti Hoffmanom (9–11), ktorý zistil, že je účinná pri popáleninách u dospelých rovnako ako v situáciách vyžadujúci manažment iných bolesti a fóbii (9–11). V roku 2003 prebehla pilotná štúdia na pediatrickom pacientovi v Women's and Children's Hospital (WCH) v Adelaide, ktorý podstúpil rehabilitáciu po ortopedickej operácii. Táto štúdia započala úvahy o užitočnosti VR pri modulácii bolesti u detí počas výmeny obväzov na popáleninách (12).

Využitie VR v terapii popálenín u detí rôzneho veku je možný doplnujúci spôsob zmiernenia bolesti a úzkosti, ako aj podporu psychologickú adaptácie. Od predškolských cez mladšie deti až po starších tínedžerov je dôležité zohľadniť individuálne potreby a preferencie, aby bola terapia účinná a bezpečná (13–16).

Predškolskí (3 – 6 rokov):

■ **Využitie:** VR sa môže použiť na zmiernenie úzkosti a bolesti pri ošetrovaní popálenín, a tiež na zvýšenie pohodlia a zlepšenie spánku.

■ **Pozor na:** Je dôležité vybrať jednoduché a farebné virtuálne prostredie, aby sa minimalizoval strach. Treba tiež zabezpečiť pohodlné VR zariadenia pre malé deti.

■ **Výhody:** Virtuálna realita môže poskytnúť afektívnu distrakciu od bolesti a umožniť deťom relaxovať v príjemnom a kontrolovanom prostredí.

Mladšie deti (7 – 12 rokov):

■ **Využitie:** VR môže pomôcť zmierniť stres spojený s dlhodobým liečením popálenín a podporiť rehabilitáciu.

■ **Pozor na:** Je potrebné vybrať obsah VR primeraný pre ich vek a minimalizovať možnosť vyvolania úzkosti.

■ **Výhody:** Interaktívny prístup a ovládanie virtuálneho prostredia môžu zvýšiť ich zapojenie do liečebného procesu a poskytnúť distrakciu od bolesti.

Staršie deti a tínedžeri (13 – 18 rokov):

■ **Využitie:** VR môže pomôcť zmierniť fyzickú a emocionálnu bolesť a podporiť psychologickú adaptáciu.

■ **Pozor na:** Obsah VR by mal byť stimulujúci a primeraný pre ich vek. Treba rešpektovať ich individuálne potreby a preferencie.

■ **Výhody:** VR môže ponúknuť možnosť úniku do virtuálneho prostredia, kde majú kontrolu, a pomôcť im riešiť svoje pocity a emócie (13–16).

Virtuálna realita a jej využitie pri starostlivosti o rany popálených pacientov

Mnohé ďalšie štúdie na popálených pacientoch sledovali účinnosť využitia VR a to napríklad pri starostlivosti o rany. Spomedzi recentných môžeme spomenúť napríklad štúdiu z júna 2021, ktorá zahŕňala detských pacientov od 6 do 17 rokov, pričom väčšina z nich utrpela popáleniny druhého stupňa. Porovnávali sa tri skupiny. V prvej z nich bola pri zvládaní bolesti spojennej s popáleninami zapojená aktívna VR hra (pacient teda aktívne interagoval), druhá skupina bola vložená do rovnakého VR prostredia, ale bez interakcií a posledná skupina absolvovala štandardnú liečbu bez využitia VR. Pacienti mali za úlohu označiť bolesť na VAS škále (0 – 100) a takisto bola sledovaná FLACC-R škála (face, legs,

activity, cry, consolability-revised), nápomocnosť (škála 0 – 100 pričom 100 je najviac nápomocné) a jednoduchosť použitia VR (znova 0 – 100 pričom 100 je najjednoduchšie).

Výsledky tejto štúdie ukazujú, že skupina pacientov, ktorá aktívne hrala VR hru zaznamenala omnoho nižší celkový level bolesti (VAS 24,9) oproti pacientom so štandardnou terapiou bez využitia VR (VAS 48,1) a takisto omnoho nižší maximálny zaznamenaný level bolesti (VAS 27,4) oproti pacientom so štandardnou terapiou (VAS 48,8) ale aj pacientov, u ktorých bola využitá len pasívna VR (VAS 47,9). Sestry takisto zaznamenali, že sú tieto VR hry jednoducho aplikovateľné v praxi a nápomocné (17).

V roku 2022 bola publikovaná metaanalýza, ktorá zahrnula až 30 štúdií (dokopy 1 293 pacientov detských aj dospelých. Takisto dospeli k rovnakému výsledku, a teda, že VR signifikantne znižuje závažnosť bolesti (18).

Metaanalýza z decembra 2023 skúmala 6 publikovaných štúdií, ktoré spĺňali požadované kritériá, zahŕňajúcich dokopy 241 pediatrických pacientov. Tieto štúdie sa zaoberali využitím VR na zníženie bolestivosti a stresu pri preväzoch popáleninových rán. Výsledky tejto meta analýzy ukazujú, že má VR signifikantný efekt na zníženie levelu bolesti u detí ($p < 0,001$). Táto metóda sa teda ukazuje ako efektívna a sľubná a má potenciál stať sa bežnou súčasťou liečby. Jej výsledkom je totiž lepší management bolesti a lepšie výsledky u detskej populácie (19).

Rovnako v roku 2023 bola publikovaná aj ďalšia metaanalýza a systematický review, ktorá skúmala randomizované klinické trials zaoberajúce sa efektom nefarmakologických intervencií na intenzitu bolesti u dokopy 1 005 popálených detí (0,5 až 19 rokov). Zahrnutých bolo 19 štúdií pričom až 10 z nich sa týkalo VR intervencií. Výsledkom bolo, že tieto nefarmakologické intervencie (oboje VR aj non-VR typy intervencií) signifikantne znižovali level intenzity bolesti u detí pri preväzoch rán, a fyzikálnej terapii avšak táto štúdia popisovala dokonca väčšie účinky u non-VR typov intervencií. Navrhuje sa v nej, že by sa v budúcnosti mohli štúdie zaoberať porovnávaním rôznych typov týchto nefarmakologických intervencií (VR vs. non-VR) a takisto jedno-modálnej versus multi-modálnej distrakcie, aby sme vedeli lepšie porovnať ich efektivitu (20).

K mierne podobnému záveru prišla aj jedna staršia štúdia, ktorá porovnávala tri skupiny pacientov, tí, u ktorých nebola použitá žiadna distrakčná metóda, tí, ktorí mali sebou vybranú non-VR distrakčnú metódu a pacienti, u ktorých bola použitá VR. Len televízia a VR dosiahli signifikantné zníženie bolesti u pacientov a aj napriek tomu, že boli výsledky VR lepšie než u využitia televízie, nebolo to štatisticky významné (21).

Všetky tieto štúdie teda naznačujú, že VR vie byť veľmi nápomocným nástrojom pri zabezpečovaní lepšej kontroly bolesti a rozptýlení detských (ale aj dospelých) pacientov najmä pri bolestivých úkonoch, akými nepochybne sú preväzy popáleninových rán.

Väčšinou sú na tento účel používané imerzívne formy VR hier či už prepojené so smartfónmi alebo aj s rôznymi inými zariadeniami. Vo veľkej meta-analýze z roku 2022 (18) takisto dokázali, že takéto imerzívne formy (teda tie, ktoré pacienta úplne „vtiahnu“ do sveta VR a dávajú mu pocit, že naozaj vstúpil do novovytvoreného sveta) dosahujú oproti neimerzívnym formám lepšie výsledky. Naproti tomu stojí však štúdia, ktorá poukazuje na to, že samotná vyššia miera imerzivity a interaktivity nutne nemusí znamenať vyšší efekt VR vo vzťahu k zníženiu úrovne bolesti (22), čo podčiarkuje potrebu ďalšieho skúmania porovnania nielen rôznych nefarmakologických distrakčných metód a takisto rôznych typov využitia VR.

Virtuálna realita a jej využitie pri rehabilitácii popálených pacientov

Rehabilitácia detských a aj dospelých popálených pacientov je esenciálnou časťou liečby. Je veľmi dôležité, aby sa vhodnými metódami čo najviac zamedzilo kontraktúram, aby bola zachovaná odolnosť kože, rozsah pohybu kĺbov aby sa čím viac znížili trvalé následky poranenia. Je to však proces veľmi bolestivý, a aj preto si v ňom našla svoje miesto VR, ako prostriedok rozptýlenia.

V marci 2022 vyšla štúdia, ktorá skúmala vplyv zaradenia VR do bežného rehabilitačného programu na úroveň bolesti a takisto na rozsah pohybu. Zahŕňala 22 pediatrických popálených pacientov od 9 do 16 rokov, ktorí utrpeli popáleniny druhého stupňa s total bo-

dy surface area (TBSA) 10 – 25%. Obidve skupiny (kontrolná aj tá s využitím VR) podstúpili rovnaké rehabilitačné procedúry, navyše bola zaradená iba VR. Bolest' bola meraná vizuálnou analógovou škálou (VAS) a rozsah pohybu kĺbov elektronickým digitálnym goniometrom pred a aj hneď po rehabilitácii.

Výsledky tejto štúdie hovoria, že sa signifikantne znížila intenzita bolesti a naopak zvýšil rozsah pohybu kĺbov v skupine, ktorej bola aplikovaná virtuálna realita (23).

V marci o rok neskôr vyšla meta-analýza, ktorá zahŕňala šesťnásť randomizovaných kontrolných štúdií s dokopy 535 zapojenými popálenými pacientami. Táto metaanalýza popisuje vplyv VR na úľavu od bolesti, zlepšenie funkcie a redukciu úzkosti a stresu pacientov podstupujúcich rehabilitácie.

Bolo dokázané, že využitie virtuálnej reality zlepšuje kvalitu života a takisto aj pracovnú výkonnosť popálených pacientov. Zvýšilo sa nadobudnutie rozsahu pohybu v kĺboch a naopak sa znížila intenzita bolesti ako aj jej afektívne a kognitívne komponenty. Pacienti hodnotili takúto rehabilitáciu ako zábavnejšiu a mali nižší level úzkosti a takisto čas strávený rozmyšľaním o bolesti v porovnaní s kontrolnou skupinou. Využitie VR naopak nemalo vplyv na zlepšenie úchopu rukou a silu úchopu medzi palec a ukazovák (pinch strenght) (24).

Využitie virtuálnej reality v medicíne

Od prvého použitia VR v zdravotníctve ubehlo už veľa času a v dnešnej dobe našla virtuálna realita uplatnenie v mnohých rôznych zdravotníckych odvetviach. Služí lekárom rovnako ako aj pacientom a jej zapojenie prináša mnohé pozitíva. Veľkou pomocou je využitie VR pri tréningu študentov medicíny, lekárov a zdravotných sestier. Nakoľko ponúka veľmi kvalitné priestorové zobrazenie, ponúka veľmi dobrú vizualizáciu. VR sa tiež využíva na presnejšie plánovanie operácií či lepšiu vizualizáciu anatomických pomerov konkrétneho pacienta. Rôzne štúdie popisujú jej využitie v ortopédii, facio-maxilárnej chirurgii, či špecificky pri operáciách chrčtice (25, 26).

VR má širokú škálu využitia v rehabilitácii. Veľmi často sú to pacienti po mozgovej mŕtvici,

po úrazoch alebo pri neurodegeneratívnych ochoreniach ako napríklad skleróza multiplex či Parkinsonova choroba. Štúdia dokázala, že u pacientov po mozgovej mŕtvici sa zlepšuje kvalita života, funkčnosť ale najmä ich compliance k liečbe (27). Iná štúdia, skúmajúca viaceré odvetvia rehabilitácie ukázala, že virtuálna realita je vhodnou pomôckou najmä pri rehabilitácii horných končatín a môže takisto zlepšovať balans (najmä u neurologických pacientov) (28).

Takisto našla virtuálna realita svoje využitie v psychiatrii. Používa sa najmä pri terapii fóbii, či úzkostí, kedy je pacient v bezpečnom prostredí vystavený realistickým obrazom stimulu, ktorý v ňom vyvoláva reakciu. Táto terapia expozíciou môže byť prínosná aj pre pacientov s postraumatickou stresovou poruchou (Post-Traumatic Stress Disorder, PTSD). Sú rôzne pokusy využívať VR aj pri liečbe demencie, mierneho kognitívneho deficitu, schizofrénie či autizmu (29). Sľubné je aj využitie pri liečbe fantómových bolestí (30).

Virtuálna realita môže byť efektívne využívaná aj pri terapii depresívnych porúch. Rôzne štúdie popisujú takéto využitie. Spomína sa zlepšenie nálady, navodenie pocitu relaxácie, či povzbudenie k väčšej fyzickej aktivite a celkové zníženie závažnosti depresívnych symptómov (31). Takisto existujú pilotné štúdie, ktoré popisujú možnú efektivitu využitia VR pre lepší manažment nevoľností, zvracania a úzkostí pacientov, ktorí podstupujú chemoterapiu (32). V marci roku 2023 vyšla štúdia, ktorá skúmala

Tab. 1. *Limity a plusy virtuálnej reality (VR)*

Pozitíva VR	Negatíva (a limitácie) VR
Jednoduchosť použitia (17)	Únava očí, bolesti hlavy, potenie (34, 35)
Dobrá vizualizácia	Suché oči z prehriatej obrazovky v uzavretom priestore, poškodenie retiny modrým svetlom (36)
Zábavnosť, vtiahnutie do deja, imerzívny zážitok (24)	Špecifické nežiaduce účinky u rôznych medicínskych špecializácií napríklad u psychiatrických pacientov: možnosť vzniku závislosti na VR prostredí (36), rôzne zhoršenia symptómov (posttraumatická stresová porucha, úzkosti, craving) (37) či disociačné symptómy, depersonalizácia, derealizácia (38). Mnohé štúdie týkajúce sa psychiatrických pacientov vedľajšie účinky ani nenahlasujú (37)
Vyššia motivácia a compliance pacienta (27)	Nižšia možnosť využitia u pacientov s nedostatočnými kognitívnymi schopnosťami (39)
Potenciál zníženia potrebného počtu zdravotníckych pracovníkov na pacienta	Kinetóza (40)
Možnosť prípadného využitia doma	Cybersickness (nausea, dezorientácia, posturálna nestabilita, únava, závraty, okulomotorické dysturbancie...) (41, 37)

využitie VR na edukáciu (a zároveň aj zníženie úzkosti) pacientov pred abláciou, kvôli atriálnej fibrilácii. Táto štúdia potvrdila, že pacienti boli lepšie informovaní, spokojnejší a menej sa daného zákroku obávali (33). Okrem mnohých vyššie spomínaných využití, ponúka virtuálna realita víziu možného zlepšenia telemedicíny, čo je momentálne témou výskumu.

Zhrnuli sme limity a plusy VR (Tabuľka 1).

Záver

Vedecké štúdie potvrdzujú významný potenciál VR v pediatrickej starostlivosti o popáleniny, a to nielen v akútnej liečbe, ale aj v rehabilitácii. VR sa ukazuje ako účinný nástroj na riešenie charakteristických problémov, ako sú bolesť a úzkosť, ktorým čelia deti po popáleninách.

V akútnej fáze liečby VR účinne zmierni bolesť a úzkosť u detských pacientov, čo je

podporené vedeckými dôkazmi. Okrem toho VR poskytuje dôležitý nefarmakologický doplnok k farmakologickej liečbe, čím prispieva k celkovému manažmentu bolesti.

V oblasti rehabilitácie po popáleninách VR podporuje angažovanosť a dodržiavanie terapeutických režimov, čo vedie k zlepšeniu funkčných výsledkov u detí. Personalizované rehabilitačné plány vytvárané pomocou VR zlepšujú rozsah pohybu a koordináciu, čím prispievajú k celkovému zotaveniu.

Celkovo možno konštatovať, že virtuálna realita v kombinácii s farmakologickou terapiou predstavuje zlom v pediatrickej starostlivosti o popáleniny, poskytujúc inovatívne riešenia nielen v akútnej liečbe, ale aj v rehabilitácii, a sľubuje zlepšenie kvality života a výsledkov u detských pacientov postihnutých popáleninami.

LITERATÚRA

1. Das DA, Grimmer KA, Sparnon AL, et al. The efficacy of playing a virtual reality game in modulating pain for children with acute burn injuries: a randomized controlled trial [ISRCTN87413556]. *BMC Pediatr.* 2005;5(1):1. Published 2005 Mar 3. doi:10.1186/1471-2431-5-1.
2. WHO. Burns [Internet]. World Health Organization; 2018 [updated 2018 March 6. Available from: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/burns>.
3. Smolle C, Cambiaso-Daniel J, Forbes AA, et al. Recent trends in burn epidemiology worldwide: A systematic review. *Burns.* 2017;43(2):249-257. doi:10.1016/j.burns.2016.08.013.
4. Brusselsaers N, Monstrey S, Vogelaers D, et al. Severe burn injury in Europe: a systematic review of the incidence, etiology, morbidity, and mortality. *Crit Care.* 2010;14(5):R188. doi:10.1186/cc9300.
5. Celko AM, Grivna M, Dánová J, et al. Severe childhood burns in the Czech Republic: risk factors and prevention. *Bull World Health Organ.* 2009;87:374-381.
6. Richardson P, Mustard L. The management of pain in the burns unit. *Burns.* 2009;35(7):921-936. doi:10.1016/j.burns.2009.03.003.
7. Faber AW, Patterson DR, Bremer M. Repeated use of immersive virtual reality therapy to control pain during wound dressing changes in pediatric and adult burn patients. *J Burn Care Res.* 2013;34(5):563-568. doi:10.1097/BCR.0b013e3182777904.
8. Kuchera B. The complete guide to virtual reality in 2016 (so far). Polygon. Archived from the original on 4 March 2016. Retrieved 1 March 2016.
9. Hoffman HG, Doctor JN, Patterson DR, et al. Virtual reality as an adjunctive pain control during burn wound care in adolescent patients. *Pain.* 2000;85(1-2):305-309. doi:10.1016/s0304-3959(99)00275-4.
10. Hoffman HG, Patterson DR, Carrougher GJ. Use of virtual reality for adjunctive treatment of adult burn pain during physical therapy: a controlled study. *Clin J Pain.* 2000;16(3):244-250. doi:10.1097/00002508-200009000-00010.
11. Hoffman HG, Patterson DR, Carrougher GJ, et al. Effectiveness of virtual reality-based pain control with multiple treatments. *Clin J Pain.* 2001;17(3):229-235. doi:10.1097/00002508-200109000-00007.
12. Steele E, Grimmer K, Thomas B, et al. Virtual reality as a pediatric pain modulation technique: a case study. *Cyberpsychol Behav.* 2003;6(6):633-638. doi:10.1089/109493103322725405.
13. Tennant M, Youssef GJ, McGillivray J, et al. Exploring the use of Immersive Virtual Reality to enhance Psychological

- Well-Being in Pediatric Oncology: A pilot randomized controlled trial. *Eur J Oncol Nurs.* 2020;48:101804. doi:10.1016/j.ejon.2020.101804.
14. Gold JJ, Mahrer NE. Is Virtual Reality Ready for Prime Time in the Medical Space? A Randomized Control Trial of Pediatric Virtual Reality for Acute Procedural Pain Management. *J Pediatr Psychol.* 2018;43(3):266-275. doi:10.1093/jpepsy/jsx129.
 15. Birnie KA, Kurlandavelu Y, Jibb L, et al. Usability Testing of an Interactive Virtual Reality Distraction Intervention to Reduce Procedural Pain in Children and Adolescents With Cancer [Formula: see text]. *J Pediatr Oncol Nurs.* 2018;35(6):406-416. doi:10.1177/1043454218782138.
 16. Bernaerts S, Bonroy B, Daems J, et al. Virtual Reality for Distraction and Relaxation in a Pediatric Hospital Setting: An Interventional Study With a Mixed-Methods Design. *Front Digit Health.* 2022;4:866119. Published 2022 May 31. doi:10.3389/fdgh.2022.866119.
 17. Xiang H, Shen J, Wheeler KK, et al. Efficacy of Smartphone Active and Passive Virtual Reality Distraction vs Standard Care on Burn Pain Among Pediatric Patients: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Netw Open.* 2021;4(6):e2112082. Published 2021 Jun 1. doi:10.1001/jamanetworkopen.2021.12082.

18. Norouzkhani N, Chaghian Arani R, et al. Effect of Virtual Reality-Based Interventions on Pain During Wound Care in Burn Patients; a Systematic Review and Meta-Analysis. *Arch Acad Emerg Med.* 2022;10(1):e84. Published 2022 Oct 24. doi:10.22037/aaem.v10i1.1756.
19. Savaş EH, Demir AS, Semerci R, Karadağ A. Effect of virtual reality on pain during burn dressing in children: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Pediatr Nurs.* 2023;73:e364-e371. doi:10.1016/j.pedn.2023.10.002.
20. Farzan R, Parvizi A, Haddadi S, et al. Effects of non-pharmacological interventions on pain intensity of children with burns: A systematic review and meta-analysis. *Int Wound J.* 2023;20(7):2898-2913. doi:10.1111/iwj.14134.
21. van Twillert B, Bremer M, Faber AW, Computer-Generated Virtual Reality to Control Pain and Anxiety in Pediatric and Adult Burn Patients During Wound Dressing Changes, *Journal of Burn Care & Research.* 2007;28(5):694-702, <https://doi.org/10.1097/BCR.0B013E318148C96F>.
22. Patterson DR, Drever S, Soltani M, et al. A comparison of interactive immersive virtual reality and still nature pictures as distraction-based analgesia in burn wound care. *Burns.* 2023;49(1):182-192. doi:10.1016/j.burns.2022.02.002.
23. Ali RR, Selim AO, Abdel Ghafar MA, et al. Virtual reality as a pain distractor during physical rehabilitation in pediatric burns. *Burns.* 2022;48(2):303-308. doi:10.1016/j.burns.2021.04.031.
24. Lan X, Tan Z, Zhou T, et al. Use of Virtual Reality in Burn Rehabilitation: A Systematic Review and Meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2023;104(3):502-513. doi:10.1016/j.apmr.2022.08.005.
25. Ryan GV, Callaghan S, Rafferty A, et al. Learning Outcomes of Immersive Technologies in Health Care Student Education: Systematic Review of the Literature. *J Med Internet Res.* 2022;24(2):e30082. Published 2022 Feb 1. doi:10.2196/30082.
26. Mao RQ, Lan L, Kay J, et al. Immersive Virtual Reality for Surgical Training: A Systematic Review. *J Surg Res.* 2021;268:40-58. doi:10.1016/j.jss.2021.06.045.
27. Demeco A, Zola L, Frizziero A, et al. Immersive Virtual Reality in Post-Stroke Rehabilitation: A Systematic Review. *Sensors (Basel).* 2023;23(3):1712. Published 2023 Feb 3. doi:10.3390/s23031712.
28. Rutkowski S, Kiper P, Cacciante L, et al. Use of virtual reality-based training in different fields of rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. *J Rehabil Med.* 2020;52(11):jrm00121. Published 2020 Nov 19. doi:10.2340/16501977-2755.
29. Park MJ, Kim DJ, Lee U, et al. A Literature Overview of Virtual Reality (VR) in Treatment of Psychiatric Disorders: Recent Advances and Limitations. *Front Psychiatry.* 2019;10:505. Published 2019 Jul 19. doi:10.3389/fpsy.2019.00505.
30. Ambron E, Miller A, Kuchenbecker KJ, et al. Immersive Low-Cost Virtual Reality Treatment for Phantom Limb Pain: Evidence from Two Cases. *Front Neurol.* 2018;9:67. Published 2018 Feb 19. doi:10.3389/fneur.2018.00067.
31. Li J, Theng YL, Foo S. Game-based digital interventions for depression therapy: a systematic review and metaanalysis. *Cyberpsychol Behav Soc Netw.* 2014;17(18):519-527. doi:10.1089/cyber.2013.0481.
32. Lee Wong C, Li CK, Choi KC, et al. Effects of immersive virtual reality for managing anxiety, nausea and vomiting among paediatric cancer patients receiving their first chemotherapy: An exploratory randomised controlled trial. *Eur J Oncol Nurs.* 2022;61:102233. doi:10.1016/j.ejon.2022.102233.
33. Hermans ANL, Betz K, Verhaert DVM, et al. 360° Virtual reality to improve patient education and reduce anxiety towards atrial fibrillation ablation. *Europace.* 2023;25(3):855-862. doi:10.1093/europace/euac246.
34. Ohya S, Nishiike S, Watanabe H, et al. Autonomic responses during motion sickness induced by virtual reality. *Auris Nasus Larynx.* 2007;34(3):303-306. doi:10.1016/j.anl.2007.01.002.
35. Chen W, Chao JG, Chen XW, et al. Quantitative orientation preference and susceptibility to space motion sickness simulated in a virtual reality environment. *Brain Res Bull.* 2015;113:17-26. doi:10.1016/j.brainresbull.2015.01.007.
36. Park MJ, Kim DJ, Lee U, et al. A Literature Overview of Virtual Reality (VR) in Treatment of Psychiatric Disorders: Recent Advances and Limitations. *Front Psychiatry.* 2019;10:505. Published 2019 Jul 19. doi:10.3389/fpsy.2019.00505.
37. Lundin RM, Yeap Y, Menkes DB. Adverse Effects of Virtual and Augmented Reality Interventions in Psychiatry: Systematic Review. *JMIR Ment Health.* 2023;10:e43240. Published 2023 May 5. doi:10.2196/43240.
38. van Heugten-van der Kloet D, Cosgrave J, van Rhee-de J, et al. Out-of-body experience in virtual reality induces acute dissociation. *Psychol Conscious (Wash D C)* 2018;5(4):346-357. doi: 10.1037/cns0000172. [CrossRef] [Google Scholar] .
39. Wu WW, Liu SM, He TT, et al. [Advances in the research of virtual reality technology for pain intervention after burns] [Chinese]. *Zhonghua Shao Shang Za Zhi.* 2020;36:620-622.
40. Smith V, Warty RR, Sursas JA, et al. The Effectiveness of Virtual Reality in Managing Acute Pain and Anxiety for Medical Inpatients: Systematic Review. *J Med Internet Res.* 2020;22(11):e17980. doi: 10.2196/17980. PMID: 33136055; PMCID: PMC7669439.
41. Simón-Vicente L, Rodríguez-Cano S, Delgado-Benito V, et al. Cubo Delgado, Cybersickness. A systematic literature review of adverse effects related to virtual reality, *Neurología*, 2022.