

УДК 616.8-009.6

DOI 10.34014/2227-1848-2020-4-19-29

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЕВОГО СИНДРОМА У ДЕТЕЙ

Н.С. Бофанова, Е.В. Петрова, В.Б. Калистратов, Е.Н. Нестеренко, Д.И. Чиж

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», г. Пенза, Россия

Виртуальная реальность – относительно новый инструмент взаимодействия человека с компьютером, когда человек становится активным участником виртуального мира. Виртуальная реальность быстро стала предметом исследования в разных медицинских областях. Так, например, сегодня многие медицинские процедуры сопровождаются выраженным болевым синдромом и требуют применения обезболивающих препаратов. Новым направлением в обезболивании может стать применение виртуальной реальности как эффективного нефармакологического средства уменьшения болевого синдрома. В настоящее время опубликовано недостаточно научных работ об эффективности этого метода, что стало причиной проведения данного литературного обзора. Цель – анализ электронных баз данных и научной литературы за последние 5 лет (с 2014 по 2019 г.). Виртуальная реальность использовалась для уменьшения болевого синдрома у детей (от 4 до 17 лет) при следующих процедурах: внутривенные инъекции, уход за ожоговыми ранами, перевязка ран, проведение медикаментозных блокад, вакцинация, а также при остром болевом синдроме. Результаты проанализированных исследований показывают, что виртуальная реальность является эффективным нефармакологическим методом уменьшения болевого синдрома. Однако остаются нерешенными вопросы о взаимодействии между виртуальным воздействием и некоторыми обезболивающими препаратами, также неясно, что является более предпочтительным: первоначальное применение терапии с помощью виртуальной реальности, а затем без нее или наоборот. Выводы. Необходимо проведение дополнительных исследований для лучшего понимания влияния виртуальной реальности в педиатрии как на острый болевой синдром, так и на хроническую боль.

Ключевые слова: виртуальная реальность, болевой синдром, педиатрия.

Введение. В настоящее время многие медицинские процедуры и манипуляции сопровождаются выраженным болевым синдромом и требуют применения обезболивающих препаратов [1–3]. Новым направлением в обезболивании может стать использование виртуальной реальности как эффективного нефармакологического средства уменьшения болевого синдрома за счет психологического отвлечения пациента от восприятия боли [4, 5]. В отличие от введения лекарственных препаратов при обезболивании применение виртуальной реальности не вызывает побочных эффектов [6–9].

Виртуальная реальность (VR) – относительно новый инструмент взаимодействия человека с компьютером, когда человек становится активным участником виртуального мира [10, 11]. VR быстро стала предметом исследования во многих медицинских областях как эффективная альтернатива фармакологическим методам [12, 13].

Технология VR была разработана во второй половине 90-х гг. для военных учений, но благодаря постоянному техническому прогрессу метод был признан терапевтическим инструментом. Он использовался у военнослужащих, у которых выявлялось посттравматическое стрессовое расстройство [14–16].

Первый программный продукт виртуальной реальности «Снежный мир» для лечения боли был разработан в США в Вашингтонском университете. Программа позволяла полностью изолироваться от внешнего воздействия с помощью 3D-звуковых и других спецэффектов, что давало возможность пациентам легче преодолевать боль при проведении болезненных медицинских манипуляций [17–19].

Эффект обезбоживания при применении VR достигается за счет того, что психологический фактор оказывает значительное влияние на восприятие чувства боли. Он может влиять на количество болевых сигналов, которые до-

стигают коры головного мозга (теория «воротного контроля» R. Melzack, P.D. Wall). Число информационных стимулов, которые могут одновременно восприниматься головным мозгом, ограничено. Отбор информации происходит с помощью внимания [20–23]. Таким образом, когда пациент находится в виртуальной реальности, он не фокусируется на чувстве боли, поэтому обработке болевых сигналов уделяет меньше внимания, субъективные болевые ощущения при проведении болезненных медицинских процедурах снижаются. Кроме того, в отличие от лекарственных препаратов, которые оказывают побочные эффекты при процедуре обезболивания, использование технологии ВР практически не сопровождается нежелательными воздействиями [24–26].

Виртуальную реальность можно реализовать с помощью различных инструментов (на экране персональных компьютеров, мобильных устройств, в специализированных комнатах ВР) [27–29]. Наиболее часто используемый метод погружения в виртуальную реальность – это шлем ВР на голове, который можно подключить к персональному компьютеру или мобильному телефону [30–34].

Данный литературный обзор направлен на получение представления об использовании технологии ВР в качестве нефармакологического средства для снижения болевого синдрома у детей.

Цель исследования. Изучить доступные научные статьи, напечатанные в период с 2014 по 2019 г., с целью определения эффективности применения технологии ВР для уменьшения болевого синдрома у детей.

Материалы и методы. Проанализированы статьи из электронных баз Elibrary, Pubmed, Medline, опубликованные с января 2014 г. по декабрь 2019 г. Были просмотрены заголовки из списка статей, которые отвечали критериям поискового запроса: виртуальная реальность, болевой синдром, дети. Найдены и изучены полные тексты всех потенциально приемлемых исследований в целях проверки на соответствие критериям включения: возраст пациентов 0–18 лет, количество пациентов в исследовании более 30 чел., дата публикации статей с 2014 по 2019 г. Определены

8 статей, в которых опубликованы результаты использования ВР в качестве средства уменьшения болевого синдрома у детей.

Результаты и обсуждение. Число участников в 8 анализируемых исследованиях варьировало от 31 до 120 чел., возраст – от 4 до 18 лет. Статьи были написаны в США, Канаде, Китае, Индии, Сирии и Австралии. Три исследования опубликовано в 2019 г., четыре – в 2018 г., одно – в 2015 г. ВР использовалась для уменьшения болевого синдрома при следующих процедурах: внутривенные инъекции, уход за ожоговыми ранами, перевязка ран, проведение медикаментозных блокад, вакцинация, а также при остром болевом синдроме.

A.K. Agrawal et al. (2019) использовали технологию ВР для уменьшения вазоокклюзивного болевого синдрома у пациентов с серповидноклеточной анемией. Одному пациенту в этом исследовании было 20 лет, но 30 пациентов были в возрасте 13–18 лет, поэтому это исследование включено в литературный обзор. Боль оценивалась с использованием валидированного педиатрического болевого опросника для подростков. Результаты показали целесообразность исследования и снижение средней интенсивности болевого синдрома: до использования виртуальной реальности она составляла 7,3 балла, после – 3,0 [35].

E. Chan et al. (2019) изучали влияние применения технологии ВР на восприятие боли во время венопункции и внутривенной канюляции у 252 детей в возрасте от 4 до 11 лет. В ходе исследования не были отмечены различия в восприятии боли при венопункции и внутривенной канюляции. Исследование проводилось в 2 разных отделениях: отделении неотложной помощи и отделении патологии. Для оценки боли была применена 10-балльная шкала Faces Pain. Пациенты, прошедшие процедуры в отделении неотложной помощи, отметили снижение восприятия боли на 1,78 балла, тогда как пациенты, находящиеся в отделении патологии, – на 1,39 балла [36].

S. Dumoulin et al. (2019) исследовали эффективность ВР как способа отвлечения во время венопункций и внутривенных канюляций у 59 детей в возрасте от 8 до 17 лет в сравнении с просмотром телепередач. Авторы

продемонстрировали, что, несмотря на снижение чувства страха перед болью, различий в интенсивности восприятия боли обнаружено не было. В данном исследовании к большинству участников перед процедурами была применена местная анестезия [37].

M.N. Al-Haiabi et al. (2018) применяли технологию ВР с целью уменьшения болевого синдрома у 102 детей во время блокады нижнего альвеолярного нерва. Дети были разделены на три группы следующим образом: группа А (контрольная группа), в которой применяли основные методы обезболивания; группа В, в которой использовались очки ВР и беспроводные наушники; группа С, в которой использовались планшетное устройство и беспроводные наушники. В исследовании не было обнаружено различий между контрольной

группой и группами, где использовали технологию ВР [38].

R. Chad et al. (2018) применяли технологию ВР во время проведения иммунизации для уменьшения чувства боли и страха у 17 детей в возрасте от 6 до 17 лет и 17 сопровождавших их родителей. В ходе исследования были собраны данные об ощущении боли и страха у детей и их родителей при использовании ВР. Чувство страха, зарегистрированное до иммунизации, после иммунизации с использованием гарнитуры ВР снижалось у 94,1 % детей. В данном исследовании для регистрации чувства боли использовалась пятибалльная шкала Вонга–Бейкера (рис. 1). В среднем боль уменьшилась на 2,57 балла. Кроме того, чувство страха значительно уменьшилось и в восприятии родителей [39].



Рис. 1. Шкала боли Вонга–Бейкера



Fig. 1. Wong–Baker Faces Pain Rating Scale

Niharika et al. (2018) применяли технологию ВР с целью уменьшения чувства боли во время стоматологических процедур у 40 детей в возрасте 4–8 лет. В проведенном исследовании было 3 сеанса и 2 группы детей: группа А (20 детей) и группа В (20 детей). На первом сеансе детям не применялась технология ВР.

На втором сеансе в группе А использовалась технология ВР, а в группе В не использовалась. На третьем сеансе в группе А технология ВР не применялась, а в группе В применялась. Для оценки боли у детей проводилась по шкале Вонга–Бейкера. Интенсивность боли в группе А на втором сеансе составила

2,56±0,39 балла, на третьем сеансе – 5,220±0,515 балла; в группе В – соответственно 5,440±0,682 и 2,33±0,37 балла. Таким образом, технология ВР значительно уменьшила боль в обеих группах исследования [40].

Geçkeker et al. (2018) применяли технологию ВР с целью уменьшения чувства боли во время проведения врачебных манипуляций у 121 пациента в возрасте от 7 до 12 лет. Пациенты были случайным образом распределены на 3 группы: в 1-й группе применяли

технологии ВР, во 2-й группе использовали холод и вибрацию, 3-я группа стала контрольной. Дети оценивали свою боль по шкале Вонга–Бейкера до, во время и после проведения процедуры (рис. 1). Кроме того, лица, осуществлявшие уход, и медсестры измеряли чувство боли у детей с помощью визуальной аналоговой шкалы (VAS) и шкалы болевого поведения FLACC (лицо, ноги, активность, крик, утешаемость) (табл. 1) [41].

Таблица 1
Table 1

Поведенческая шкала оценки боли FLACC
FLACC Pain Assessment Scale

Параметры Parameters	Характеристика Characteristics	Баллы Score
Лицо Face	Неопределенное выражение или улыбка No particular expression or smile	0
	Редко – гримаса или сдвинутые брови. Замкнутость. Не проявляет интереса Occasional grimace or frown, withdrawn, disinterested	1
	Частое или постоянное дрожание подбородка; сжимание челюстей Frequent to constant quivering chin, clenched jaw	2
Ноги Legs	Нормальное положение, расслабленность Normal position or relaxed	0
	Не может найти удобного положения, постоянно двигает ногами, ноги напряжены Uneasy, restless, tense	1
	Брыкание или поднимание ног Kicking or legs drawn up	2
Движения Activity	Лежит спокойно, положение нормальное, легко двигается Lying quietly, normal position, moves easily	0
	Корчится, сдвигается вперед и назад, напряжен Squirming, shifting, back and forth, tense	1
	Выгибается дугой, ригидность, подергивания Arched, rigid or jerking	2
Плач Cry	Нет плача (во время бодрствования и сна) No cry (awake or asleep)	0
	Стонет или хнычет; время от времени жалуется Moans or whimpers; occasional complaint	1
	Долго плачет, кричит или всхлипывает; часто жалуется Crying steadily, screams, sobs, frequent complaints	2
Насколько поддается успокаиванию Consolability	Доволен, спокоен Content, relaxed	0
	Успокаивается от прикосновения Reassured by touching, hugging or being talked to, distractible	1
	Трудно успокоить Difficult to console or comfort	2

Результаты оценки боли по шкале Вонга–Бейкера до смены повязки были следующими: отвлечение без ВР – $1,63 \pm 1,39$ балла, отвлечение ВР – $0,85 \pm 1,12$ балла. Во время смены повязки в группе пациентов, где не использовалась технология ВР, интенсивность боли составила $4,19 \pm 2,12$ балла, в группе с отвлечением ВР – $2,42 \pm 1,85$ балла. После смены повязки в группе детей, где не использовалась технология ВР, уровень боли оценивался в $3,38 \pm 1,48$ балла, в группе пациентов, где проводилось отвлечение ВР, – в $2,48 \pm 1,80$ балла. Кроме того, шкалы VAS и FLACC показали уменьшение боли на каждом этапе. Наряду с интенсивностью боли регистрировали продолжительность процедуры наложения повязки: $27,90 \pm 6,83$ мин для стандартной группы отвлечения против $22,30 \pm 7,85$ мин для группы, где для отвлечения применялась технология ВР [41].

В исследовании, проведенном Y. Hue et al. (2015), ВР использовали для уменьшения чувства боли во время лечения ожоговой раны у 65 детей в возрасте от 4 до 16 лет. Участники были случайным образом распределены по трем группам: оказание стандартной помощи, пассивное отвлечение внимания при просмотре фильма по телевизору, отвлечение внимания во время процедуры с использованием технологии ВР. В данном исследовании для измерения уровня боли во время проведения процедур использовали 100-миллиметровую линейную шкалу графического рейтинга (WGRS). Дети, которым проводился сеанс виртуальной реальности, сообщили о значительно меньшем чувстве боли, чем пациенты в группе пассивного отвлечения. Разница составила 2,37 см по шкале WGRS [42, 43].

В данном литературном обзоре было определено, что, несмотря на различные методы проведения исследований, применение технологии ВР снижает выраженность болевого синдрома. Процедуры, описанные в выбранных статьях, отличаются, но наиболее часто ВР в качестве нефармакологического метода применялась в тех из них, которые связаны с проколом иглой [42–44]. В анализируемых исследованиях использовались разные модели виртуальной реальности, но чаще – шлем ВР.

Однако ни одно из проведенных исследований не анализировало эффективность технологии виртуальной реальности как средства обезболивания без использования стандартной медикаментозной терапии у детей в сравнении с стандартным обезболиванием без применения ВР.

Заключение. Технология ВР является нефармакологическим методом снижения болевого синдрома. В настоящее время публикации, посвященные данному вопросу, единичны, но они показывают, что ВР может быть применена в отношении пациентов педиатрического профиля.

Остаются нерешенными вопросы о взаимодействии между ВР и обезболивающими препаратами. Кроме того, неясно, когда эффективнее применять технологию ВР: до начала медикаментозной обезболивающей терапии или после приема лекарственных обезболивающих средств.

Большинство анализируемых исследований изучают влияние ВР только на острую боль. Необходимо дальнейшее изучение данного вопроса, чтобы лучше понять эффективность метода как при остром болевом синдроме, так и при хронической боли.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Данилов А.Б. Виртуальная реальность – метод лечения боли и аффективных нарушений. Лечение заболеваний нервной системы. М.: ООО «Неврология»; 2014: 11–17. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22577472> (дата обращения: 11.12.2019).
2. Кузьмина А.С. Виртуальная реальность как средство безопасного контакта с травмирующей реальностью в психотерапии. Вестник Российского университета дружбы народов. 2014; 3: 77–82. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21970476> (дата обращения: 25.11.2019).
3. Rothbaum B.O., Hodges L., Alarcon R., Ready D., Shahar F., Graap K., Pair J., Hebert P., Gotz D., Wills B., Baltzell D. Virtual reality exposure therapy for PTSD Vietnam Veterans: a case study. J. Trauma Stress. 1999; 12: 263–271.

4. *Iannicelli A.M., Vito D., Dodaro C.A., De Matteo P.* Does virtual reality reduce pain in pediatric patients? A systematic review. *Italian Journal of Pediatrics*. 2019; 45: 171.
5. *Friedrichsdorf S.J., Postier A., Eull D., Weidner C., Foster L., Gilbert M., Campbell F.* Pain Outcomes in a US Children's Hospital: A Prospective Cross-Sectional Survey. *Hosp. Pediatr*. 2015; 5 (1): 18–26.
6. *Shomaker K., Dutton S., Mark M.* Pain prevalence and treatment patterns in a US Children's hospital. *Hosp. Pediatr*. 2015; 5: 363–370.
7. *McMurtry M., Riddell R.P., Taddio A., Racine N., Asmundson G.J., Noel M., Chambers C.T., Shah V.* Far From "Just a Poke": Common Painful Needle Procedures and the Development of Needle Fear. *Clin. J. Pain*. 2015; 31 (10): 3–11.
8. *Birnie K.A., Chambers C.T., Fernandez C.V., Forgeron P.A., Latimer M.A., McGrath P.J., Cummings E.A., Finley G.A.* Hospitalized children continue to report undertreated and preventable pain. *Pain Res. Manag.* 2014; 19: 198–204.
9. *Krauss B.S., Calligaris L., M. Green S., Barbi E.* Current concepts in management of pain in children in the emergency department. *Lancet*. 2016; 387 (10013): 83–92.
10. *Boutron I., Altman D.G., Moher D., Schulz K.F., Ravaut P., CONSORT NPT Group.* CONSORT statement for randomized trials of nonpharmacologic treatments: a 2017 update and a CONSORT extension for nonpharmacologic trial abstracts. *Ann. Intern. Med.* 2017; 167: 40–47.
11. *Matsangidou M., Ang C.S., Sakel M.* Clinical utility of virtual reality in pain management: a comprehensive research review. *Br. J. Neurosci Nurs*. 2017; 13: 133–143. DOI: 10.12968/BJNN.2017.13.3.133.
12. *Garrett B., Taverner T., Masinde W., Gromala D., Shaw C., Negraeff M.* A rapid evidence assessment of immersive virtual reality as an adjunct therapy in acute pain management in clinical practice. *Clin. J. Pain*. 2014; 30: 1089–1098.
13. *Kenney M.S., Milling L.S.* The effectiveness of virtual reality distraction for reducing pain: a meta-analysis. *Psychol. Conscious Theory Res. Pract.* 2016; 3: 199–210.
14. *Cummings J.J., Bailenson J.N.* How immersive is enough? A meta-analysis of the effect of immersive technology on user presence. *Media Psychol.* 2016; 19: 272–309.
15. *Weech S., Kenny S., Barnett-Cowan M.* Presence and Cybersickness in Virtual Reality Are Negatively Related: A Review. *Front. Psychol.* 2019; 10.
16. *Hoffman H.G., Meyer W.J., Ramirez M., Roberts L., Seibel E.J., Atzori B., Sharar S.R., Patterson D.R.* Feasibility of articulated arm mounted Oculus Rift Virtual Reality goggles for adjunctive pain control during occupational therapy in pediatric burn patients. *Cyberpsychol. Behav. Soc. Netw.* 2014; 17: 397–401.
17. *He H.G., Zhu L., Chan S.W.C., Liam J.L.W., Li H.C.W., Ko S.S., Klainin-Yobas P., Wang W.* Therapeutic play intervention on children's perioperative anxiety, negative emotional manifestation and postoperative pain: A randomized controlled trial. *J. Adv. Nurs*. 2015; 71: 1032–1043.
18. *Harvie D.S., Broecker M., Smith R.T., Meulders A., Madden V.J., Moseley G.L.* Bogus visual feedback alters onset of movement-evoked pain in people with neck pain. *Psychol. Sci.* 2015; 26: 385–392. DOI: 10.1177/0956797614563339.
19. *Chen K.B., Sesto M.E., Ponto K., Leonard J., Mason A., Vanderheiden G., Williams J., Radwin R.G.* Use of virtual reality feedback for patients with chronic neck pain and kinesiophobia. *IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng.* 2017; 25 (8): 1240–1248. DOI: 10.1109/TNSRE.2016.2621886.
20. *Simons L., Pielech M., Erpelding N., Linnman C., Moulton E., Sava S., Lebel A., Serrano P., Sethna N., Berde C.* The responsive amygdala: Treatment-induced alterations in functional connectivity in pediatric complex regional pain syndrome. *Pain*. 2014; 155: 1727–1742.
21. *Meys P., Pans L., Plasmans K., Heyrman L., Desloovere K., Molenaers G.* The Effect of additional virtual reality training on balance in children with cerebral palsy after lower limb surgery: A feasibility study. *Games Health J.* 2017; 6: 39–48.
22. *Senkowski D., Heinz A.* Chronic pain and distorted body image: Implications for multisensory feedback interventions. *Neurosci Biobehav. Rev.* 2016; 69: 252–259.
23. *Collado-Mateo D., Dominguez-Muñoz F.J., Adsuar J.C., Merellano-Navarro E., Gusi N.* Exergames for women with fibromyalgia: A randomised controlled trial to evaluate the effects on mobility skills, balance and fear of falling. *Peer J.* 2017; 5: e3211.
24. *Oing T., Prescott J.* Implementations of virtual reality for anxiety-related disorders: systematic review. *JMIR Serious Games.* 2018; 6: e10965.
25. *López G.C., Gómez A.R., Figueroa R.D., Baca X.D.* Virtual reality exposure for trauma and stress-related disorders for city violence crime victims. *Int. J. Child Health Hum. Dev.* 2016; 9 (3): 315–322.

26. Lindner P., Miloff A., Hamilton W., Reuterskiöld L., Andersson G., Powers M.B. Creating state of the art, next-generation virtual reality exposure therapies for anxiety disorders using consumer hardware platforms: design considerations and future directions. *Cogn. Behav. Ther.* 2017; 46 (5): 404–420. DOI: 10.1080/16506073.2017.1280843.
27. Cárdenas-López G., de la Rosa A., Durón R., Durán X. Virtual reality exposure for trauma and stress-related disorders for city violence crime victims. *International Journal of Child Health and Human Development.* 2016; 9 (3): 315–322.
28. Reger G.M., Koenen-Woods P., Zetocha K., Smolenski D.J., Holloway K.M., Rothbaum B.O. Randomized controlled trial of prolonged exposure using imaginal exposure vs. virtual reality exposure in active duty soldiers with deployment-related posttraumatic stress disorder (PTSD). *J. Consult. Clin. Psychol.* 2016; 84 (11): 946–959.
29. Rothbaum B.O., Price M., Jovanovic T., Norrholm S.D., Gerardi M., Dunlop B. A randomized, double-blind evaluation of D-cycloserine or alprazolam combined with virtual reality exposure therapy for post-traumatic stress disorder in Iraq and Afghanistan War veterans. *Am. J. Psychiatry.* 2014; 171 (6): 640–648.
30. Padrino-Barrios C., McCombs G., Diawara N., De Leo G. The use of immersive visualization for the control of dental anxiety during oral debridement. *J. Dent. Hyg.* 2015; 89 (6): 372–377.
31. Freeman D., Antley A., Ehlers A., Dunn G., Thompson C., Vorontsova N. The use of immersive virtual reality (VR) to predict the occurrence 6 months later of paranoid thinking and posttraumatic stress symptoms assessed by self-report and interviewer methods: a study of individuals who have been physically assaulted. *Psychol. Assess.* 2014; 26 (3): 841–847.
32. Veling W., Counotte J., Pot-Kolder R., van Os J., van der Gaag M. Childhood trauma, psychosis liability and social stress reactivity: a virtual reality study. *Psychol. Med.* 2016; 46 (16): 3339–3348.
33. Dascal J., Reid M., IsHak W.W., Spiegel B., Recacho J., Rosen B., Danovitch I. Virtual Reality and Medical Inpatients: A Systematic Review of Randomized, Controlled Trials. *Innov. Clin. Neurosci.* 2017; 14 (1–2): 14–21.
34. McCann R.A., Armstrong C.M., Skopp N.A. Virtual reality exposure therapy for the treatment of anxiety disorders: an evaluation of research quality. *J. Anxiety Disord.* 2014; 28: 625–631.
35. Agrawal A.K., Robertson S., Litwin L., Tringale E., Treadwell M., Hoppe C., Marsh A. Virtual reality as complementary pain therapy in hospitalized patients with sickle cell disease. *Pediatr. Blood Cancer.* 2019; 66: e27525.
36. Chan E., Hovenden M., Ramage E., Ling N., Pham J.H., Rahim A., Rahim A., Lam C., Liu L., Foster S., Sambell R., Jeyachanthiran K., Crock C., Stock A., Hopper S., Cohen S., Davidson A., Plummer K., Mills E., Craig S., Deng G., Leong P. Virtual reality for pediatric needle procedural pain: two randomized clinical trials. *J. Pediatr.* 2019; 209: 160–167.
37. Dumoulin S., Bouchard S., Ellis J., Lavoie K.L., Vézina M.P., Charbonneau P. A randomized controlled trial on the use of virtual reality for needle-related procedures in children and adolescents in the emergency department. *Games Health J.* 2019; 8: 285–293.
38. Al-Halabi M.N., Bshara N. Effectiveness of audio visual distraction using virtual reality eyeglasses versus tablet device in child behavioral management during inferior alveolar nerve block. *Anaesth. Pain Intensive Care.* 2018; 22: 55–61.
39. Chad R., Emaan S., Jillian O. Effect of virtual reality headset for pediatric fear and pain distraction during immunization. *Pain Manag.* 2018; 8: 175–179.
40. Niharika P., Reddy N.V., Srujana P., Srikanth K., Daneswari V., Geetha K.S. Effects of distraction using virtual reality technology on pain perception and anxiety levels in children during pulp therapy of primary molars. *J. Indian Soc. Pedod. Prev. Dent.* 2018; 36: 364–369.
41. Gerçeker G.O., Binay Ş., Bilsin E., Kahraman A., Yılmaz H.B. Effects of virtual reality and external cold and vibration on pain in 7- to 12-year-old children during phlebotomy: a randomized controlled trial. *J. Perianesth. Nurs.* 2018; 33: 981–989.
42. Hua Y., Qiu R., Yao W.Y., Zhang Q., Chen X.L. The effect of virtual reality distraction on pain relief during dressing changes in children with chronic wounds on lower limbs. *Pain Manag. Nurs.* 2015; 16: 685–691.
43. Won A.S., Bailey J., Bailenson J., Tataru Ch., Yoon I. Immersive Virtual Reality for Pediatric Pain. *Children.* 2017, 4 (7): 52.
44. Cornick J.E., Blascovich J. Are virtual environments the new frontier in obesity management? *Soc. Personal. Psychol. Compass.* 2014; 8: 650–658.

Авторский коллектив

Бофанова Наталия Сергеевна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры неврологии, нейрохирургии и психиатрии, ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет». 440026, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40; e-mail: box5887@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-5455-4987>.

Петрова Елена Владимировна – кандидат медицинских наук, доцент, заведующая кафедрой неврологии, нейрохирургии и психиатрии, ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет». 440026, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40; e-mail: neurology-mipgy@yandex.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-5941-8300>.

Калистратов Владимир Борисович – кандидат медицинских наук, доцент кафедры неврологии, нейрохирургии и психиатрии, ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет». 440026, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40; e-mail: neurology-mipgy@yandex.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-5851-857X>.

Нестеренко Евгений Николаевич – кандидат исторических наук, старший преподаватель кафедры неврологии, нейрохирургии и психиатрии, ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет». 440026, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40; e-mail: neurology-mipgy@yandex.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-8990-3454>.

Чиж Дарья Ивановна – ассистент кафедры неврологии, нейрохирургии и психиатрии, ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет». 440026, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40; e-mail: neurology-mipgy@yandex.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-9958-4426>.

Образец цитирования

Бофанова Н.С., Петрова Е.В., Калистратов В.Б., Нестеренко Е.Н., Чиж Д.И. Применение технологии виртуальной реальности для лечения болевого синдрома у детей. Ульяновский медико-биологический журнал. 2020; 4: 19–29. DOI: 10.34014/2227-1848-2020-4-19-29.

USING VIRTUAL REALITY FOR PAIN MANAGEMENT IN CHILDREN

N.S. Bofanova, E.V. Petrova, V.B. Kalistratov, E.N. Nesterenko, D.I. Chizh

Penza State University, Penza, Russia

Virtual reality is a relatively new tool for human-computer interaction. A person becomes an active participant in a virtual world. Virtual reality has quickly become the research subject in various medical fields. For example, today many medical procedures are accompanied by severe pain syndrome and require pain relievers. Virtual reality as an effective non-pharmacological means of reducing pain may become a new way of pain management. Currently, there is not enough scientific papers on the efficacy of the method, which has become the reason for this literature review.

The goal of the paper is to analyze electronic databases and scientific literature on the topic over the past 5 years (from 2014 to 2019).

Virtual reality has been used to reduce pain in children (4 to 17 years old) in the following medical procedures: intravenous injections, care for burn wounds, wound dressing, drug blockade, vaccination, and acute pain syndrome. The results obtained show that virtual reality is an effective non-pharmacological method of pain management. However, there are still some unresolved questions on the interaction between virtual exposure and some pain killers. Moreover, it is also unclear what is more preferable: the initial use of virtual reality therapy followed by a standard therapy, or vice versa.

Conclusion. More research is needed to understand the impact of virtual reality in pediatrics on both acute pain and chronic pain.

Keywords: *virtual reality, pain syndrome, pediatrics.*

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

References

1. Danilov A.B. *Virtual'naya real'nost' – metod lecheniya boli i affektivnykh narusheniy. Lechenie zabolovaniy nervnoy sistemy* [Virtual reality as a method of treating pain and affective disorders. Treatment of the nervous system diseases]. Moscow: OOO «Nevrologiya»; 2014: 11–17. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22577472> (accessed: 11.12.2019) (in Russian).
2. Kuz'mina A.S. Virtual'naya real'nost' kak sredstvo bezopasnogo kontakta s travmiruyushchey real'nost'yu v psikhoterapii [Virtual reality as a means of safe contact with traumatic reality in psychotherapy]. *Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov*. 2014; 3: 77–82. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21970476> (accessed: 25.11.2019) (in Russian).
3. Rothbaum B.O., Hodges L., Alarcon R., Ready D., Shahar F., Graap K., Pair J., Hebert P., Gotz D., Wills B., Baltzell D. Virtual reality exposure therapy for PTSD Vietnam Veterans: a case study. *J. Trauma Stress*. 1999; 12: 263–271.
4. Iannicelli A.M., Vito D., Dodaro C.A., De Matteo P. Does virtual reality reduce pain in pediatric patients? A systematic review. *Italian Journal of Pediatrics*. 2019; 45: 171.
5. Friedrichsdorf S.J., Postier A., Eull D., Weidner C., Foster L., Gilbert M., Campbell F. Pain Outcomes in a US Children's Hospital: A Prospective Cross-Sectional Survey. *Hosp. Pediatr*. 2015; 5 (1): 18–26.
6. Shomaker K., Dutton S., Mark M. Pain prevalence and treatment patterns in a US Children's hospital. *Hosp. Pediatr*. 2015; 5: 363–370.
7. McMurtry M., Riddell R.P., Taddio A., Racine N., Asmundson G.J., Noel M., Chambers C.T., Shah V. Far From "Just a Poke": Common Painful Needle Procedures and the Development of Needle Fear. *Clin. J. Pain*. 2015; 31 (10): 3–11.
8. Birnie K.A., Chambers C.T., Fernandez C.V., Forgeron P.A., Latimer M.A., McGrath P.J., Cummings E.A., Finley G.A. Hospitalized children continue to report undertreated and preventable pain. *Pain Res. Manag*. 2014; 19: 198–204.
9. Krauss B.S., Calligaris L., M. Green S., Barbi E. Current concepts in management of pain in children in the emergency department. *Lancet*. 2016; 387 (10013): 83–92.
10. Boutron I., Altman D.G., Moher D., Schulz K.F., Ravaud P., CONSORT NPT Group. CONSORT statement for randomized trials of nonpharmacologic treatments: a 2017 update and a CONSORT extension for nonpharmacologic trial abstracts. *Ann. Intern. Med*. 2017; 167: 40–47.
11. Matsangidou M., Ang C.S., Sakel M. Clinical utility of virtual reality in pain management: a comprehensive research review. *Br. J. Neurosci Nurs*. 2017; 13: 133–143. DOI:10.12968/BJNN.2017.13.3.133.
12. Garrett B., Taverner T., Masinde W., Gromala D., Shaw C., Negraeff M. A rapid evidence assessment of immersive virtual reality as an adjunct therapy in acute pain management in clinical practice. *Clin. J. Pain*. 2014; 30: 1089–1098.
13. Kenney M.S., Milling L.S. The effectiveness of virtual reality distraction for reducing pain: a meta-analysis. *Psychol. Conscious Theory Res. Pract*. 2016; 3: 199–210.
14. Cummings J.J., Bailenson J.N. How immersive is enough? A meta-analysis of the effect of immersive technology on user presence. *Media Psychol*. 2016; 19: 272–309.
15. Weech S., Kenny S., Barnett-Cowan M. Presence and Cybersickness in Virtual Reality Are Negatively Related: A Review. *Front. Psychol*. 2019; 10.
16. Hoffman H.G., Meyer W.J., Ramirez M., Roberts L., Seibel E.J., Atzori B., Sharar S.R., Patterson D.R. Feasibility of articulated arm mounted Oculus Rift Virtual Reality goggles for adjunctive pain control during occupational therapy in pediatric burn patients. *Cyberpsychol. Behav. Soc. Netw*. 2014; 17: 397–401.
17. He H.G., Zhu L., Chan S.W.C., Liam J.L.W., Li H.C.W., Ko S.S., Klainin-Yobas P., Wang W. Therapeutic play intervention on children's perioperative anxiety, negative emotional manifestation and post-operative pain: A randomized controlled trial. *J. Adv. Nurs*. 2015; 71: 1032–1043.
18. Harvie D.S., Broecker M., Smith R.T., Meulders A., Madden V.J., Moseley G.L. Bogus visual feedback alters onset of movement-evoked pain in people with neck pain. *Psychol. Sci*. 2015; 26: 385–392. DOI: 10.1177/0956797614563339.
19. Chen K.B., Sesto M.E., Ponto K., Leonard J., Mason A., Vanderheiden G., Williams J., Radwin R.G. Use of virtual reality feedback for patients with chronic neck pain and kinesiophobia. *IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng*. 2017; 25 (8): 1240–1248. DOI: 10.1109/TNSRE.2016.2621886.
20. Simons L., Pielech M., Erpelding N., Linnman C., Moulton E., Sava S., Lebel A., Serrano P., Sethna N., Berde C. The responsive amygdala: Treatment-induced alterations in functional connectivity in pediatric complex regional pain syndrome. *Pain*. 2014; 155: 1727–1742.

21. Meyns P., Pans L., Plasmans K., Heyrman L., Desloovere K., Molenaers G. The Effect of additional virtual reality training on balance in children with cerebral palsy after lower limb surgery: A feasibility study. *Games Health J.* 2017; 6: 39–48.
22. Senkowski D., Heinz A. Chronic pain and distorted body image: Implications for multisensory feedback interventions. *Neurosci Biobehav. Rev.* 2016; 69: 252–259.
23. Collado-Mateo D., Dominguez-Muñoz F.J., Adsuar J.C., Merellano-Navarro E., Gusi N. Exergames for women with fibromyalgia: A randomised controlled trial to evaluate the effects on mobility skills, balance and fear of falling. *Peer J.* 2017; 5: e3211.
24. Oing T., Prescott J. Implementations of virtual reality for anxiety-related disorders: systematic review. *JMIR Serious Games.* 2018; 6: e10965.
25. López G.C., Gómez A.R., Figueroa R.D., Baca X.D. Virtual reality exposure for trauma and stress-related disorders for city violence crime victims. *Int. J. Child Health Hum. Dev.* 2016; 9 (3): 315–322.
26. Lindner P., Miloff A., Hamilton W., Reuterskiöld L., Andersson G., Powers M.B. Creating state of the art, next-generation virtual reality exposure therapies for anxiety disorders using consumer hardware platforms: design considerations and future directions. *Cogn. Behav. Ther.* 2017; 46 (5): 404–420. DOI: 10.1080/16506073.2017.1280843.
27. Cárdenas-López G., de la Rosa A., Durón R., Durán X. Virtual reality exposure for trauma and stress-related disorders for city violence crime victims. *International Journal of Child Health and Human Development.* 2016; 9 (3): 315–322.
28. Reger G.M., Koenen-Woods P., Zetocha K., Smolenski D.J., Holloway K.M., Rothbaum B.O. Randomized controlled trial of prolonged exposure using imaginal exposure vs. virtual reality exposure in active duty soldiers with deployment-related posttraumatic stress disorder (PTSD). *J. Consult. Clin. Psychol.* 2016; 84 (11): 946–959.
29. Rothbaum B.O., Price M., Jovanovic T., Norrholm S.D., Gerardi M., Dunlop B. A randomized, double-blind evaluation of D-cycloserine or alprazolam combined with virtual reality exposure therapy for post-traumatic stress disorder in Iraq and Afghanistan War veterans. *Am. J. Psychiatry.* 2014; 171 (6): 640–648.
30. Padrino-Barrios C., McCombs G., Diawara N., De Leo G. The use of immersive visualization for the control of dental anxiety during oral debridement. *J. Dent. Hyg.* 2015; 89 (6): 372–377.
31. Freeman D., Antley A., Ehlers A., Dunn G., Thompson C., Vorontsova N. The use of immersive virtual reality (VR) to predict the occurrence 6 months later of paranoid thinking and posttraumatic stress symptoms assessed by self-report and interviewer methods: a study of individuals who have been physically assaulted. *Psychol. Assess.* 2014; 26 (3): 841–847.
32. Veling W., Counotte J., Pot-Kolder R., van Os J., van der Gaag M. Childhood trauma, psychosis liability and social stress reactivity: a virtual reality study. *Psychol. Med.* 2016; 46 (16): 3339–3348.
33. Dascal J., Reid M., IsHak W.W., Spiegel B., Recacho J., Rosen B., Danovitch I. Virtual Reality and Medical Inpatients: A Systematic Review of Randomized, Controlled Trials. *Innov. Clin. Neurosci.* 2017; 14 (1–2): 14–21.
34. McCann R.A., Armstrong C.M., Skopp N.A. Virtual reality exposure therapy for the treatment of anxiety disorders: an evaluation of research quality. *J. Anxiety Disord.* 2014; 28: 625–631.
35. Agrawal A.K., Robertson S., Litwin L., Tringale E., Treadwell M., Hoppe C., Marsh A. Virtual reality as complementary pain therapy in hospitalized patients with sickle cell disease. *Pediatr. Blood Cancer.* 2019; 66: e27525.
36. Chan E., Hovenden M., Ramage E., Ling N., Pham J.H., Rahim A., Rahim A., Lam C., Liu L., Foster S., Sambell R., Jeyachanthiran K., Crock C., Stock A., Hopper S., Cohen S., Davidson A., Plummer K., Mills E., Craig S., Deng G., Leong P. Virtual reality for pediatric needle procedural pain: two randomized clinical trials. *J. Pediatr.* 2019; 209: 160–167.
37. Dumoulin S., Bouchard S., Ellis J., Lavoie K.L., Vézina M.P., Charbonneau P. A randomized controlled trial on the use of virtual reality for needle-related procedures in children and adolescents in the emergency department. *Games Health J.* 2019; 8: 285–293.
38. Al-Halabi M.N., Bshara N. Effectiveness of audio visual distraction using virtual reality eyeglasses versus tablet device in child behavioral management during inferior alveolar nerve block. *Anaesth. Pain Intensive Care.* 2018; 22: 55–61.
39. Chad R., Emaan S., Jillian O. Effect of virtual reality headset for pediatric fear and pain distraction during immunization. *Pain Manag.* 2018; 8: 175–179.

40. Niharika P., Reddy N.V., Srujana P., Srikanth K., Daneswari V., Geetha K.S. Effects of distraction using virtual reality technology on pain perception and anxiety levels in children during pulp therapy of primary molars. *J. Indian Soc. Pedod. Prev. Dent.* 2018; 36: 364–369.
41. Gerçeker G.O., Binay Ş., Bilsin E., Kahraman A., Yılmaz H.B. Effects of virtual reality and external cold and vibration on pain in 7- to 12-year-old children during phlebotomy: a randomized controlled trial. *J. Perianesth. Nurs.* 2018; 33: 981–989.
42. Hua Y., Qiu R., Yao W.Y., Zhang Q., Chen X.L. The effect of virtual reality distraction on pain relief during dressing changes in children with chronic wounds on lower limbs. *Pain Manag. Nurs.* 2015; 16: 685–691.
43. Won A.S., Bailey J., Bailenson J., Tataru Ch., Yoon I. Immersive Virtual Reality for Pediatric Pain. *Children.* 2017, 4 (7): 52.
44. Cornick J.E., Blascovich J. Are virtual environments the new frontier in obesity management? *Soc. Personal. Psychol. Compass.* 2014; 8: 650–658.

Received 30 June 2020; accepted 12 September 2020.

Information about the authors

Bofanova Nataliya Sergeevna, Candidate of Sciences (Medicine), Associate Professor, Chair of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry, Penza State University. 440026, Russia, Penza, Krasnaya St., 40; e-mail: box5887@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-5455-4987>.

Petrova Elena Vladimirovna, Candidate of Sciences (Medicine), Associate Professor, Head of the Chair of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry, Penza State University. 440026, Russia, Penza, Krasnaya St., 40; e-mail: neurology-mipgy@yandex.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-5941-8300>.

Kalistratov Vladimir Borisovich, Candidate of Sciences (Medicine), Associate Professor, Chair of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry, Penza State University. 440026, Russia, Penza, Krasnaya St., 40; e-mail: neurology-mipgy@yandex.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-5851-857X>.

Nesterenko Evgeniy Nikolaevich, Candidate of Sciences (History), Senior Lecturer, Chair of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry, Penza State University. 440026, Russia, Penza, Krasnaya St., 40; e-mail: neurology-mipgy@yandex.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-8990-3454>.

Chizh Dar'ya Ivanovna, Teaching Assistant, Chair of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry, Penza State University. 440026, Russia, Penza, Krasnaya St., 40; e-mail: neurology-mipgy@yandex.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-9958-4426>.

For citation

Bofanova N.S., Petrova E.V., Kalistratov V.B., Nesterenko E.N., Chizh D.I. Primenenie tekhnologii virtual'noy real'nosti dlya lecheniya bolevogo sindroma u detey [Using virtual reality for pain management in children]. *Ul'yanovskiy mediko-biologicheskij zhurnal.* 2020; 4: 19–29. DOI: 10.34014/2227-1848-2020-4-19-29 (in Russian).