



Осложнения, связанные с использованием терапии на основе виртуальной реальности во время лечения послеоперационной боли

Г. Э. ЛЫСЕНКО, А. В. ЩЕГОЛЕВ, Б. Н. БОГОМОЛОВ, Д. П. МЕШАКОВ

Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург, РФ

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Терапия на основе виртуальной реальности применяется как метод немедикаментозного лечения послеоперационной боли. Возможные осложнения плохо изучены, что затрудняет ее использование в повседневной клинической практике.

Цель – оценка развития осложнений при использовании терапии на основе виртуальной реальности в лечении послеоперационного болевого синдрома.

Материалы и методы. Выполнено проспективное клиническое исследование. Включены 90 пациентов, которым предстояло выполнение хирургических вмешательств. После рандомизации сформированы 3 группы: 1 группа ($n = 30$) – терапия с сеансом 15 мин как дополнение стандартной терапии послеоперационной боли, 2 группа ($n = 30$) – терапия с сеансом 25 мин, и 3 группа ($n = 30$), получающая только медикаментозное лечение послеоперационного болевого синдрома. Терапию на основе виртуальной реальности (ВР-терапия) проводили через 3, 7, 12 ч после операции при помощи устройства Oculus Quest 2. Осложнениями ВР-терапии считали послеоперационную тошноту, рвоту и головокружение. Их развитие оценивали по шкалам самооценки укачивания FMS (Fast Motion Sickness Scale) и послеоперационной тошноты и рвоты (ПОТР). Оценку качества восстановления пациента после анестезии осуществляли с использованием шкалы QoR-15.

Результаты. Не было выявлено различий в частоте встречаемости зрительно-индуцированного укачивания между группами с разной продолжительностью сеанса. Частота развития послеоперационной тошноты и рвоты и потребность в противорвотных препаратах не отличались между основными и контрольной группами. Обнаружена положительная корреляция между возникновением зрительно-индуцированного укачивания (ЗИУ) и приемом опиоидных препаратов в послеоперационном периоде. У пациентов с длительностью сеанса ВР-терапии 25 мин показатели качества восстановления после анестезии были выше, чем в других группах.

Выводы. Использование ВР-терапии с сеансом 15 и 25 мин не приводит к увеличению частоты возникновения послеоперационной тошноты и рвоты. Продолжительность терапии не влияла на развитие ЗИУ. Показатели качества восстановления после анестезии в группе с длительностью ВР-терапии 25 мин были выше, чем в других группах.

Ключевые слова: послеоперационная боль, ВР-терапия, виртуальная реальность, послеоперационная тошнота и рвота, зрительно-индуцированное укачивание

Для цитирования: Лысенко Г. Э., Щеголев А. В., Богомолов Б. Н., Мешаков Д. П. Осложнения, связанные с использованием терапии на основе виртуальной реальности во время лечения послеоперационной боли // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2023. – Т. 20, № 3. – С. 38–44. DOI: 10.24884/2078-5658-2023-20-3-38-44.

Complications associated with the use of virtual reality therapy during the treatment of postoperative pain

G. E. LYSENKO, A. V. SHCHEGOLEV, B. N. BOGOMOLOV, D. P. MESHAKOV

Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia

ABSTRACT

Relevance. The therapy based on virtual reality is used as a method of non-pharmacological treatment of postoperative pain. Possible complications are poorly understood, making it difficult to use in everyday clinical practice.

The objective was the evaluation of the development of complications when using therapy based on virtual reality in the treatment of postoperative pain syndrome.

Materials and methods. A prospective clinical study was performed. 90 patients who had to perform surgical interventions were included. After randomization, three groups were formed: group I ($n = 30$) – therapy with a 15-minute session as an addition to standard therapy for postoperative pain, group II ($n = 30$) – therapy with a 25-minute session, and group III ($n = 30$) receiving only drug treatment of postoperative pain syndrome. Virtual reality-based therapy (VR-therapy) was performed 3, 7, 12 hours after surgery using the Oculus Quest 2 device. Postoperative nausea, vomiting and dizziness were considered complications of VR-therapy. The development of complications was assessed using the FMS (Fast Motion Sickness Scale) self-assessment of motion sickness and the Postoperative Nausea and Vomiting Scale (PONV). The quality of the patient's recovery after anesthesia was assessed using the QoR-15 scale.

Results. There were no differences in the incidence of visually induced motion sickness between groups with different session durations. The incidence of postoperative nausea and vomiting and the need for antiemetic drugs did not differ between the main and control groups. A positive correlation was found between the occurrence of visually induced motion sickness (VIMS) and the use of opioid drugs in the postoperative period. In patients with a VR-therapy session duration of 25 minutes, the indicators of the quality of recovery after anesthesia were higher than in other groups.

Conclusions. The use of VR-therapy with a session of 15 and 25 minutes does not lead to an increase in the incidence of postoperative nausea and vomiting. The duration of therapy did not affect the development of VIMS. The indicators of the quality of recovery after anesthesia in the group with a duration of VR-therapy of 25 minutes were higher than in other groups.

Key words: postoperative pain, VR-therapy, virtual reality, postoperative nausea and vomiting, visually induced motion sickness.

For citation: Lysenko G. E., Shchegolev A. V., Bogomolov B. N., Meshakov D. P. Complications associated with the use of virtual reality therapy during the treatment of postoperative pain. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*, 2023, Vol. 20, № 3, P. 38–44. (In Russ.). DOI: 10.24884/2078-5658-2023-20-3-38-44.

Для корреспонденции:
Григорий Эмильевич Лысенко
E-mail: grish.spb@bk.ru

Correspondence:
Grigory E. Lysenko
E-mail: grish.spb@bk.ru

Введение

Терапия на основе виртуальной реальности изучается как дополнительный метод в лечении острой боли [23, 15, 8]. Эффективность использования в периоперационном периоде показана в ряде клинических исследований [5, 17]. Основным осложнением, способным ограничить ее применение, является развитие зрительно-индуцированного укачивания (ЗИУ) [9]. Проявления ЗИУ клинически схожи с кинетозом и синдромом послеоперационной тошноты и рвоты.

Существует несколько теорий развития ЗИУ. Классическая сенсорная теория конфликта была предложена в 1975 г. J. T. Reason et al. Она основывается на несоответствии сигналов от зрительных, вестибулярных проприорецепторов с предыдущим опытом восприятия реальности [19]. В 1991 г. G. Riccio et al. подвергли критике данную теорию [18]. Они высказали предположение, что симптомы могут возникать вследствие длительной постуральной нестабильности и сохраняться, пока человек не научится к ней приспосабливаться. S. Bruck et al. в 2011 г. предложили новую гипотезу, состоящую из цепочки причинно-следственных связей: усиление возбуждения приводит к изменению частоты дыхания, что вызывает снижение углекислого газа в мозговом кровотоке с последующим развитием «тренажерной болезни»: головокружение, быстрая утомляемость, тошнота [4].

Распространенность зрительно-индуцированного укачивания мало изучена. Согласно опубликованным исследованиям, частота ее встречаемости колеблется от 1% до 80% [21]. Основные факторы риска связаны с техническими особенностями устройства и визуального наполнения иммерсивной среды [11]. В большинстве случаев развившиеся симптомы не требуют медикаментозного лечения [13]. Фармакологические методы основаны на стратегии терапии симптомов кинетоза вследствие схожей клинической картины. В обзоре литературы, проведенном A. Koch et al., в качестве лечения было предложено использовать H_1 -антигистаминные препараты (дименгидринат) и скополамин [14]. В более позднем исследовании, проведенном D. Ergin et al., было произведено сравнение эффективности дименгидрината и метоклопрамида. Авторы не нашли достоверных различий в их эффективности при лечении проявления ЗИУ [13].

Наиболее эффективный метод лечения – это «привыкание». Повторное воздействие одного и того же эффекта приводит к уменьшению проявления ЗИУ даже в тяжелых случаях [7].

Анализ литературы не выявил достоверных способов определения риска развития ЗИУ у пациентов, находящихся на госпитализации. Было предложено несколько методов по оценке проявления данного осложнения. Наиболее цитируемая в литературе – шкала укачивания Fast Motion Sickness Scale [12].

Предполагается, что ЗИУ напрямую зависит от длительности погружения в мультисенсорную окружающую среду [22]. В недавно опубликованном обзоре литературы была проведена оценка частоты встречаемости различных физиологических явлений после использования технологии виртуальной реальности у людей, находящихся на госпитализации, но не подвергшихся хирургическому вмешательству. В целом частота побочных эффектов была низкой и встречалась в диапазоне от 0 до 8% [20, 24]. Влияние дополнительного воздействия медикаментов (опиоидных анальгетиков, ингаляционных и внутривенных анестетиков и т.д.) на развитие ЗИУ в послеоперационном периоде неизвестно.

Цель исследования – оценка развития осложнений при использовании терапии на основе виртуальной реальности в лечении послеоперационного болевого синдрома.

Материалы и методы

Работа проведена в Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова с марта 2021 г. по ноябрь 2022 г. После получения одобрения локальным этическим комитетом (выписка их протокола № 262 от 22 февраля 2021 г.) в рандомизированное одноцентровое клиническое исследование включены 90 пациентов.

Критерии включения: плановые оперативные вмешательства в условиях общей комбинированной анестезии, добровольное информированное согласие пациента на участие в исследовании, возраст от 18 до 60 лет.

Критерии не включения: когнитивные нарушения по данным анамнеза, онкологические и тяжелые системные заболевания, тяжелые нарушения зрения, приводящие к невозможности использовать устройство для создания виртуальной реальности, укачивание в транспорте по данным анамнеза, планируемая регионарная или эпидуральная послеоперационная анальгезия.

Критерии исключения: зрительно-индуцированное укачивание при использовании устройства по созданию иммерсивной среды (количество баллов по шкале самооценки укачивания более 15), риск развития послеоперационной тошноты и рвоты по шкале Апфеля > 3 баллов, отказ пациента на любом этапе исследования.

Выполнена независимая последовательная рандомизация с использованием метода закрытых конвертов. Сформированы группы: 1 основная ($n = 30$), где пациентам проводили ВР-терапию сеансами по 15 мин, 2 основная ($n = 30$) – длительность сеансов по 25 мин, 3-я контрольная ($n = 30$) – использовались только медикаментозные методы лечения болевого синдрома. По объему хирургического вмешательства, антропометрическим и демографическим показателям группы сопоставимы ($p > 0,05$) (табл. 1).

Виды оперативных вмешательств: лапароскопическая холецистэктомия, лапароскопическая герниопластика (паховой и пупочной грыж); коррекция

Таблица 1. Общая характеристика пациентов

Table 1. General characteristics of patients

Сведения	Группа			Статистический показатель (критерий Фишера)
	1 (n = 30)	2 (n = 30)	3 (n = 30)	
Возраст, лет	37 (33;43)	32 (29;39)	35 (29;40)	$p = 0,1$
Пол n (%)	М – 17 (56,7) Ж – 13 (43,3)	М – 15 (50) Ж – 15 (50)	М – 18 (60) Ж – 12 (40)	$p = 0,5$
Физический статус пациента, баллы	2 (1; 2)	2 (1; 2)	2 (1; 2)	$p = 0,8$
Шкала риска развития ПОТР Апфеля, баллы	1 (1; 2)	1 (1; 2)	1 (1; 2)	$p = 1$
Объем оперативного вмешательства (класс)	2 (1; 2)	2 (1; 2)	2 (1; 2)	$p = 0,9$

вальгусной деформации стопы, артроскопия коленного сустава, остеосинтез длинных трубчатых костей нижних конечностей. Пациенты всех типов хирургических вмешательств были равномерно распределены по группам.

Методика проведения общей комбинированной анестезии при выполнении хирургических вмешательств: введение в анестезию пропофол в дозе 2,0–2,5 мг/кг, фентанил – 2 мкг/кг и рокуроний – 0,6 мг/кг. Анестезию поддерживали инсуффляцией севофлурана до 1,0 минимальной альвеолярной концентрации и введением фентанила внутривенно дробно по 0,1 мг через 20–30 мин. Экстубацию трахеи выполняли на операционном столе.

Дальнейшее лечение пациентов проходило в общехирургическом отделении. Медикаментозное лечение послеоперационного болевого синдрома было стандартизировано: до индукции анестезии – дексаметазон внутривенно 8 мг, после операции – внутривенно: кетопрофен 100 мг каждые 12 ч, парацетамол 1000 мг каждые 6 ч. При развитии тяжелого болевого синдрома (> 6 баллов по числовой рейтинговой шкале) – внутримышечно трамадол 100 мг. Лечение послеоперационной тошноты и рвоты (ПОТР) – внутривенно метоклопрамид 10 мг. Оценку тошноты и рвоты по шкале ПОТР [2] осуществляли каждые 3, 7, 12 ч. Шкала ПОТР: 1 балл – ни тошноты, ни рвоты; 2 балла – тошнота без рвоты; 3 балла – тошнота и рвотные позывы; 4 балла – рвота. Метоклопрамид назначали при наличии тошноты без рвотных позывов более одного часа или количестве баллов по шкале ПОТР ≥ 3 [10]. При неэффективности терапии в течение 6 ч пациента исключали из исследования.

Оценку качества восстановления пациента после анестезии осуществляли с использованием шкалы QoR-15 (Quality of recovery 15-item questionnaire) [3]. Анализ осуществляли через 12 ч после операции во всех группах.

Методика проведения ВР-терапии. Пациентам из основных групп за день до операции было необходимо выбрать программу визуального наполнения для ВР-терапии и пройти обучение по использованию устройства (очки виртуальной реальности Oculus Quest 2). После выполнения оперативного вмешательства пациентам 1 группы проводили сеанс 15 мин, а 2 – в течение 25 мин. Кратность процедур была одинакова (3, 7 и 12 ч после операции). ВР-терапию использовали как дополнительный

метод лечения боли. Для визуального наполнения использовали коммерческие программы Fruit Ninja, Cubism, Nature Treks VR, Ocean Rift. Оценку развития ЗИУ осуществляли по шкале укачивания FMS (Fast Motion Sickness Scale) после каждого сеанса ВР-терапии.

С целью определения влияния опиоидных анальгетиков на развитие ЗИУ использовали стандартизированный показатель – морфин-миллиграммовый эквивалент (ММЭ). Коэффициент для трамадола 0,1 [6].

Статистический анализ. Обработку результатов осуществляли с помощью программы StatPlus:mac и интернет-сайта Psychometrica (https://www.psychometrica.de/effect_size.html).

Количественные данные анализировали на предмет характера распределения (тест Шапиро – Уилко). Полученные в исследовании значения были распределены ненормально, что потребовало использования непараметрических методов. Для независимых выборок: U-критерий Манна – Уитни, точный критерий Фишера, коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$. Размер эффекта определяли при помощи коэффициента Cohen's d (Cohen's d – 0,2 небольшой размер эффекта; Cohen's d – 0,5 средний размер эффекта; Cohen's d – 0,7 большой размер эффекта). Описание полученных данных представлено в тексте в виде среднего значения (M) и стандартного отклонения (CO), а в таблицах – медианы 25 и 75 перцентиля – Me (Q1; Q3).

Результаты

Частота развития головокружений после использования ВР-терапии не отличалась в основных группах. После 1 сеанса ЗИУ диагностировал в 10% в 1 и 2 группе ($p = 0,95$; $M_1 = 0,68$; CO – 2,2; $M_{II} = 0,86$; CO – 2,6). По завершении 2 сеанса: 1 группа – 7%, 2 группа – 10% ($p = 0,62$; $M_1 = 0,27$; CO – 1,06; $M_{II} = 0,62$; CO – 2,09). После 3 сеанса ВР-терапии: 1 группа – 3%, 2 – 7% ($p = 0,54$; $M_1 = 0,17$; CO – 0,9; $M_{II} = 0,34$; CO – 1,2).

ПОТР встречалась в 20% случаев. По данным однофакторного дисперсионного анализа различий между группами по частоте развития ПОТР выявлено не было ($p = 0,14$; $d = 0,8$). Проявление изучаемого признака представлено в табл. 2 и на рис. 1.

Таблица 2. Баллы по шкале ПОТР в течение первых 12 ч после операции

Table 2. Postoperative nausea and vomiting scores during the first 12 hours after surgery

Шкала ПОТР, баллы	Время после операции (ч)								
	3			7			12		
	Группа								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	17%	3%	13%	17%	10%	17%	3%	7%	3%
2	7%	13%	3%	3%	10%	3%	3%	3%	0%
3	3%	7%	7%	7%	3%	0%	0%	0%	0%
4	3%	10%	0%	0%	3%	0%	0%	3%	0%

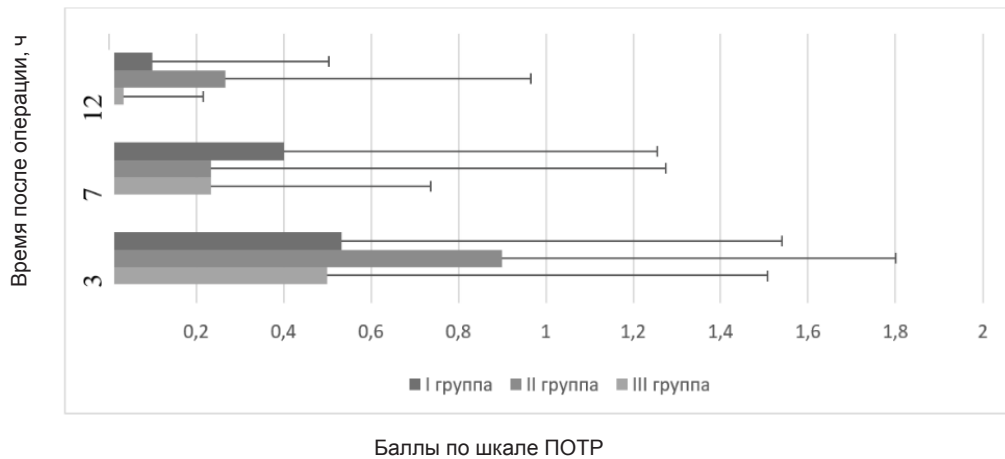


Рис. 1. Значения по шкале ПОТР через 3, 7 и 12 ч после операции

Fig. 1. Postoperative nausea and vomiting scores 3, 7 and 12 hours after surgery

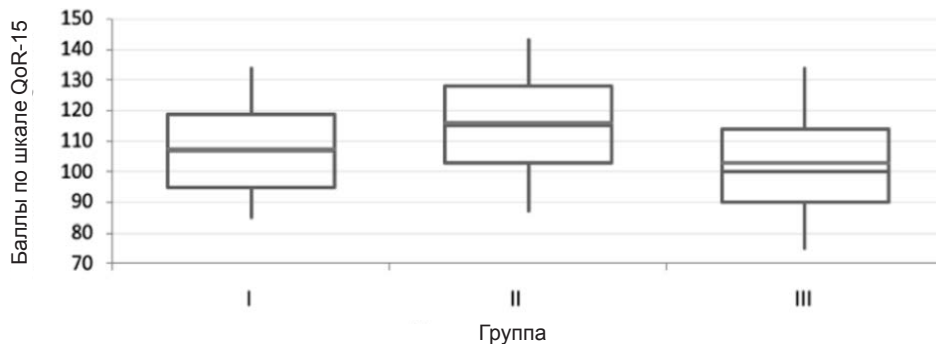


Рис. 2. Показатели качества восстановления пациента после анестезии (QoR-15)

Fig 2. Indicators of the quality of patient recovery after anesthesia (QoR-15)

Потребность в противорвотных препаратах также не отличалась между группами ($p = 0,9$; $d = 0,4$; $M_{\text{метоклопромид}}$: 1 группа – 1,42 мг [4,4]; 2 группа – 1,78 мг [4,7]; 3 группа – 1,07 мг [3,09]).

Обнаружена умеренная положительная корреляция между показателем ММЭ и развитием ЗИУ у пациентов в основных группах. Для 1 группы $r = 0,5$ ($p = 0,01$), а для 2 – $r = 0,47$ ($p = 0,005$). Различий между группами выявлено не было ($p = 0,278$). При анализе предоперационного риска тошноты и рвоты (шкала Апфеля) выявлена сильная положительная связь между ее значениями и выраженностью послеоперационных осложнений (1 группа: $p = 0,006$; $r = 0,5$; 2 группа: $p = 0,002$; $r = 0,6$). Связь между показателями в обеих группах не различалась ($p = 0,3$).

При оценке по шкале QoR-15 во 2 группе значения были выше остальных. Так, различия с 1 группой составили 8,6 баллов ($p = 0,04$; $d = 0,6$; разница значений – 8,25%), а с 3-й – 13,26 баллов ($p = 0,015$; $d = 0,8$; разница значений – 13,2%). Графически данные представлены на рис. 2.

Согласно полученным данным, у пациентов с длительностью сеанса ВР-терапии 25 мин показатели качества восстановления после анестезии были выше, чем других групп.

Обсуждение

Диагностика осложнений, связанных с виртуальной реальностью, затруднена и малоизучена. Основным

нежелательным эффектом является зрительно-индуцированное укачивание. Его клиническая картина схожа с кинетозом (морской болезнью), основные проявления которой: головокружение, тошнота и рвота [7]. Для диагностики используется шкала FMS, оценивающая наиболее часто встречаемый его признак – головокружение. Учитывая сложность диагностики, в послеоперационном периоде мы провели всестороннюю оценку возможных проявлений данного нежелательного эффекта.

Частота развития головокружения не зависела от длительности сеанса. В 1 группе оно развивалось в среднем в 7% случаев, а во 2 – в 9%. Несмотря на то, что через 3 ч после операции осложнение встречалось в обеих группах у 10% пациентов, а через 12 ч – в 3% и 7%, временный фактор статистически значимо не влиял на негативный эффект от проводимой терапии.

Была произведена оценка частоты развития послеоперационной тошноты и рвоты в основных и контрольной группах. Использование ВР-терапии не привело к ее значимому увеличению. Общая частота развития ПОТР составила 20%. Данный показатель сопоставим с результатами других исследований [2, 16, 1]. Потребность в противорвотных препаратах не отличалась между исследуемыми группами.

При анализе связи возникновения головокружений и назначением в послеоперационном периоде опиоидных анальгетиков обнаружена умеренная положительная корреляция. Сила связи не зависела от длительности использования устройства. Выявлена зависимость между количеством баллов по шкале прогнозирования ПОТР и развитием осложнений, связанных с ВР-терапией. Продолжительность сеанса не влияла на корреляцию. Терапия в течение 25 мин привела к более значимому улучшению качества восстановления после анестезии, оцененного по шкале QoR-15. Полученные результаты были на 8,26% выше, чем в 1 группе и на 13,2% выше, чем у пациентов, которым в послеоперационном периоде не применяли ВР-терапию.

Выводы

1. Использование ВР-терапии с сеансом 15 и 25 мин не приводило к увлечению частоты возникновения послеоперационной тошноты и рвоты.
2. Продолжительность терапии не влияла на развития ЗИУ.
3. Показатели качества восстановления после анестезии в группе с длительностью ВР-терапии 25 мин были выше, чем в других группах.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

Conflict of Interests. The authors state that they have no conflict of interests.

ЛИТЕРАТУРА

1. Винокурова А.А., Руднов В.А., Дубровин С.Г. Анальгезия послеоперационной раны растворами местных анестетиков // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2019. – Т. 16 (4). – С. 47-55. Doi: 10.21292/2078-5658-2019-16-4-47-55
2. Клюкин М.И., Куликов А.С., Белисов И.М., Лубнин А.Ю. Сравнение клинической эффективности фосапрепитанта и дроперидола для профилактики послеоперационной тошноты и рвоты после субтенториальной краниотомии // Анестезиология и реаниматология. – 2019. – Т. 2. – С. 56-61. Doi: 10.17116/anaesthesiology201902156.
3. Никитина Т.П., Куликов А.Ю., Мишина А.А., Сидоров Д.Д., Ионова Т.И., Ефремов С.М. Разработка и апробация русской версии опросника оценки качества восстановления пациента после анестезии – QoR-40 и его краткой формы – QoR-15 // Вестник интенсивной терапии им. А. И. Салтанова. – 2022. – Т. 2. – С. 132-142. Doi: 10.21320/1818-474X-2022-2-132-142.
4. Bruck S., Watters P. A. The factor structure of cybersickness // *Displays*. – 2011. – Vol. 32, № 4. – P. 153-158. Doi: 10.1016/j.displa.2011.07.002.
5. Deo N., Khan K. S., Mak J. et al. Virtual reality for acute pain in outpatient hysteroscopy: a randomised controlled trial // *BJOG*. – 2021. – Vol. 128, № 1. – P. 87-95. Doi: 10.1111/1471-0528.16377.
6. Dowell D., Ragan K. R., Jones C. M. et al. CDC Guideline for Prescribing Opioids for Chronic Pain – United States, 2016 // *MMWR. Recommendations and Reports*. – 2022. – Vol. 65, № 4. – P. 150-151. Doi: 10.15585/mmwr.rr6501e1.
7. Ercin D., Erdur B., Turkcuier I. et al. Comparison of efficacy dimenhydrinate and metoclopramide in the treatment of nausea due to vertigo; a randomized study // *The American Journal of Emergency Medicine*. – 2021. – Vol. 40. – P. 77-82. Doi: 10.1177/00187208211008687.
8. Goergen D. I., Freitas D. M. de O. Virtual reality as a distraction therapy during cystoscopy: a clinical trial // *Revista do Colegio Brasileiro de Cirurgioes*. – 2022. – Vol. 49. – P. 14-38. Doi: 10.1590/0100-6991e-20223138-en.

REFERENCES

1. Vinokurova A.A., Rudnov V.A., Dubrovina S.G. Analgesia of postoperative wound with local anesthetic solutions. *Bulletin of Anesthesiology and Critical Care*, 2019, vol. 16, no. 4, pp. 47-55. (In Russ.) Doi: 10.21292/2078-5658-2019-16-4-47-55.
2. Klukin M.I., Kulikov A.S., Belisov I.M., Lubnin A.Yu. Comparison of clinical efficacy of fosaprepitant and droperidol for prevention of postoperative nausea and vomiting after subtentorial craniotomy. *Anesthesiology and Resuscitation*, 2019, vol. 2, pp. 56-61. (In Russ.) Doi: 10.17116/anaesthesiology201902156.
3. Nikitina T.P., Kulikov A.Y., Mishina A.A., Sidorov D.D., Ionova T.I., Efremov S.M. Development and validation of the Russian version of the questionnaire to assess the quality of patient recovery after anesthesia – QoR-40 and its short form – QoR-15. *Bulletin of Intensive Care named after A. I. Saltanov*, 2022, vol. 2, pp. 132-142. (In Russ.) Doi: 10.21320/1818-474X-2022-2-132-142.
4. Bruck S., Watters P.A. The factor structure of cybersickness. *Displays*, 2011, Vol. 32, no. 4, pp. 153-158. Doi: 10.1016/j.displa.2011.07.002
5. Deo N., Khan K.S., Mak J. et al. Virtual reality for acute pain in outpatient hysteroscopy: a randomised controlled trial. *BJOG*, 2021, vol. 128, no. 1, pp. 87-95. Doi: 10.1111/1471-0528.16377.
6. Dowell D., Ragan K.R., Jones C.M. et al. CDC Guideline for Prescribing Opioids for Chronic Pain – United States, 2016. *MMWR. Recommendations and Reports*, 2022, vol. 65, no. 4, pp. 150-151. Doi: 10.15585/mmwr.rr6501e1.
7. Ercin D., Erdur B., Turkcuier I. et al. Comparison of efficacy dimenhydrinate and metoclopramide in the treatment of nausea due to vertigo; a randomized study. *The American Journal of Emergency Medicine*, 2021, vol. 40, pp. 77-82. Doi: 10.1177/00187208211008687.
8. Goergen D.I., Freitas D.M. de O. Virtual reality as a distraction therapy during cystoscopy: a clinical trial. *Revista do Colegio Brasileiro de Cirurgioes*, 2022, vol. 49, pp. 14-38. Doi: 10.1590/0100-6991e-20223138-en.

9. Hua Y., Qiu R., Yao W-y. et al. The effect of virtual reality distraction on pain relief during dressing changes in children with chronic wounds on lower limbs // *Pain Management Nursing*. – 2015. – Vol. 16, № 5. – P. 685–691. Doi: 10.1016/j.pmn.2015.03.001.
10. Ji J. Y., Kim N. S., Seo Y. H. et al. Comparing the effects of continuous infusion of esmolol and ramosetron alone and in combination on nausea and vomiting after laparoscopic cholecystectomy: A prospective, randomized, double-blind study // *Medicine*. – 2022. – Vol. 101, № 35. Doi: 10.1097/MD.00000000000030105.
11. Kaufeld M., De Coninck K., Schmidt J. et al. Chewing gum reduces visually induced motion sickness // *Experimental Brain Research*. – 2022. – Vol. 240. – P. 651–663. Doi: 10.1007/s00221-021-06303-5.
12. Keshavarz B., Hecht H. Validating an efficient method to quantify motion sickness // *Hum Factors*. – 2011. – Vol. 53, № 4. – P. 415–426. Doi: 10.1016/j.ajem.2020.12.010.
13. Keshavarz B., Murovec B., Mohanathas N. et al. The visually induced motion sickness susceptibility questionnaire (VIMSSQ): estimating individual susceptibility to motion sickness-like symptoms when using visual devices // *Hum Factors*. – 2021. – Vol. 1. – P. 18–36. Doi: 10.1177/00187208211008687.
14. Koch A., Cascorbi I., Westhofen M. et al. The neurophysiology and treatment of motion sickness // *Deutsches Arzteblatt International*. – 2018. – Vol. 115, № 41. – P. 687. Doi: 10.3238/arztebl.2018.0687.
15. Maani C. V., Hoffman H. G., Morrow M. et al. Virtual reality pain control during burn wound debridement of combat-related burn injuries using robot-like arm mounted vr goggles // *Journal Trauma*. – 2011. – Vol. 71, № 10. – P. 10–125. Doi:10.1097/TA.0b013e31822192e2.
16. Naemi A. R., Khashanitar V., Kamali A. et al. Comparison of the effects of haloperidol, metoclopramide, dexmedetomidine and ginger on postoperative nausea and vomiting after laparoscopic cholecystectomy // *Journal of Medicine and Life*. – 2020. – Vol. 13, № 2. – P. 206–210. Doi: 10.25122/jml-2019-0070.
17. Pandrangi V. C., Shah S. N., Bruening J. D. et al. Effect of virtual reality on pain management and opioid use among hospitalized patients after head and neck surgery: a randomized clinical trial // *JAMA Otolaryngology – Head & Neck Surgery*. – 2022. – Vol. 3, P. 5–24. Doi: 0.1001/jamaoto.2022.1121.
18. Riccio G. E., Stoffregen T. A. An ecological theory of motion sickness and postural instability // *Ecological Psychology*. – 1991. – Vol. 3, № 3. – P. 195–240. Doi: 10.1207/s15326969eco0303_2
19. Reason J. T., Brand J. J. Motion Sickness. – London: Academic Press. – 1975. – P. 102–241.
20. Roxburgh T., Li A., Guenancia C. et al. Virtual reality for sedation during atrial fibrillation ablation in clinical practice: observational study // *Journal of Medical Internet Research*. – 2021. – Vol. 23, № 5. – P. 25–31. Doi: 10.2196/19840.
21. Stanney K., Lawson B. D., Rokers B. et al. Identifying causes of and solutions for cybersickness in immersive technology: reformulation of a research and development agenda // *International Journal of Human-Computer Interaction*. – 2020. – Vol. 36, № 19. – P. 1783–1803. Doi: 10.1080/10447318.2020.1828535.
22. Szpak A., Michalski S. C., Loetscher T. Exergaming with beat saber: an investigation of virtual reality aftereffects // *Journal of Medical Internet Research*. – 2020. – Vol. 22, № 10. – P. 40–44. Doi: 10.1177/0018720811403736.
23. Triberti S., Repetto C., Riva G. Psychological factors influencing the effectiveness of virtual reality-based analgesia: a systematic review // *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*. – 2014. – Vol. 17, № 6. – P. 335–345. Doi: 10.1089/cyber.2014.0054.
24. Yesilot S. B., Yeşilkuş R., Beyaz F. Use of virtual reality for reducing pain and anxiety after laparoscopic sleeve gastrectomy: a randomized controlled trial // *Pain Management Nursing*. – 2022. – Vol. 12, № 10. – P. 20–24. Doi: 10.2196/26349.
9. Hua Y., Qiu R., Yao W-y. et al. The effect of virtual reality distraction on pain relief during dressing changes in children with chronic wounds on lower limbs. *Pain Management Nursing*, 2015, vol. 16, no. 5, pp. 685–691. Doi: 10.1016/j.pmn.2015.03.001.
10. Ji J.Y., Kim N.S., Seo Y.H. et al. Comparing the effects of continuous infusion of esmolol and ramosetron alone and in combination on nausea and vomiting after laparoscopic cholecystectomy: A prospective, randomized, double-blind study. *Medicine*, 2022, vol. 101, no. 35. Doi: 10.1097/MD.00000000000030105.
11. Kaufeld M., De Coninck K., Schmidt J. et al. Chewing gum reduces visually induced motion sickness. *Experimental Brain Research*, 2022, vol. 240, pp. 651–663. Doi: 10.1007/s00221-021-06303-5.
12. Keshavarz B., Hecht H. Validating an efficient method to quantify motion sickness. *Hum Factors*, 2011, vol. 53, no. 4, pp. 415–426. Doi: 10.1016/j.ajem.2020.12.010.
13. Keshavarz B., Murovec B., Mohanathas N. et al. The visually induced motion sickness susceptibility questionnaire (VIMSSQ): estimating individual susceptibility to motion sickness-like symptoms when using visual devices. *Hum Factors*, 2021, vol. 1, pp. 18–36. Doi: 10.1177/00187208211008687.
14. Koch A., Cascorbi I., Westhofen M. et al. The neurophysiology and treatment of motion sickness. *Deutsches Arzteblatt International*, 2018, vol. 115, no. 41, pp. 687. Doi: 10.3238/arztebl.2018.0687.
15. Maani C.V., Hoffman H.G., Morrow M. et al. Virtual reality pain control during burn wound debridement of combat-related burn injuries using robot-like arm mounted vr goggles. *Journal Trauma*, 2011, vol. 71, no. 10, pp. 10–125. Doi: 10.1097/TA.0b013e31822192e2.
16. Naemi A.R., Khashanitar V., Kamali A. et al. Comparison of the effects of haloperidol, metoclopramide, dexmedetomidine and ginger on postoperative nausea and vomiting after laparoscopic cholecystectomy. *Journal of Medicine and Life*, 2020, vol. 13, no. 2, pp. 206–210. Doi: 10.25122/jml-2019-0070.
17. Pandrangi V.C., Shah S.N., Bruening J.D. et al. Effect of virtual reality on pain management and opioid use among hospitalized patients after head and neck surgery: a randomized clinical trial. *JAMA Otolaryngology – Head & Neck Surgery*, 2022, vol. 3, pp. 5–24. Doi: 0.1001/jamaoto.2022.1121.
18. Riccio G. E., Stoffregen T. A. An ecological theory of motion sickness and postural instability. *Ecological Psychology*, 1991, vol. 3, no. 3, pp. 195–240. Doi: 10.1207/s15326969eco0303_2.
19. Reason J.T., Brand J.J. Motion Sickness. London, Academic Press, 1975, pp. 102–241.
20. Roxburgh T., Li A., Guenancia C. et al. Virtual reality for sedation during atrial fibrillation ablation in clinical practice: observational study. *Journal of Medical Internet Research*, 2021, vol. 23, no. 5, pp. 25–31. Doi: 10.2196/19840.
21. Stanney K., Lawson B.D., Rokers B. et al. Identifying causes of and solutions for cybersickness in immersive technology: reformulation of a research and development agenda. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 2020, vol. 36, no. 19, pp. 1783–1803. Doi: 10.1080/10447318.2020.1828535.
22. Szpak A., Michalski S.C., Loetscher T. Exergaming with beat saber: an investigation of virtual reality aftereffects. *Journal of Medical Internet Research*, 2020, vol. 22, no. 10, pp. 40–44. Doi: 10.1177/0018720811403736.
23. Triberti S., Repetto C., Riva G. Psychological factors influencing the effectiveness of virtual reality-based analgesia: a systematic review. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 2014, vol. 17, no. 6, pp. 335–345. Doi: 10.1089/cyber.2014.0054.
24. Yesilot S.B., Yeşilkuş R., Beyaz F. Use of virtual reality for reducing pain and anxiety after laparoscopic sleeve gastrectomy: a randomized controlled trial. *Pain Management Nursing*, 2022, vol. 12, no. 10, pp. 20–24. Doi: 10.2196/26349.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова», 194044, Россия, Санкт-Петербург, ул. Клиническая, д. 4, тел./факс: 8 (812) 329-71-21.

Щеголев Алексей Валерианович

д-р мед. наук, профессор, начальник кафедры (начальник клиники) военной анестезиологии и реаниматологии.
E-mail: alekseischegolev@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6431-439X, SPIN: 4107-6860

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Military Medical Academy, 4, Klinicheskaya str., Saint Petersburg, 194044, Russia, tel./fax: 8 (812) 329-71-21.

Shchegolev Aleksey V.

Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of Military Anesthesiology and Intensive Care Department (Head of the Clinic).
E-mail: alekseischegolev@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6431-439X, SPIN: 4107-6860

Богомолов Борис Николаевич

д-р мед. наук, профессор кафедры военной анестезиологии и реаниматологии.

E-mail: borisbogomolov@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-9587-766X, SPIN: 3765-4476

Мешаков Дмитрий Петрович

д-р мед. наук, врач анестезиолог-реаниматолог.

E-mail: reda97@mail.ru, ORCID: 0000-0001-9352-832X, SPIN: 8491-5108

Лысенко Григорий Эмильевич

врач анестезиолог-реаниматолог.

E-mail: grish.spb@bk.ru, ORCID: 0000-0002-2267-3455, SPIN: 6883-1653

Bogomolov Boris N.

Dr. of Sci. (Med.), Professor of Military Anesthesiology and Intensive Care Department.

E-mail: borisbogomolov@yandex.ru, ORCID:0000-0002-9587-766X, SPIN: 3765-4476

Meshakov Dmitry P.

Dr. of Sci. (Med.), Anesthesiologist and Emergency Physician.

E-mail: reda97@mail.ru, ORCID: 0000-0001-9352-832X, SPIN: 8491-5108

Lysenko Grigory E.

Anesthesiologist and Emergency Physician.

E-mail: grish.spb@bk.ru, ORCID: 0000-0002-2267-3455, SPIN: 6883-1653