

Использование терапии на основе виртуальной реальности у пациентов после травматологических хирургических вмешательств: проспективное клиническое исследование

Г.Э. Лысенко , А.В. Щеголев , Б.Н. Богомолов ,
Д.П. Мешаков 

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова»
МО РФ, Санкт-Петербург, Россия

Virtual reality therapy in patients after trauma surgery: prospective clinical trial

G.E. Lysenko , A.V. Shchegolev , B.N. Bogomolov ,
D.P. Meshakov 

Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

Реферат

АКТУАЛЬНОСТЬ: Послеоперационная боль является распространенной проблемой. Использование немедикаментозных методов лечения может снизить потребность в лекарственных препаратах. Применение терапии на основе виртуальной реальности (VR-терапия) широко изучается как метод дополнительного лечения при острой и хронической боли. Отсутствие данных об эффективности методики у пациентов после травматологических хирургических вмешательств стало основанием для проведения данного исследования. **ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ:** Определить эффективность VR-терапии как метода дополнительного лечения послеоперационной боли у пациентов после травматологических хирургических вмешательств. **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ:** В проспективное клиническое исследование включены 70 пациентов, поступивших для выполнения плановых травматологических операций. VR-терапию в комплексе с медикаментозными анальгетическими препаратами применили 35 пациентам. В контрольную группу включено 35 пациентов, которым после выполнения аналогичных хирургических вмешательств обезболивание осуществляли только медикаментозно. Терапию на основе VR проводили с помощью устройства «Oculus Quest 2». Сеансы по 25 мин выполняли через 3, 7, 12 ч после операции. Оценка эффективности противобольной терапии осуществляли с помощью числовой рейтинговой шкалы. Реакцию эндокринно-метаболического ответа на боль оценивали по изменению концентрации кортизола и адренкортикотропного гормона (АКТГ). **РЕЗУЛЬТАТЫ:** Терапия на основе медикаментозной анальгезии в комплексе с сеансами VR приводила к лучшему

Abstract

INTRODUCTION: Postoperative pain is a common problem. The use of non-drug treatments can reduce the need for medications. The use of Virtual Reality Therapy (VR-therapy) is being widely studied as a complementary treatment for acute and chronic pain. The lack of data on the effectiveness of the technique in patients after traumatological surgical interventions became the basis for this study. **OBJECTIVE:** To determine the effectiveness of VR-therapy as a method of additional treatment of postoperative pain in patients after traumatological surgical interventions. **MATERIALS AND METHODS:** A prospective clinical study included 70 patients admitted for elective trauma surgery. VR-therapy in combination with medicated analgesics was used in 35 patients. The control group included 35 patients who, after performing similar surgical interventions, were given pain relief only with medication. Virtual reality therapy was performed using an Oculus Quest 2 device. Sessions of 25 minutes were performed 3, 7, 12 hours after the operation. The effectiveness of pain therapy was assessed using a numerical rating scale. The response of the endocrine-metabolic response to pain was assessed by changes in the concentration of cortisol and adrenocorticotrophic hormone (ACTH). **RESULTS:** Therapy based on drug analgesia in combination with virtual reality sessions led to a better quality of pain relief for patients after trauma surgery. After a session of VR, the decrease in scores on the pain self-assessment scale was 44%. When compared with the results obtained the next day, the values in the main group were lower by 22%. The need of patients of the main group for narcotic analgesics significantly decreased. The change in the concentration



качеству обезболивания пациентов после травматологических операций. После сеанса VR-терапии снижение показателей по шкале самооценки боли составило 44 %. При сравнении с результатами, полученными на следующий день, значения в основной группе были ниже на 22 %. Достоверно снизилась потребность пациентов основной группы в наркотических анальгетиках. Изменение концентрации АКТГ как показателя эндокринно-метаболического ответа в группе с VR-терапией было на 18 % менее выражено. **ВЫВОДЫ:** Применение VR-терапии приводит к уменьшению показателей послеоперационной боли, эндокринно-метаболического ответа и потребности в опиоидных анальгетиках.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: послеоперационная боль, мультимодальная анальгезия, виртуальная реальность, оценка боли, укачивание

* *Для корреспонденции:* Лысенко Григорий Эмильевич — врач анестезиолог-реаниматолог, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: grish.spb@bk.ru

✉ *Для цитирования:* Лысенко Г.Э., Щеголев А.В., Богомолов Б.Н., Мешаков Д.П. Использование терапии на основе виртуальной реальности у пациентов после травматологических хирургических вмешательств: проспективное клиническое исследование. Вестник интенсивной терапии им. А.И. Салтанова. 2023;3:58–65. <https://doi.org/10.21320/1818-474X-2023-3-58-65>

📅 *Поступила:* 12.01.2023

📅 *Принята к печати:* 03.06.2023

📅 *Дата онлайн-публикации:* 28.07.2023

of ACTH, as an indicator of the endocrine-metabolic response, in the group with VR-therapy was 18 % less pronounced. **CONCLUSIONS:** The use of VR leads to a decrease in postoperative pain, endocrine-metabolic response and the need for opioid analgesics.

KEYWORDS: postoperative pain, multimodal analgesia, virtual reality, pain assessment, motion sickness

* *For correspondence:* Grigory E. Lysenko — Anesthesiologist and Emergency Physician, Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia; e-mail: grish.spb@bk.ru

✉ *For citation:* Lysenko G.E., Shchegolev A.V., Bogomolov B.N., Meshakov D.P. Virtual reality therapy in patients after trauma surgery: prospective clinical trial Annals of Critical Care. 2023;3:58–65. <https://doi.org/10.21320/1818-474X-2023-3-58-65>

📅 *Received:* 12.01.2023

📅 *Accepted:* 03.06.2023

📅 *Published online:* 28.07.2023

DOI: 10.21320/1818-474X-2023-3-58-65

Введение

Послеоперационная боль является широко распространенной клинической проблемой. Пациенты после операции не должны испытывать дискомфорт, связанный с болью. Данная аксиома во многих случаях вступает в противоречие с ее реализацией на практике. Так, по данным Американской ассоциации анестезиологов, до 80 % пациентов в раннем послеоперационном периоде испытывают острую боль, из них 75 % оценивают ее как критическую [1]. Теоретическая простота болеутоления сталкивается с решением непростой проблемы, которая связана с трудностью объективной оценки боли конкретного пациента, вариабельностью реакции на анальгетические препараты, подбором оптимальной

дозы, временных рамок их применения. Не последнюю роль в этом играет ужесточение контроля за использованием наркотических лекарственных средств, затрудняющее их индивидуальный подбор.

Традиционным методом коррекции послеоперационного болевого синдрома является парентеральное назначение анальгетических препаратов — нестероидных противовоспалительных средств (НПВС) и наркотических анальгетиков. Несмотря на многочисленные побочные эффекты, эти препараты на сегодняшний день остаются основными средствами терапии послеоперационной боли. НПВС могут спровоцировать развитие гастропатии, нефропатии, поражение печени, легких, скелетных мышц, нарушение гемокоагуляции. Побочные реакции опиоидов еще более устрашающие:

угнетение дыхания вплоть до его остановки, тошнота и рвота, запоры, спазм сфинктера Одди, задержка мочеотделения, подавление кашлевого рефлекса и наконец развитие психологической и физиологической зависимости. В связи с этим необходимо найти менее опасные методы обезболивания, к которым следует отнести немедикаментозные методы. В свое время получили практическое применение иглоанальгезия, чрескожная электростимуляционная анальгезия, гипноз, аудиоанальгезия. Привлекательность этих методов связана с неинвазивностью и безопасностью, однако широкое их применение затрудняет не всегда достаточный анальгетический эффект [2–4].

В последние годы предложен еще один из немедикаментозных методов лечения болевого синдрома — использование виртуальной реальности (VR). В основе метода лежит просмотр компьютерных программ, создающих трехмерный искусственный мир, в который пациент может погружаться и вести виртуальную жизнь с активным воздействием на окружающие его предметы и субъекты (рыбы, животные) движениями головы и рук. Современные достижения электронной техники позволили создать для этой цели портативные устройства в виде специальных очков, в которые вмонтирован дисплей, начиненный различными игровыми компьютерными программами. Вовлекаясь в VR, пациент ощущает себя участником интерактивных сцен, что сопровождается отвлечением внимания от боли.

Эффективность VR-терапии с использованием мультисенсорной окружающей среды изучена в ряде клинических исследований по лечению острой боли у пациентов после различных хирургических операций, однако результаты исследований пока еще противоречивы. Многие исследователи установили, что VR эффективно облегчала послеоперационную боль, а также дополняла эффект традиционной лекарственной анальгезии [5]. H.G. Hoffman et al. провели анализ результатов структурной и функциональной магнитно-резонансной томографии пациентов с выраженными болевыми ощущениями до сеанса VR-терапии и после его проведения. Авторы обнаружили, что после проведения VR-терапии наблюдается снижение активности мозга во всех пяти исследуемых зонах головного мозга — передней поясной коре (ассоциированной с эмоциональным компонентом боли), первичной соматосенсорной коре (ассоциированной с сенсорным компонентом боли), во вторичной соматосенсорной коре, таламусе и островке, — и пришли к выводу, что VR уменьшает как субъективный, так и объективный компоненты боли и может иметь широкое клиническое применение при лечении боли различной этиологии [6].

Однако опубликованы и другие исследования, в которых статистически значимых различий по влиянию VR-терапии на интенсивность боли не выявлено. Так, в систематическом обзоре, посвященном эффективности VR в лечении острой боли у стационарных па-

циентов, V.Smith et al. из 18 опубликованных статей в 6 работах не выявили связи между уменьшением послеоперационной боли и применением VR [7].

Применение данного метода у пациентов после травматологических оперативных вмешательств найдено нами только в одном опубликованном на сегодняшний день исследовании, в котором авторы применяли VR-терапию в связи с выполнением артроскопии на коленном суставе. Согласно полученным данным, используемая методика не показала снижения уровня послеоперационной боли [8]. Отсутствие убедительных данных эффективности VR-терапии у пациентов травматологического профиля явилось основанием для проведения данного исследования.

Материалы и методы

Дизайн исследования: проспективное одноцентровое рандомизированное клиническое исследование, одобренное локальным Этическим комитетом Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова (протокол № 262 от 22 февраля 2021 г.). Обследовано 70 пациентов, которым были выполнены травматологические операции.

Критерии включения:

- 1) плановые травматологические операции в условиях общей комбинированной анестезии;
- 2) добровольное информированное согласие пациента на участие в исследовании;
- 3) возраст от 18 до 60 лет.

Критерии невключения:

- 1) когнитивные нарушения по данным анамнеза;
- 2) онкологические и тяжелые системные заболевания;
- 3) тяжелые нарушения зрения, приводящие к невозможности использовать устройство для создания виртуальной реальности;
- 4) укачивание в автомобиле и самолете по данным анамнеза;
- 5) планируемая регионарная или эпидуральная послеоперационная анальгезия.

Критерии исключения: зрительно-индуцированное укачивание (ЗИУ) при использовании устройства по созданию виртуальной среды (более 10 баллов по шкале самооценки укачивания Fast Motion Sickness [FMS]).

Статистический анализ

Обработку результатов осуществляли с помощью программы Stat Plus:mac и интернет-сайта Psychometrica [14].

Количественные данные анализировали на предмет характера распределения (тест Шапиро—Уилка). Значения, полученные в исследовании, были распределены ненормально, что потребовало использования

непараметрических методов. Для независимых выборок: *U*-критерий Манна—Уитни, точный критерий Фишера, коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$. Размер эффекта определяли при помощи коэффициента *d* Коэна (*d* Коэна 0,2 — небольшой размер эффекта; *d* Коэна 0,5 — средний размер эффекта; *d* Коэна 0,7 — большой размер эффекта). Описание полученных данных представлено в виде медианы 25-го и 75-го перцентилей — *Me* (*Q1*–*Q3*).

После выполнения независимой последовательной рандомизации методом закрытых конвертов сформированы две группы. Пациенты первой группы получали традиционное для клиники обезболивание лекарственными средствами ($n = 35$), пациентам второй подключали ВР-терапию ($n = 35$). Сравнительный анализ между сформированными группами по характеру оперативного вмешательства, антропометрическим и демографическим показателям продемонстрировал отсутствие межгруппового различия ($p > 0,05$) (табл. 1).

Таблица 1. Общая характеристика пациентов

Table 1. General characteristics of patients

Сведения	Группа		<i>p</i> (критерий Фишера)
	I	II	
Возраст, лет	37 (33–43)	35 (29–40)	0,1
Пол, <i>n</i> (%)	М — 22 (62,9) Ж — 13 (37,6)	М — 20 (57,1) Ж — 15 (42,9)	0,5
Физический статус пациента, баллы	2 (2–3)	2 (1–3)	0,6
Объем оперативного вмешательства (класс)	2 (1–2)	2 (1–2)	0,2
Данные представлены в виде медианы 25-го и 75-го перцентилей — <i>Me</i> (<i>Q1</i> – <i>Q3</i>).			

Пациентам выполнялись следующие операции: транспедикулярная фиксация, коррекция вальгусной деформации стопы, артроскопия коленного сустава, остеосинтез длинных трубчатых костей. Операции проходили в условиях общей комбинированной анестезии с интубацией трахеи и искусственной вентиляцией легких. Для введения в анестезию использовали внутривенно: пропофол в дозе 2,0–2,5 мг/кг, фентанил — 2 мкг/кг и рокуроний — 0,6 мг/кг. Анестезию поддерживали ингаляционно: севофлуран до 1,0 минимальной альвеолярной концентрации с использованием методики низкого потока и введением фентанила внутривенно фракционно по 0,1 мг через 20–30 мин. Интраоперационную инфузионную терапию проводили сбалансированными кристаллоидными растворами в соответствии с имеющимися клиническими рекомендациями [9]. Экстубацию трахеи выполняли на операционном столе.

После операции все исследуемые получали лечение в общехирургическом отделении. Вне зависимости от распределения в группы было назначено противоболевое медикаментозное лечение: кетопрофен 100 мг внутривенно струйно каждые 12 ч; парацетамол 1000 мг внутривенно капельно каждые 6 ч. При наличии сильной боли (> 6 баллов по числовой рейтинговой шкале [ЧРШ]) — трамадол 100 мг внутривенно струйно.

Методика проведения ВР-терапии

Накануне операции пациентов I группы обучали правилам использования очков ВР-терапии, им предлагали выбрать по желанию одну из программ устройства визуального наполнения. После выполнения операции сеансы ВР-терапии выполняли по 25 мин, через 3, 7 и 12 ч. Процедура проведения ВР-терапии представлена на рис. 1.

Уровень боли определяли по ЧРШ. Оценку эффективности ВР-терапии производили путем сравнения данных по шкале самооценки болевого синдрома, полученных до и после сеанса. Через 12 ч после операции анализировали динамику показателей ЧРШ в обеих группах. Изучение влияния иммерсивной среды на потребность в опиоидных средствах производили путем сравнения стандартизованного показателя — морфин-миллиграммового эквивалента (ММЭ), для трамадола коэффициент ММЭ соответствовал 0,1 [10]. После сеансов ВР-терапии оценивали развитие побочных эффектов по шкале укачивания FMS и потребность в антиэметиках (метоклопрамид) в первые сутки после операции.

Изучение выраженности эндокринно-метаболического ответа осуществляли по изменению концентрации кортизола и адренкортикотропного гормона (АКТГ).

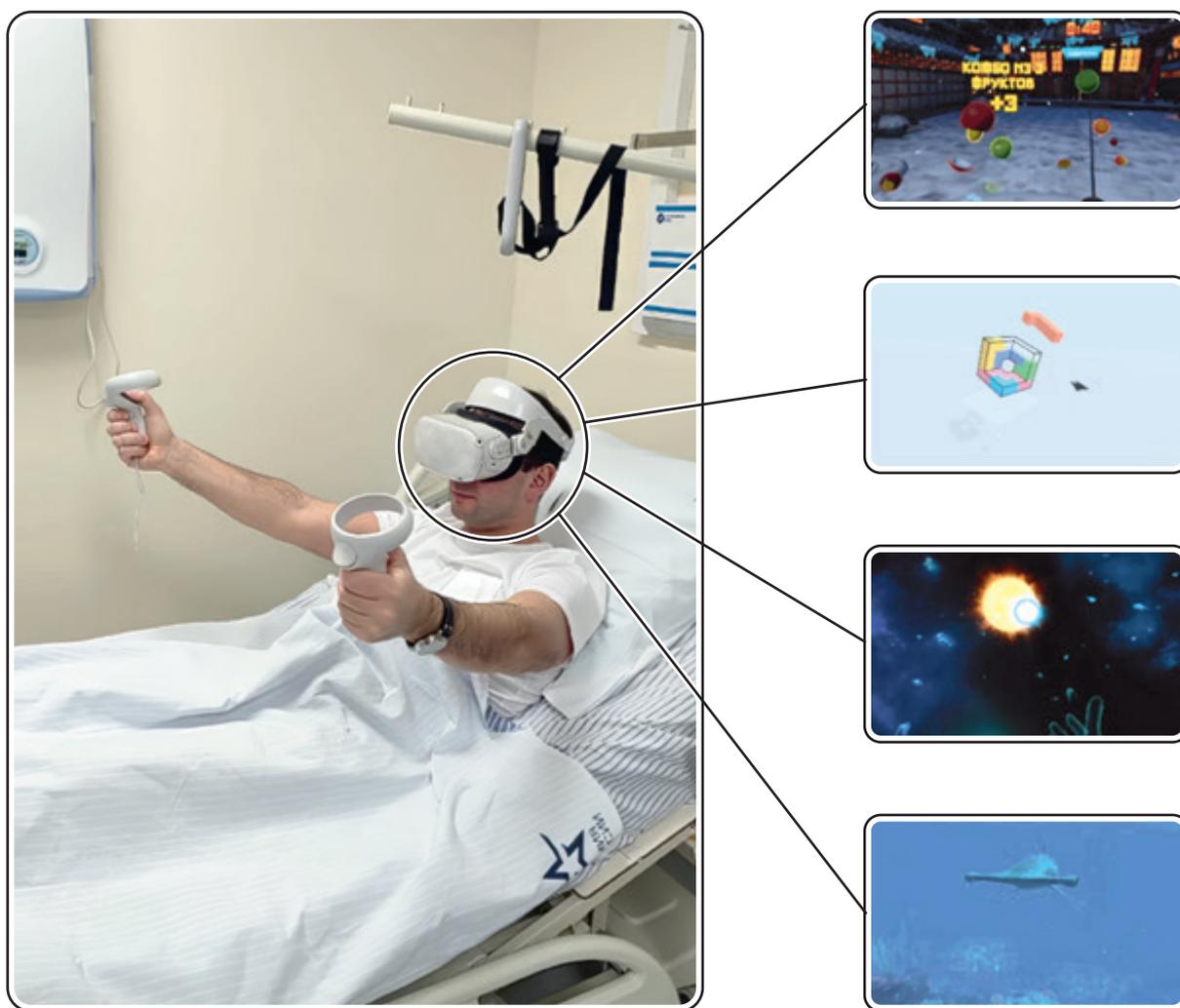


Рис. 1. Использование VR-терапии в лечении послеоперационной боли

Fig. 1. The use of VR therapy in the treatment of postoperative pain

Забор крови для исследования биохимических показателей выполняли в утренние часы за день до операции и на следующие сутки после нее.

Результаты исследования

У пациентов обеих групп накануне операции оценивали исходные показатели плазменной концентрации кортизола и АКТГ. Исследуемые показатели не достигали статистически значимых межгрупповых различий (табл. 2).

После проведения VR-терапии происходило снижение медианы показателей боли, которое составило 1,5 балла [$p = 0,03$; (1–2)]. Графически изменение значений представлено на рис. 2.

На следующий день после операции выраженность боли в I группе была ниже, чем во II группе ($p = 0,004$;

d Коэна = 0,4; средняя разница значений — 0,9 балла). Графически данные представлены на рис. 3.

Анализ потребности пациентов в наркотических анальгетиках показал достоверное межгрупповое различие (среднее значение показателя ММЭ: I группа — 5,1 (0–10), II группа — 8,7 (0–10); $p = 0,04$; d Коэна = 0,3).

При оценке изменения плазменной концентрации кортизола не было выявлено достоверных различий ($p = 0,08$ Δ Ме_{кортизол}: I группа — 210 нмоль/л (154–240); II группа — 277 нмоль/л (180–315); различие значений — 62 нмоль/л). В отличие от кортизола, изменение уровня АКТГ имело значимое различие между группами ($p = 0,006$, d Коэна = 0,7 Δ Ме_{АКТГ}: I группа — 18 пг/мл (12–23); II группа — 22 пг/мл (19–28)). Различие значений составило 4 пг/мл (рис. 4).

Частота развития ЗИУ составляла в среднем 6%: после первого сеанса у 3 пациентов, после второго и третьего сеансов — по 2 пациента. Ме_{FMS} — 0 баллов; максимальное значение — 10 баллов. При повторном

Таблица 2. Дооперационные клинические и лабораторные показатели

Table 2. Preoperative clinical and laboratory parameters

Сведения	Группа		p (критерий Фишера)
	I (n = 35)	II (n = 35)	
Плазменная концентрация кортизола, нмоль/л	365 (330–451)	420 (345–480)	0,32
Плазменная концентрация АКТГ, пг/мл	25 (22–35)	26 (21–37)	0,90

ЧРШ, баллы

p = 0,03

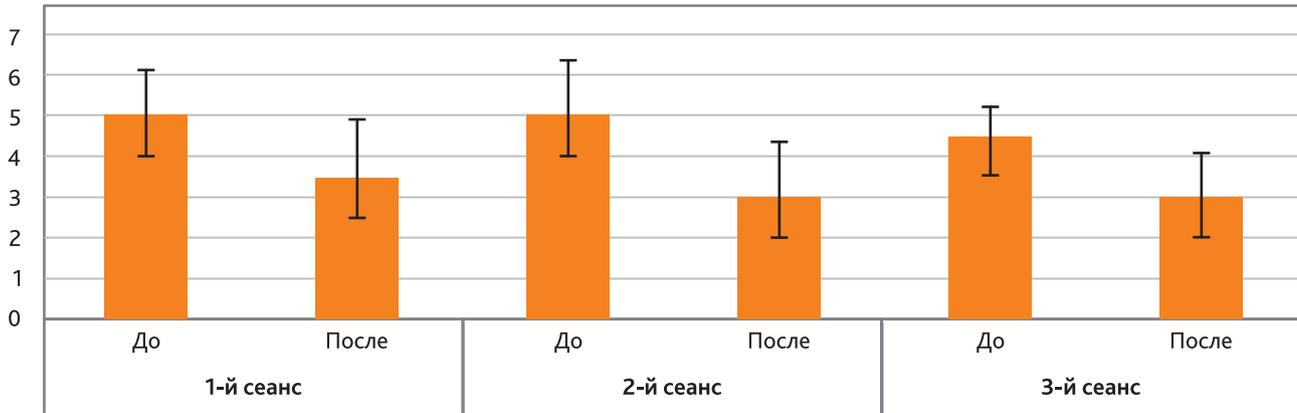


Рис. 2. Динамика показателей самооценки боли после проведения ВР-терапии

ЧРШ — числовая рейтинговая шкала.

Fig. 2. Dynamics of pain self-assessment indicators after VR therapy

ЧРШ — numerical rating scale.

использовании устройства симптомы сохранялись в 5,7% случаев. Частота назначений антиэметиков была сопоставима ($p = 0,1$).

Обсуждение

Виртуальная реальность, внедренная в практическую медицину относительно недавно, изначально была предложена в качестве вспомогательного средства ухода за пациентом, метода, направленного на расслабление, отвлечение внимания пациента от восприятия боли. Дальнейшие исследования показали, что результаты ВР-терапии могут выходить за рамки простого отвлечения внимания и могут быть более эффективными за счет снижения связанных с операцией таких негативных эмоций, как страх и тревога, тем самым уменьшают интенсивность боли и дискомфорт пациентов после операции.

Анализ изученной нами литературы не выявил исследований, в которых приводилась бы оценка использования иммерсивной среды с применением неспециализированных медицинских программ, выбранных

ЧРШ, баллы

p = 0,004

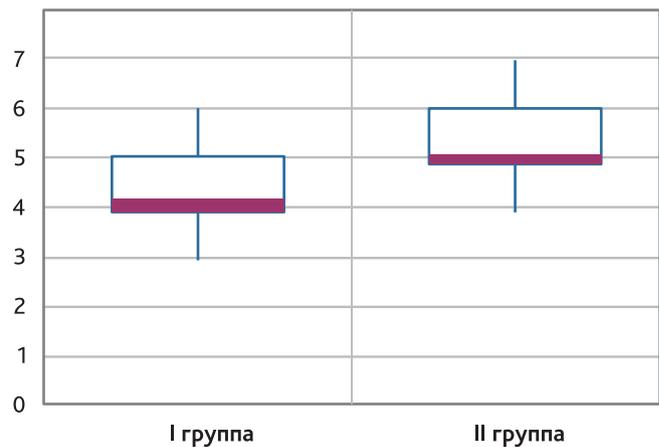


Рис. 3. Интенсивность боли по ЧРШ на следующий день после операции

ЧРШ — числовая рейтинговая шкала.

Fig. 3. Pain intensity according to the NRS (ЧРШ) scale on the next day after surgery

ЧРШ — numerical rating scale.

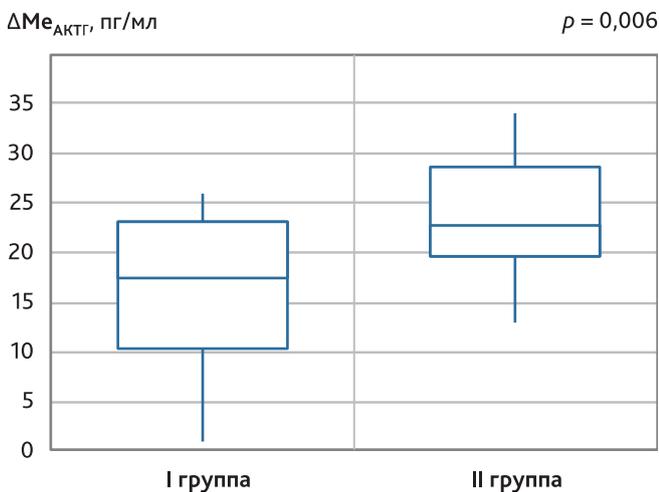


Рис. 4. Показатели концентрации АКТГ в I и II группах

Fig. 4. Indicators of ACTH concentration in groups I and II

для купирования боли после травматологических операций непосредственно пациентом. Кроме этого, сильной стороной данной работы является оценка эндокринно-метаболического ответа при использовании ВР-терапии.

В ходе проведенного исследования установлен положительный эффект ВР-терапии, у пациентов травматологического профиля в раннем послеоперационном периоде интенсивность боли достоверно снижалась после каждого сеанса ВР в среднем на 1,5 балла в сравнении с пациентами, которым проводили только традиционное медикаментозное обезболивание. Обезболивающий эффект сохранялся и на следующий день после операции, показатели по ЧРШ в I группе были на 22,5 % меньше, чем во II группе.

Как известно, опиоиды увеличивают частоту развития послеоперационных осложнений [11]. В нашем исследовании в группе использования ВР-терапии потребность в данных препаратах в первые сутки после операции была ниже, среднее значение, выраженное в ММЭ, было на 41 % меньше, чем в контрольной группе.

Наиболее значимым побочным эффектом, развивающимся при использовании устройств по созданию ВР, является ЗИУ. К основным симптомам относятся: головокружение, тошнота, рвота, бледность кожных покровов, повышенное потоотделение, сонливость. По данным литературы, частота развития ЗИУ у пациентов после хирургических вмешательств варьирует от 0 до 8 % [12]. В нашем исследовании ЗИУ проявилось у 6 % пациентов, у 5,7 % симптомы сохранились после второго сеанса, но они не требовали медикаментозной терапии.

Важными показателями стресса являются уровни АКТГ и кортизола, которые отражают ответ гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы. Установлена корреляционная зависимость высоких концентраций

гормонов с риском развития различных осложнений в послеоперационном периоде (инфекционных, инсулинорезистентности и др.) [13].

Проведенное исследование не выявило различий в динамике плазменной концентрации кортизола между группами. В отличие от кортизола, плазменная концентрация АКТГ у пациентов, которым в послеоперационном периоде проводили ВР-терапию, была меньше на 18 %. Изменение уровня нейропептида свидетельствует о воздействии метода не только на личное восприятие боли пациентом, но и на эндокринный ответ, связанный с ней.

Ограничения исследования

Ограничением представленного исследования является малый размер выборки и оценка результатов сеанса только одной продолжительности (25 мин), поэтому с целью более точного определения эффективности ВР-терапии у пациентов после травматологических хирургических вмешательств необходимо проведение многоцентровых исследований.

Заключение

Терапия на основе медикаментозной анальгезии в комплексе с сеансами ВР приводила к лучшему качеству обезболивания пациентов после травматологических операций. Снижение интенсивности боли по ЧРШ в группе применения ВР-терапии после сеанса по сравнению с контрольной группой было на 44 % больше, и на следующий день это различие продолжалось на уровне 22 %. Изменение концентрации АКТГ как показателя эндокринно-метаболического ответа в группе с ВР было на 18 % менее выражено. Кроме того, было установлено, что ВР-терапия приводит к уменьшению потребности в наркотических анальгетиках.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

Вклад авторов. Все авторы в равной степени участвовали в разработке концепции статьи, получении и анализе фактических данных, написании и редактировании текста статьи, проверке и утверждении текста статьи.

Author contribution. All authors according to the ICMJE criteria participated in the development of the concept of the article, obtaining and analyzing factual data, writing and editing the text of the article, checking and approving the text of the article.

Этическое утверждение. Проведение исследования было одобрено локальным этическим комитетом ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ (протокол № 262 от 22.02.2021).

Ethics approval. The study was approved by the local ethics committee of Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia (reference number 262-22.02.2021).

Информация о финансировании. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Декларация о наличии данных. Данные, подтверждающие выводы этого исследования, находятся в открытом доступе в репозитории Mendeley Data по адресу: <http://doi.org/10.17632/v66fg5kpkb.2>

Data Availability Statement. The data that support the findings of this study are openly available in repository Mendeley Data at <http://doi.org/10.17632/v66fg5kpkb.2>

ORCID авторов:

Лысенко Г.Э. — 0000-0002-2267-3455

Щеголев А.В. — 0000-0001-6431-439X

Богомолов Б.Н. — 0000-0002-9587-766X

Мешаков Д.П. — 0000-0001-9352-832X

Литература /References

- [1] Chou R., Gordon D.B., de Leon-Casasola O.A., et al. Management of postoperative pain: A clinical practice guideline from the American pain society, the American society of regional anesthesia and pain medicine, and the American society of anesthesiologists' committee on regional anesthesia, executive committee, and administrative council. *J Pain.* 2016; 17(2): 131–57. DOI: 10.1016/j.jpain.2015.12.008
- [2] Цыбуляк В.Н. Рефлексотерапия в клинической анестезиологии. *Медицина.* 1985; 12(3): 159. [Tsybulyak V.N. Reflexology in clinical anaesthesiology. *Medicine.* 1985; 12(3): 159. (In Russ)]
- [3] Уваров Б.С., Богомолов Б.Н. Чрескожная электростимуляция с целью обезболивания после операций на органах брюшной полости. *Вестн. хирургии им. И.И. Грекова.* 1983; 130(1): 122–6. [Uvarov B.S., Bogomolov B.N. Transcutaneous electrical stimulation for the purpose of pain relief after operations on the abdominal organs. *Vestn. surgery.* 1983; 130(1): 122–6. (In Russ)]
- [4] Фрид И.А., Евтюхин А.И., Беляев Д.Г. Гипнотомузыкальная анестезия в послеоперационном периоде. *Анестезиология и реаниматология.* 1981; 357(12): 30–2. [Frid I.A., Evtyukhin A.I., Belyaev D.G. Hypnomusic-analgesia in the postoperative period. *Anesthesiology and resuscitation.* 1981; 357(12): 30–2. (In Russ)]
- [5] Yesilot S.B., Yesilkus R., Beyaz F. Use of Virtual Reality for Reducing Pain and Anxiety After Laparoscopic Sleeve Gastrectomy: A Randomized Controlled Trial. *Pain Manag Nurs.* 2022; 23(6): 826–31. DOI: 10.1016/j.pmn.2022.07.001
- [6] Hoffman G., Richards T.L., Coda B., et al. Modulation of thermal pain-related brain activity with virtual reality: Evidence from fMRI. *Neuroreport.* 2004; 15(8): 1245–8. DOI: 10.1097/01.wnr.0000127826.73576.91
- [7] Smith V., Warty R.R., Sursas J.A., 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
- [8] Ding L., Hua H., Zhu H., et al. Effects of virtual reality on relieving postoperative pain in surgical patients: A systematic review and meta-analysis. *Int J Surg.* 2020; 82: 87–94. DOI: 10.1016/j.ijsu.2020.08.033
- [9] Бобовник С.В., Горобец Е.С., Заболотских И.Б. и др. Периоперационная инфузионная терапия у взрослых. *Анестезиология и реаниматология.* 2021; (4): 17–33. DOI: 10.17116/anaesthesiology.20210417 [Bobovnik S.V., Gorobets E.S., Zabolotskikh I.B., et al. Perioperative fluid therapy in adults. *Russian Journal of Anaesthesiology and Reanimatology.* 2021; (4): 17–33. DOI: 10.17116/anaesthesiology.20210417 (In Russ)]
- [10] 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 Otolaryngol Head Neck Surg.* 2022; 148(8): 724–30. DOI: 10.1001/jamaoto.2022.1121
- [11] Политов М.Е., Панов Н.В., Овечкин А.М. и др. Влияние метода анестезии и анальгезии на формирование хронического болевого синдрома у пациентов, перенесших тотальное эндопротезирование коленного или тазобедренного сустава. *Вестник интенсивной терапии им. А.И. Салтанова.* 2020; 1: 25–32. DOI: 10.21320/1818-474X-2020-1-25-32 [Politov M.E., Panov N.V., Ovechkin A.M., et al. The influence of anesthesia and analgesia on the formation of chronic pain syndrome in patients undergoing total knee or hip arthroplasty. *Annals of Critical Care.* 2020; 1: 25–32. DOI: 10.21320/1818-474X-2020-1-25-32 (In Russ)]
- [12] Keshavarz B., Murovec B., Mohanathas N., Golding J.F. The Visually Induced Motion Sickness Susceptibility Questionnaire (VIMSSQ): Estimating Individual Susceptibility to Motion Sickness-Like Symptoms When Using Visual Devices. *Hum Factors.* 2023; 65(1): 107–24. DOI: 10.1177/001872082110086877
- [13] Manou-Stathopoulou V., Korbonits M., Ackland G.L. Redefining the perioperative stress response: a narrative review. *Br J Anaesth.* 2019; 123(5): 570–83. DOI: 10.1016/j.bja.2019.08.011
- [14] Computation of Effect Sizes. *Psychometrica* [Internet] Available from: https://www.psychometrica.de/effect_size.html