

ЭМПИРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ / EMPIRICAL STUDIES

Научная статья / Research Article
<https://doi.org/10.11621/LPJ-25-45>
УДК/UDC 612.821

Особенности восприятия пространства в условиях виртуальной реальности у лиц после ампутации нижней конечности

И.С. Поликанова^{1✉}, М.Ю. Ксензов², Р.Т. Меликов²

¹ Федеральный научный центр психологических и междисциплинарных исследований, Москва, Российская Федерация

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Российская Федерация

✉ irinapolikanova@mail.ru

Резюме

Актуальность. В научной литературе, посвященной функциональной реорганизации восприятия пространства у ампутантов, основное внимание сосредоточено на ампутантах верхних конечностей, в то время как последствия ампутаций нижних конечностей недостаточно изучены. Однако особенности перестройки восприятия пространства при ампутации верхних и нижних конечностей различаются, что подчеркивает необходимость дополнительных исследований для лучшего понимания происходящих изменений и разработки методов их компенсации.

Цель. Цель работы — выявить особенности восприятия пространства у пациентов с ампутацией нижней конечности по сравнению с получившими серьезные ранения, но без полной ампутации, и со здоровыми добровольцами.

Выборка. В исследовании приняли участие 90 человек, разделенных на четыре группы: ампутанты правой (20 человек) и левой (12 человек) нижней конечности, пациенты с боевыми ранениями, но без ампутаций (22 человека) и контрольная группа практически здоровых испытуемых (36 человек).

Методы. В исследовании использовалась среда виртуальной реальности, включающая 3 тестовых сессии на время реакции: на появление стимула (1-я сессия), на начало движения стимула (2-я сессия), на определение направления движения стимула влево или вправо (3-я сессия). Испытуемый проходил все серии по очереди, используя специальную клавиатуру. Стимулы появлялись в каждой серии в случайном порядке на расстоянии 9 или 18 метров с одинаковой вероятностью.

Результаты. Время реакции значимо не различается между группами пациентов с ампутацией левой и правой нижних конечностей. Группа с ампутацией левой нижней конечности в сравнении с контрольной группой показала более медленное время реакции, различие было максимально выражено в задаче на определение направления движения стимула, особенно влево.

Выводы. Исследование подчеркивает важность учета типа ампутации при анализе визуально-пространственного восприятия у пациентов. Несмотря на отсутствие значительных различий между группами с ампутациями левой и правой нижних конечностей, результаты указывают на то, что ампутация левой конечности более существенно влияет на время реакции и восприятие пространства, чем ампутация правой.

Ключевые слова: ампутанты, ампутация нижней конечности, восприятие пространства, скорость реакции, виртуальная реальность

Финансирование. Работа выполнена при финансовой поддержке проекта Российской Федерации в лице Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2024-526.

Для цитирования: Поликанова, И.С., Ксензов, М.Ю., Меликов, Р.Т. (2025). Особенности восприятия пространства в условиях виртуальной реальности у лиц после ампутации нижней конечности. *Вестник Московского университета. Серия 14. Психология*, 48(4), 158–197. <https://doi.org/10.11621/LPJ-25-45>

Space Perception in Virtual Reality in Individuals after Lower Limb Amputation

Irina S. Polikanova ¹✉, Maxim Yu. Ksenzov ²,
Ruslan T. Melikov ²

¹ Federal Scientific Centre of Psychological and Multidisciplinary Research,
Moscow, Russian Federation

² Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

✉ irinapolikanova@mail.ru

Abstract

Background. There is a lack of research in the scientific literature regarding the functional reorganisation of spatial perception in individuals with lower limb amputations, while most attention has been focused on upper limb amputees. However, the characteristics of spatial perception restructuring differ between upper and lower limb amputations, which highlights the need for further research

to better understand the changes taking place and develop methods to compensate for them.

Objective. The aim of this study is to identify the features of spatial perception in patients with lower limb amputations as compared to subjects with severe injuries but without complete amputation, as well as to healthy volunteers.

Study Participants. A total of 90 participants were divided into four groups: right (20 individuals) and left (12 individuals) lower limb amputees, patients with combat wounds, but without amputations (22 individuals), and a control group of healthy participants (36 individuals).

Methods. Spatial perception was modeled in virtual reality (VR) conditions, including 3 test series with measuring reaction times to the appearance of a stimulus (1 session), to the beginning of the stimulus movement (2 session), to determining the direction of the stimulus movement to the left or right (3 session). The subject completed each series in turn using a special keyboard. Stimuli appeared in each series in random order at a distance of either 9 or 18 meters with equal probability.

Results. The showed that the reaction time did not significantly differ between the groups of patients with amputation of the left and right lower limbs. The group with amputation of the left lower limb, in comparison with the control group, showed a slower reaction time, which was maximally expressed in the task of determining the direction of stimulus movement, especially to the left.

Conclusions. The study highlights the importance of considering the type of amputation when analysing visual and spatial perception in patients. Despite the absence of significant differences between the groups with amputations of the left and right lower limbs, the results indicate that amputation of the left limb has a more significant effect on reaction time and perception of space than amputation of the right one.

Keywords: amputees, amputation of the lower limb, perception of space, reaction time, virtual reality

Funding. The study has been supported by the Russian Federation represented by the Ministry of Education and Science of Russia, agreement No. 075-15-2024-526.

For citation: Polikanova, I.S., Ksenzov, M.Yu., Melikov, R.T. (2025). Space perception in virtual reality in individuals after lower limb amputation. *Lomonosov Psychology Journal*, 48(4), 158–197. <https://doi.org/10.11621/LPJ-25-45>

Введение

Восприятие пространства является основой взаимодействия человека с окружающей средой и играет ключевую роль в его способ-

ности ориентироваться в ней. Пространственные отношения неразрывно связаны с отражением окружающего мира, что проявляется в ощущениях и восприятиях (Колесникова, 2007).

Существенный вклад в изучение пространственного восприятия внес И.М. Сеченов. Он впервые выделил сходство между зрительным и осязательным восприятием, подчеркивая, что оба являются «высшими органами чувств» (Сеченов, 1952). Также важный вклад в изучение пространственного восприятия был сделан Г.И. Челпановым, который говорил о концепции субъективной формы пространства, согласно которой пространство в сознании не является готовым понятием, а представляет собой результат процесса отражения. Он акцентировал внимание на процессуальности восприятия, подчеркивая, что пространственный образ спонтанно порождается, а не производится из заранее известных элементов (Челпанов, 1896, 1904).

Функциональная асимметрия парных анализаторов играет важную роль в отражении пространственных свойств предметов. Функциональная асимметрия проявляется в доминировании одной стороны анализатора, однако отношения между сторонами динамичны. Например, предпочтение правой руки в среднем выявлено у 88,2 %, правой ноги у 81,0 %, правого глаза у 71,1 % и правого уха у 59,1 % людей (Александров, 2014).

Считается, что функциональная асимметрия работы полушарий головного мозга обусловлена тремя факторами: индивидуальными характеристиками функционирования каждого полушария, особенностями межполушарных взаимодействий и асимметрией окружающего пространства (Александров, 2014). У большинства людей правая рука больше и сильнее левой, а у 97 % мужчин размер кисти правой руки превышает размер левой. Точность движений правой руки снижается при перемещении тела вправо, а левой — влево. В ногах также наблюдаются различия: у детей в рефлексе переступания чаще преобладает правая нога. Сенсорные асимметрии представляют собой функциональное неравенство правой и левой частей органов чувств (зрения, слуха, обоняния, вкуса, тактильных ощущений). Например, ведущий глаз определяет ось зрения, быстрее аккомодируется и имеет большую остроту. Аналогично у доминантной половины других органов чувств (слуха, вкуса и т.д.) пороги восприятия выше (Александров, 2014).

Психофизиологическая асимметрия проявляется различиями в психической деятельности и физиологических процессах, связанных с активностью левого и правого полушарий головного мозга. Правое полушарие доминирует в обработке пространственной

информации, топографических отношений, целостном восприятии объектов и ориентации в окружающей среде (Корсакова, 2012). Например, при поражении правого полушария наблюдаются нарушения восприятия схемы тела и ориентации в пространстве. Оно обеспечивает симультанное (одновременное) восприятие пространственных структур, в отличие от считающегося более аналитическим левого полушария (Лурия, 2020; Александров, 2014). В связи с этим исследование ориентировки в пространстве необходимо для диагностики мозговых поражений (Баулина и др., 2023). Ориентировка включает восприятие координат (верх — низ, право — лево) и является комплексным процессом, в котором участвуют зрительное восприятие, вестибулярный анализ и кинестетические сигналы от ведущей руки (Лурия, 2020).

Ампутация конечности оказывает серьезное влияние на физическое состояние, психологическое здоровье и социальные аспекты жизни человека (Horgan, MacLachlan, 2004). Получение ранения в ходе боевых действий является тяжелейшим психотравмирующим фактором, оказывающим специфическое влияние на человека, во многом определяя особенности социально-психологической адаптации после возвращения к мирной жизни (Лазебная, Зеленова, 1999; Пушкарев и др., 2000). В структуре санитарных потерь в современных локальных войнах одно из ведущих мест (от 52 до 66 %) занимают ранения конечностей (Караяни, Полянский, 2003).

При ампутации происходит полное и резкое отключение всех афферентных и эфферентных нервов ампутированной конечности от центральной нервной системы, что вызывает реорганизацию нейронных сетей в соответствующей области сенсомоторной коры, а также снижение ее функциональной связи с общей сенсомоторной сетью, которая со временем снижается еще больше (Kolb et al., 2014; Makin et al., 2015; von Bernhardt et al., 2017).

Реорганизация может приводить к феномену, когда тактильная стимуляция лица воспринимается как стимуляция фантомной руки. Это создает конфликт между реальным пространственным расположением стимула (лицо) и воспринимаемым (фантомная рука), потенциально нарушая точное восприятие сенсорных событий в пространстве (Collins et al., 2018). Особенно это касается периперсонального пространства (область хвата руки), которое значительно изменяется при ампутации конечностей (Поликанова, 2024). Различные исследования на основе поведенческих и зрительно-моторных тестов показывают, что периперсональное пространство, ассоциированное

с отсутствующей конечностью, часто сужается или даже «исчезает» из внутреннего представления (Поликанова, 2024; Левик, 2012; Smit et al., 2023; Stone et al., 2021).

Одним из ключевых результатов нейровизуализации у ампутантов является функциональная реорганизация моторных и соматосенсорных кортикальных областей в обоих полушариях, особенно у ампутантов верхних конечностей (Dettmers et al., 2001; Lotze et al., 2001). Наблюдается расширение смежных кортикальных представительных областей и «вторжение» представления лица или плеча в зону представления ампутированной руки. У односторонних ампутантов, представляющих движение фантомной руки, была зафиксирована повышенная активация контралатеральной первичной моторной коры (Lotze et al., 2001), особенно в области лица (MacIver et al., 2008). Однако исследований функциональной реорганизации сетей, связанных с обработкой представлений тела у ампутантов нижних конечностей, в настоящее время достаточно мало.

Также до конца не понятны причины и механизмы возникновения фантомных болей. Согласно некоторым данным, фантомные ощущения испытывают до 96 % ампутантов, из которых до 69 % отмечают болезненность фантомов (Fraser et al., 2001). В некоторых работах отмечается несимметричность проявления фантомного синдрома в зависимости от стороны ампутации. По данным Халлиган (Halligan, 2002), «болевого галлюциноз» — послеампутационный фантомно-болевой синдром — возникает в 66 % левосторонних и 34 % правосторонних ампутаций (при прочих сопоставимых условиях). Неравномерность частоты проявления фантомного синдрома в данном случае объясняется функциональной асимметрией мозга: левое полушарие (доминантное у правшей) обрабатывает вербальную информацию, а правое (субдоминантное) — образные и эмоциональные сигналы. Высокая эмоциональная насыщенность болевых импульсов приводит к их большей «запоминаемости» правым полушарием, что объясняет частоту фантомного синдрома на левой стороне тела у правшей (Pasek et al., 2020). По данным исследования У. Триггс (Triggs et al., 1999) по измерению порога возникновения вызванных моторных потенциалов при транскраниальной магнитной стимуляции, была обнаружена значительная асимметрия между испытуемыми-правшами и левшами, заключающаяся в том, что у правшей наблюдалось значительно больше участков кожи головы с левой стороны, стимуляция которых вызывала моторный ответ. При этом у левшей обратная тенденция не наблюдалась: с правой стороны (доминирующей для левшей)

наблюдалось меньше участков кожи головы, стимуляция которых вызывала моторный ответ, чем с левой. Авторы объясняют феномен асимметрией кортикоспинальной двигательной системы, которая проявляется независимо от доминирующей руки.

Целью данной работы является выявление особенностей восприятия пространства у пациентов с ампутацией нижней конечности в сравнении с испытуемыми, получившими серьезные ранения, но без полной ампутации нижней конечности, а также со здоровыми добровольцами (контрольной группой) в условиях виртуальной реальности (ВР). Использование технологии ВР позволяет проводить исследования восприятия пространства даже при ограничениях мобильности участников (Zinchenko et al., 2010). Восприятие пространства в нашем случае тестировалось с помощью заданий на скорость реакции в разных условиях, в частности, на появление стимула, на начало его движения, а также в задаче на определение направления движения стимула влево или вправо. Стимулы появлялись в каждой серии в случайном порядке на расстоянии 9 или 18 метров с одинаковой вероятностью.

В качестве гипотез выдвинуты следующие положения:

1. Особенности восприятия пространства в виртуальной реальности у пациентов с ампутацией правой нижней конечности будут отличаться от восприятия пространства у пациентов с ампутацией левой нижней конечности, что будет проявляться в значимых различиях во времени реакции на различные зрительно-моторные задачи (на появление стимула, начало движения стимула, на определение направления движения стимула, вылетающего из центра поля и перемещающегося в правую или левую область).

Особенности восприятия пространства в виртуальной реальности у пациентов с ампутацией нижних конечностей будут отличаться от особенностей восприятия пространства у пациентов с боевыми ранениями, но без ампутаций, а также со здоровыми добровольцами (контрольной группой), что будет проявляться в значимых различиях во времени реакции на различные зрительно-моторные задачи (на появление стимула, начало движения стимула, на определение направления движения стимула, вылетающего из центра поля и перемещающегося в правую или левую область).

Выборка

Было обследовано 54 человека (100 % мужчины), в возрасте от 20 до 54 лет, разных воинских званий, срочной и контрактной службы. Все пациенты получили боевые травмы различной степени тяжести. Ранения были получены в период с 2023 по 2025 г. (2023 — 10 %; 2024 — 84 %; 2025 — 6 %). В среднем исследование проводилось на 5-й месяц после ранения. Данные собирались в период с октября 2024 по февраль 2025 г. Информация о состоянии здоровья пациентов, особенностях и сроках ранений представлена в приложении. Раненые были разделены на 3 группы. В первую группу вошли пациенты с ампутацией правой нижней конечности ($n = 20$) в возрасте от 26 лет до 51 года, средний возраст 36,6 лет, $SD = 8,7$. Во вторую группу вошли пациенты с ампутацией левой нижней конечности ($n = 12$) в возрасте от 22 до 49 лет, средний возраст 36,5 лет, $SD = 7,6$ года. В третью группу вошли пациенты, получившие ранения без ампутации (как правило, огнестрельные переломы конечностей, позвоночника, головы) ($n = 22$) в возрасте от 21 до 51 года, средний возраст 35 лет, $SD = 9,5$. Контрольную группу составили 36 мужчин, преимущественно студентов вузов, в возрасте от 18 до 25 лет, средний возраст 23 года, $SD = 4,3$.

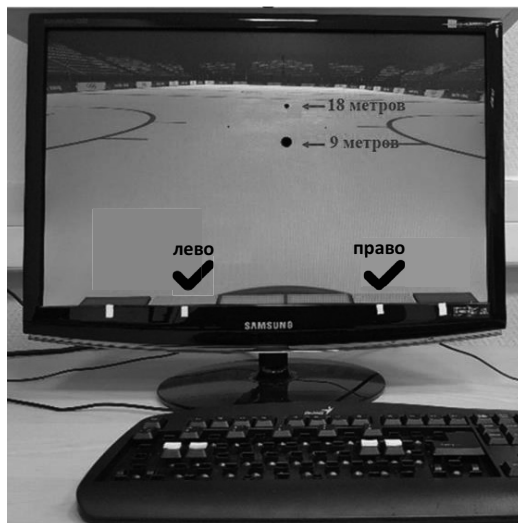
Таким образом, суммарно в исследовании приняли участие 90 человек.

Методы исследования

Оборудование

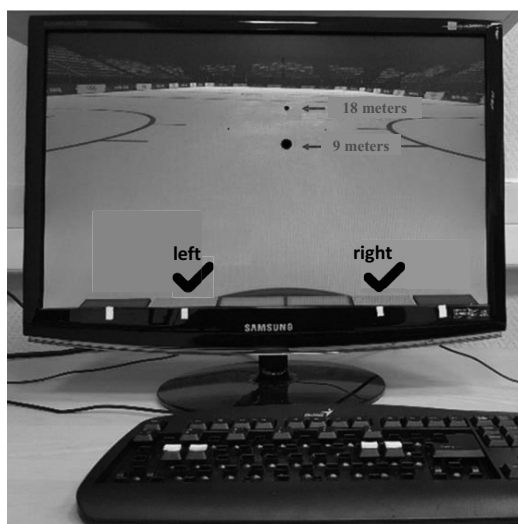
В исследовании использовался шлем HTC VIVE Pro с двумя базовыми станциями.

Виртуальная среда отображалась в шлеме HTC Vive Pro Eye, с частотой обновления кадров 90 Гц (Polikanova et al., 2024). Звук выводился через наушники шлема. Движение и положение шлема в пространстве отслеживались с помощью двух базовых станций SteamVR 2.0. Использовался ноутбук с ВР-средой и видеокартой GeForce RTX 4070. Для регистрации ответов испытуемых использовалась проводная клавиатура Genius KB-110, на которой были оставлены четыре буквенные клавиши (Ф, Ё, Д, Ж). В настоящем исследовании использовались только две клавиши — Ё и Д, на которых располагались указательные пальцы испытуемых. Остальные клавиши (буквенные) были удалены для того, чтобы испытуемый мог на ощупь быстро находить нужные для ответа клавиши, находясь в шлеме VR (Рисунок).



Рисунок

Монитор, на котором отображаются ледовая арена, зоны ворот и места подачи шайбы



Figure

A monitor that displays the ice arena, goal areas, and puck feed points

Описание исследования

Для тестирования времени реакции на появление и направление движения стимулов была разработана виртуальная среда, получившая название «VR-хоккей», подробное описание которой представлено в статье (Беспалов и др., 2025). Во всех сериях участник выполняет задания в шлеме виртуальной реальности, он видит арену с позиции вратаря, стоящего на линии ворот. Шайбы предъявляются в середине визуального пространства на одном из двух расстояний (9 или 18 м). Участнику ставилась задача максимально быстро нажать на кнопку на клавиатуре при появлении или движении шайбы. Регистрировалось латентное время двигательной реакции от момента предъявления шайбы до момента нажатия на клавишу ответа. Если ответ дан в течение первых 100 мс (0,1 сек) после показа шайбы, то он считался ошибочным («фальстарт») и сопровождался звуковым сигналом. Примеры внешнего вида среды представлены на Рисунке.

Процедура исследования

Эксперимент состоял из трех тестовых сессий:

1-я сессия. Оценка времени реакции на появление стимула. Всего было 20 проб, в которых случайно шайба 10 раз появлялась на расстоянии 18 м и 10 раз на расстоянии в 9 м. Регистрировалось время реакции на появление шайбы.

2-я сессия. Оценка времени реакции на начало движения стимула. Испытуемому ставилась задача нажимать клавишу как можно быстрее, когда шайба, появлявшаяся на ледовом поле, начинала двигаться в его сторону. Начало движения шайбы варьировало в диапазоне 1–2 сек после ее появления. Шайба двигалась равномерно, время ее движения составляло 0,45 сек на расстоянии 9 м и 0,72 сек на расстоянии 18 м. Всего проводилось 20 проб, в которых шайба 10 раз начинала движение с 18 м и 10 раз с 9 м.

3-я сессия. В третьей сессии оценивалось время реакции в задаче определения направления движения стимула из центральной области в правую или левую сторону. Испытуемых просили нажимать правую клавишу правой рукой, когда шайба начинала двигаться вправо, и левую клавишу левой рукой при движении влево. Начало движения шайбы варьировало в диапазоне 1–2 сек после ее появления. Всего проводилось 40 проб: 20 раз шайба двигалась вправо (по 10 раз на расстоянии 9 и 18 м) и 20 раз влево с аналогичным распределением.

Анализ данных

Сравнительный анализ проводился с использованием программы Jomovi 2.4.1. Использовался дисперсионный анализ ANOVA для независимых выборок ($\alpha = 0,05$), поскольку почти по всем параметрам было получено нормальное распределение. Также для проверки и уточнения данных использовался непараметрический аналог ANOVA — критерий Краскела — Уоллиса ($\alpha = 0,05$) с поправками на множественные сравнения.

Результаты исследования

Для проверки гипотез исследования проведен дисперсионный анализ ANOVA с включением четырех групп испытуемых: с полной или частичной ампутацией левой ноги (ЛА), с полной или частичной ампутацией правой ноги (ПА), получивших ранения, но без ампутации (БА), группы контроля условно здоровых испытуемых (ГК).

В Таблице приведены результаты дисперсионного анализа ANOVA показателей времени реакции в 4 группах отдельно по каждой из трех серий, а также результаты Post Hoc сравнения (критерий Тьюки для дисперсионного анализа ANOVA и критерий Двасса — Стилла — Критчлоу — Флигнера для теста Краскела — Уоллиса).

Обсуждение результатов

Результаты статистического анализа продемонстрировали, что пациенты с ампутацией левой нижней конечности (группа ЛА) не отличаются от группы с ампутацией правой нижней конечности (ПА) по времени реакции на различные зрительно-моторные задачи (на появление стимула, начало движения стимула, на определение направления движения стимула, вылетающего из центра поля и перемещающегося в правую или левую область). Таким образом, гипотеза 1 отвергается.

Согласно полученным в результате дисперсионного анализа данным, группа ЛА реагирует значимо быстрее группы БА во второй серии на дистанции 9 м; одновременно значимо медленнее по сравнению с ГК в третьей серии при предъявлении стимула на дистанции 9 м в случае движения шайбы в левую область поля, а также на дистанции 18 м для обоих направлений. Группа ПА реагирует значимо медленнее группы ГК в третьей серии при предъявлении стимула на дистанции 18 м. Группа БА показала значимо более медленное время реагирования по сравнению с группой ГК во всех трех сериях при

Таблица Результаты дисперсионного анализа ANOVA и непараметрического теста Краскела — Уоллиса времени реакции по четырем группам для каждой из трех серий																	
Серия	Виртуаль- ная дис- танция, м	Сектор	ЛА (n=12)		ПА (n=20)		БА (n=22)		ГК (n=36)		ANOVA		Тест Краскела — Уоллиса		Post Hoc (DSCF)		
			Mean, сек	SD	Mean, сек	SD	Mean, сек	SD	Mean, сек	SD	F	P	Post Hoc (ptukey)	χ²		P	ε²
			0,36	0,083	0,46	0,331	0,45	0,278	0,33	0,050	2,78	0,059	7,58	0,055		0,084	-
1	9	Центр													ЛА vs ГК p=0,029 ПА vs ГК p=0,022 БА vs ГК p=0,004		
2	18	Центр	0,38	0,067	0,45	0,193	0,47	0,255	0,34	0,062	4,45	0,010*	БА vs ГК p=0,008	16,8	< 0,001**	0,186	
2	9	Центр	0,29	0,023	0,31	0,022	0,31	0,028	0,30	0,024	3,07	0,039*	ЛА vs БА p=0,048	8,91	0,030*	0,099	
2	18	Центр	0,35	0,050	0,36	0,033	0,38	0,072	0,32	0,038	6,35	0,001**	БА vs ГК p<0,001	13,0	0,005**	0,144	
2	9	Центр													ПА vs ГК p=0,031 БА vs ГК p=0,017		

Серия	Виртуаль- ная дис- танция, м	Сектор	ЛА (n=12)		ПА (n=20)		БА (n=22)		ГК (n=36)		ANOVA		Тест Краскела — Уоллиса	
			Mean, сек	SD	Mean, сек	SD	Mean, сек	SD	Mean, сек	SD	F	p	χ ²	p
			Post Hoc (ptukey)		Post Hoc (ptukey)		Post Hoc (ptukey)		Post Hoc (ptukey)				χ ²	ε ²
9		Левое	0,36	0,033	0,35	0,033	0,36	0,029	0,34	0,026	3,68	0,021*	10,4	0,015*
			ЛА vs ГК p=0,05		ПА vs ГК p=0,05		БА vs ГК p=0,05		ЛА vs ГК p=0,05		ПА vs ГК p=0,05		БА vs ГК p=0,05	
			ЛА vs ГК p=0,05		ПА vs ГК p=0,05		БА vs ГК p=0,05		ЛА vs ГК p=0,05		ПА vs ГК p=0,05		БА vs ГК p=0,05	
3		Правое	0,34	0,03	0,36	0,033	0,36	0,023	0,34	0,031	1,63	0,20	5,08	0,166
			ЛА vs ГК p=0,003		ПА vs ГК p=0,001		БА vs ГК p=0,001		ЛА vs ГК p=0,001		ПА vs ГК p=0,001		БА vs ГК p=0,001	
			ЛА vs ГК p=0,001		ПА vs ГК p=0,001		БА vs ГК p=0,001		ЛА vs ГК p=0,001		ПА vs ГК p=0,001		БА vs ГК p=0,001	
18		Правое	0,42	0,054	0,44	0,046	0,44	0,047	0,38	0,035	14,3	<0,001**	31,5	<0,001**
			ЛА vs ГК p=0,011		ПА vs ГК p=0,001		БА vs ГК p=0,001		ЛА vs ГК p=0,011		ПА vs ГК p=0,001		БА vs ГК p=0,001	
			ЛА vs ГК p=0,011		ПА vs ГК p=0,001		БА vs ГК p=0,001		ЛА vs ГК p=0,011		ПА vs ГК p=0,001		БА vs ГК p=0,001	

Примечание. ЛА — ампутация левой ноги, ПА — ампутация правой ноги, БА — босые ранения, но без ампутации, ГК — контрольная группа здоровая. DSCF — попарные сравнения по методу Двасса — Стилла — Критчлоу — Флигнера. * p<0,05, ** p<0,01.

Table
The results of the ANOVA and Kruskal — Wallis analysis of variance for four groups of reaction rates in three series

Series	Virtual distance, m	Sector	LA (n=12)		RA (n=20)		WA (n=22)		GC (n=36)		ANOVA			Kruskal-Wallis			
			Mean, sec.	SD	Mean, sec.	SD	Mean, sec.	SD	Mean, sec.	SD	F	p	Post Hoc (ptukey)	χ^2	p	ϵ^2	Post Hoc (DSCF)
1	9	Centre	0.36	0.083	0.46	0.331	0.45	0.278	0.33	7.58	2.78	0.059	-	7.58	0.055	0.084	-
	18	Centre	0.38	0.067	0.45	0.193	0.47	0.255	0.34	16.8	4.45	0.010*	WA vs GC p=0.008	16.8	<0.001**	0.186	LAvsGK p=0.029
																	RAvsGK p=0.022
																	WAvsGK p=0.004
2	9	Centre	0.29	0.023	0.31	0.022	0.31	0.028	0.30	8.91	3.07	0.039*	LA vs WA p=0.048	8.91	0.030*	0.099	-
	18	Centre	0.35	0.050	0.36	0.033	0.38	0.072	0.32	13.0	6.35	0.001**	WA vs GC p<0.001	13.0	0.005**	0.144	RA vs GK p=0.031 WA vs GK p=0.017

Series	Virtual distance, m	LA (n=12)			RA (n=20)			WA (n=22)			GC (n=36)			ANOVA			Kruskal-Wallis			
		Mean, sec.		SD	Mean, sec.		SD	Mean, sec.		SD	Mean, sec.		SD	F	p	Post Hoc (ptukey)	χ^2	p	ϵ^2	Post Hoc (DSCF)
9	Left	0.36	0.033	0.35	0.033	0.36	0.029	0.34	10.4	3.68	0.021*				LA vs GC	10.4	0.015*	0.117	LA vs GK p=0.05 WA vs GK p=0.05	
	Right	0.34	0.03	0.36	0.033	0.36	0.023	0.34	5.08	1.63	0.20	-	5.08	0.166	0.057	-	-	-	-	
3	Left	0.43	0.061	0.42	0.04	0.44	0.035	0.38	10.4	14.4	<0.001**				LA vs GC				LA vs GK p=0.003 RA vs GK p=0.011 WA vs GK p<0.001	
18																				
	Right	0.42	0.054	0.44	0.046	0.44	0.047	0.38	31.5	14.3	<0.001**				LA vs GC	31.5	<.001**	0.354	LA vs GK p=0.011 RA vs GK p<0.003 WA vs GK p<0.001	

Note. LA — amputation of the left leg, RA — amputation of the right leg, WA — combat wounds, but without amputation, GC — control group healthy. DSCF — Dwass-Steel-Critchlow-Fligner pairwise comparisons. * p<0.05, ** p<0.01.

предъявлении стимула на дистанции 18 м, а также в третьей серии на дистанции 9 м при условии полета шайбы в левое поле пространства. Таким образом, гипотеза 2 принимается частично.

Согласно данным многочисленных исследований, представление собственного тела возникает из непрерывного и постоянного обновления информации, поступающей снизу вверх (bottom-up процессов) и сверху вниз (top-down процессов) (Palermo et al., 2014), как от внутренних, так и от внешних телесных воздействий. Эти входные данные охватывают различные источники информации (например, визуальную, проприоцептивную, интероцептивную, ноцицептивную, информацию о движениях и т.д.), и их взаимодействие позволяет формировать представления о теле (Di Vita et al., 2016). Ампутация конечности приводит к нарушению обоих, bottom-up и top-down процессов. В частности, было обнаружено, что потеря информации, которая следует за ампутацией доминантной конечности, влияет на визуально-пространственную репрезентацию тела (Palermo et al., 2014), то есть на представление тела, не ориентированное на действия (Di Vita et al., 2016), а также на сенсомоторную репрезентацию тела (Nico et al., 2004), то есть ориентированную на действие репрезентацию тела (Di Vita et al., 2016). В частности, пациенты с ампутацией основной конечности демонстрируют сниженную способность представлять положение различных частей тела и их пространственные соотношения (Palermo et al., 2014), а также испытывают трудности в тестах на мысленную ротацию частей тела (Nico et al., 2004).

Однако другими авторами отмечается, что не имеет значения доминантность ампутированной конечности. К примеру, в работе Курце с коллегами показано, что пациенты с ампутацией как доминирующей, так и недоминирующей нижней конечности показали схожие результаты в задаче на ориентированное на действие представление тела (Curtze et al., 2010). Полученные нами результаты в целом согласуются с данным подходом. Нами не выявлены значимые различия между группами ЛА и ПА. При этом наблюдается заметный тренд, что ухудшение показателей времени реакции в сравнении с контрольной группой в большей степени проявляется у групп ЛА и БА. Группа ПА характеризуется менее сильными изменениями скорости реагирования (только в третьей серии на 18 м). Это может свидетельствовать о том, что характеристики пространственного восприятия меньше изменяются в случае ампутации доминирующей конечности (в нашем случае — правой ноги). Ампутация левой конечности сильнее влияет на восприятие пространства, что проявляется уже в задаче

на определение начала движения стимула, а также на определение направления движения стимула.

Согласно нашим данным, наиболее сильное изменение восприятия пространства наблюдается у пациентов с боевыми ранениями, но без ампутаций (как правило, огнестрельные переломы конечностей, позвоночника, головы). Важно отметить, что данная группа была весьма разнородна по характеру ранений. Вместе с этим большая часть пациентов характеризовались сложностями как в перемещении (локомоциях), так и в движениях конечностями, что могло отразиться как на скоростных параметрах, так и на особенностях восприятия пространства в связи с ограничением движений.

Выводы

Результаты нашего исследования подтверждают сложность взаимодействия между характером боевых ранений и особенностями восприятия пространства при выполнении зрительно-моторных заданий. Несмотря на отсутствие значимых различий во времени реакции на пространственные стимулы между группами пациентов с ампутацией левой и правой нижних конечностей, мы показали, что результаты группы с ампутацией левой нижней конечности отличаются от данных группы контроля в большем числе заданий. В наибольшей степени это проявляется в задачах, связанных с определением направления движения стимула, особенно сильно — в случае движения стимула в левую часть пространственного поля.

Полученные данные подчеркивают важность учета типа ампутации при анализе визуально-пространственного восприятия у пациентов, а также необходимость изучения восприятия пространства у пациентов с боевыми ранениями, особенно учитывая разнообразие травм и их влияние на функциональные возможности. Полученные результаты могут быть использованы и учтены при разработке реабилитационных программ, направленных на восстановление не только физической функции, но и восприятия пространства.

Ограничения исследования

В качестве ограничения исследования важно отметить, что особенности и характер ранений, а также индивидуальные различия между пациентами могут играть значительную роль в их реакциях и особенностях восприятия. В нашем исследовании группы участников были достаточно разнородны по характеру ранений, особенно

это касается группы без ампутаций, что могло оказать влияние на результаты. В свою очередь это говорит о необходимости дальнейших исследований влияния типов ранений на восприятие пространства.

В качестве ограничений исследования также следует отметить тот факт, что контрольная выборка (средний возраст 23 года, $SD = 4,3$) существенно отличалась по возрасту от всех экспериментальных групп (группа 1 — средний возраст 36,6 лет, $SD = 8,7$; группа 2 — средний возраст 36,5 лет, $SD = 7,6$ года), что могло повлиять на время реакции, поскольку с возрастом наблюдается постепенное замедление скорости реакции.

Список литературы

Александров, С.Г. (2014). Функциональная асимметрия и межполушарные взаимодействия головного мозга: учебное пособие для студентов. Иркутск: Изд-во Иркутского государственного медицинского ун-та.

Баулина, М.Е., Варако, Н.А., Зинченко, Ю.П., Ковязина, М.С., Микадзе, Ю.В., Скворцов, А.А., Фуфаева, Е.В. (2023). Нейропсихологическая диагностика и реабилитация пациентов с нарушениями праксиса при поражениях головного мозга различной этиологии. *Национальный психологический журнал*, (1), 3–17. <https://doi.org/10.11621/npj.2023.0101>

Беспалов, Б.И., Леонов, С.В., Мухамедов, А.М., Булаева, Н.И., Якушина, А.А., Поликанова, И.С. (2025). Многофакторная диагностика перцептивных процессов спортсменов в виртуальной среде и на 2D мониторе. *Экспериментальная психология*, 18(1), 200–221. <https://doi.org/10.17759/exppsy.2025180113>

Караяни, А.Г., Полянский, М.С. (2003). Психологическая реабилитация участников боевых действий: учебное пособие. Москва: Изд-во Военного ун-та.

Колесникова, А.Н. (2007). Нарушения понимания и выражения средствами языка пространственно-временных отношений при экспрессивной алалии: дисс. канд. пед. наук. Москва.

Корсакова, Н.К. (2012). Нейропсихологический фактор: наследие А.Р. Лурия и задачи развития нейропсихологии. *Вестник Московского университета. Серия 14. Психология*, (2), 8–15.

Лазебная, Е.О., Зеленова, М.Е. (1999). Военно-травматический стресс: особенности посттравматической адаптации участников боевых действий. *Психологический журнал*, 20(5), 62–74.

Левик, Ю.С. (2012). Нейробиология системы внутреннего представления собственного тела: введение в проблему и прикладные аспекты. *Современная зарубежная психология*, 1(2), 97–110.

Лурия, А.Р. (2020). Высшие корковые функции человека. Санкт-Петербург: Изд-во «Питер».

Поликанова, И.С. (2024). Схема тела и система внутреннего представления движений человека. *Теоретическая и экспериментальная психология*, 17(1), 26–48. <https://doi.org/10.11621/ТЕР-24-02>

Пушкарев, А.Л., Доморацкий, В.А., Гордеева, Е.Г. (2000). Посттравматическое стрессовое расстройство: диагностика, психофармакотерапия, психотерапия. Москва: Изд-во Института психотерапии.

Сеченов, И.М. (1952). Рефлексы головного мозга (Попытка ввести физиологические основы в психические процессы). Москва: Изд-во Академии медицинских наук СССР.

Челпанов, Г.И. (1896). Проблема восприятия пространства в связи с учением об априорности и врожденности. Ч. I. Представление пространства с точки зрения психологии. Киев.

Челпанов, Г.И. (1904). Проблема восприятия пространства в связи с учением об априорности и врожденности. Ч. II. Представление пространства с точки зрения гносеологии. Киев.

Collins, K.L., Russell, H.G., Schumacher, P.J., Robinson-Freeman, K.E., O'Connor, E.C., Gibney, K.D., Yambem, O., Dykes, R.W., Waters, R.S., Tsao, J.W. (2018). A review of current theories and treatments for phantom limb pain. *Journal of Clinical Investigation*, 128, 2168–2176. <https://doi.org/10.1172/JCI94003>

Curtze, C., Otten, B., Postema, K. (2010). Effects of lower limb amputation on the mental rotation of feet. *Experimental Brain Research*, 201, 527–534. <https://doi.org/10.1007/s00221-009-2067-z>

Dettmers, C., Adler, T., Rzanny, R., van Schayck, R., Gaser, C., Weiss, T., Milner, W.H., Brückner, L., Weiller, C. (2001). Increased excitability in the primary motor cortex and supplementary motor area in patients with phantom limb pain after upper limb amputation. *Neuroscience Letters*, 307(2), 109–112. [https://doi.org/10.1016/S0304-3940\(01\)01953-X](https://doi.org/10.1016/S0304-3940(01)01953-X)

Di Vita, A., Boccia, M., Palermo, L., Guariglia, C. (2016). To move or not to move, that is the question! Body schema and non-action oriented body representations: An fMRI meta-analytic study. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 68, 37–46. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.05.005>

Fraser, C.M., Halligan, P.W., Robertson, I.H., Kirker, S.G. (2001). Characterising phantom limb phenomena in upper limb amputees. *Prosthetics and Orthotics International*, 25(3), 235–242.

Halligan, P.W. (2002). Phantom limbs: The body in mind. *Cognitive Neuropsychiatry*, 7(3), 251–269.

Horgan, O., MacLachlan, M. (2004). Psychosocial adjustment to lower-limb amputation: A review. *Disability and Rehabilitation*, 26(14-15), 837–850. <https://doi.org/10.1080/09638280410001708869>

Kolb, B., Mychasiuk, R., Gibb, R. (2014). Brain development, experience, and behavior. *Pediatric Blood and Cancer*, 61, 1720–1723. <https://doi.org/10.1002/pbc.24908>

Lotze, M., Flor, H., Grodd, W., Larbig, W., Birbaumer, N. (2001). Phantom movements and pain. An fMRI study in upper limb amputees. *Brain*, 124(11), 2268–2277. <https://doi.org/10.1093/brain/124.11.2268>

MacIver, K., Lloyd, D.M., Kelly, S., Roberts, N., Nurmikko, T. (2008). Phantom limb pain, cortical reorganization and the therapeutic effect of mental imagery. *Brain*, 131(8), 2181–2191. <https://doi.org/10.1093/brain/awn124>

Makin, T.R., Filippini, N., Duff, E.P., Henderson Slater, D., Tracey, I., Johansen-Berg, H. (2015). Network-level reorganisation of functional connectivity following arm amputation. *Neuroimage*, 114, 217–225. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.02.067>

Nico, D., Daprati, E., Rigal, F., Parsons, L., Sirigu, A. (2004). Left and right hand recognition in upper limb amputees. *Brain*, 127, 120–132. <https://doi.org/10.1093/brain/awh006>

Palermo, L., Di Vita, A., Piccardi, L., Trallesi, M., Guariglia, C. (2014). Bottom-up and top-down processes in body representation: A study of brain-damaged and amputee patients. *Neuropsychology*, 28(5), 772–781. <https://doi.org/10.1037/neu0000086>

Pacek, P., Kamiński, M.A., Merecz, D. (2020). Psychological aspects of armed conflicts. Warsaw: Wydawnictwo Towarzystwa Wiedzy Obronnej Publ.

Polikanova, I.S., Sabaev, D.D., Bulaeva, N.I., Panfilova, E.A., Leonov, S.V., Bugriy, G.S., Bepalov, B.I., Kruchinina, A.P. (2024). Analysis of Eye and Head Tracking Movements During a Puck-Hitting Task in Ice Hockey Players, Compared to Wrestlers and Controls. *Psychology in Russia: State of the Art*, 17(3), 64–81. <https://doi.org/10.11621/pir.2024.0305>

Smit, M., Dijkerman, H.C., Kurtjens, V., de Haan, A.M., van der Ham, I.J.M., van der Smagt, M.J. (2023). Changes in perceived peripersonal space following the rubber hand illusion. *Scientific Reports*, 13(1), 7713. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-34620-y>

Stone, K.D., Kornblad, C.A., Engel, M.M., Dijkerman, H.C., Blom, R.M., Keizer, A. (2021). Lower limb peripersonal space and the desire to amputate a leg. *Psychological Research*, 85(3), 1221–1233. <https://doi.org/10.1007/s00426-020-01316-1>

Triggs, W.J., Subramaniam, B., Rossi, F. (1999). Hand preference and transcranial magnetic stimulation asymmetry of cortical motor representation. *Brain Research*, 835(1), 324–329.

von Bernhardt, R., Bernhardt, L.E., Eugenin, J. (2017). What is neural plasticity? *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 1015, 1–15. https://doi.org/10.1007/978-3-319-62817-2_1

Zinchenko, Yu.P., Menshikova, G.Ya., Bayakovskiy, Yu.M., Chernorizov, A.M., Voiskounsky, A.E. (2010). Technologies of virtual reality in the context of world- wide and Russian psychology: methodology, comparison with traditional methods, achievements and perspectives. *Psychology in Russia: State of the Art*, (3), 11–45.

References

Alexandrov, S.G. (2014). Functional asymmetry and interhemispheric interactions of the brain: a textbook for students. Irkutsk: Irkutsk State Medical Univ. Press. (In Russ.)

Baulina, M.E., Varako, N.A., Zinchenko, Yu.P., Kovyazina, M.S., Mikadze, Yu.V., Skvortsov, A.A., Fufaeva, E.V. (2023). Neuropsychological diagnostics and rehabilitation of patients with praxis impairments in brain lesions of various etiologies. *National Psychological Journal*, (1), 3–17. (In Russ.). <https://doi.org/10.11621/npj.2023.0101>

Bespalov, B.I., Leonov, S.V., Mukhamedov, A.M., Bulaeva, N.I., Yakushina, A.A., Polikanova, I.S. (2025). Multifactorial diagnostics of athletes' perceptual processes in a virtual environment and on a 2D monitor. *Экспериментальная психология = Experimental Psychology*, 18(1), 200–221. (In Russ.). <https://doi.org/10.17759/exppsy.2025180113>

Chelpanov, G.I. (1896). The problem of space perception in connection with the doctrine of apriority and innateness. Part I. The representation of space from the point of view of psychology. Kiev. (In Russ.)

Chelpanov, G.I. (1904). The problem of space perception in connection with the doctrine of apriority and innateness. Part II. The representation of space from the point of view of epistemology. Kiev. (In Russ.)

Collins, K.L., Russell, H.G., Schumacher, P.J., Robinson-Freeman, K.E., O'Connor, E.C., Gibney, K.D., Yambem, O., Dykes, R.W., Waters, R.S., Tsao, J.W. (2018). A review of current theories and treatments for phantom limb pain. *Journal of Clinical Investigation*, 128, 2168–2176. <https://doi.org/10.1172/JCI94003>

Curtze, C., Otten, B., Postema, K. (2010). Effects of lower limb amputation on the mental rotation of feet. *Experimental Brain Research*, 201, 527–534. <https://doi.org/10.1007/s00221-009-2067-z>

Dettmers, C., Adler, T., Rzanny, R., van Schayck, R., Gaser, C., Weiss, T., Milner, W.H., Brückner, L., Weiller, C. (2001). Increased excitability in the primary motor cortex and supplementary motor area in patients with phantom limb pain after upper limb amputation. *Neuroscience Letters*, 307(2), 109–112. [https://doi.org/10.1016/S0304-3940\(01\)01953-X](https://doi.org/10.1016/S0304-3940(01)01953-X)

Di Vita, A., Boccia, M., Palermo, L., Guariglia, C. (2016). To move or not to move, that is the question! Body schema and non-action oriented body representations: An fMRI meta-analytic study. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 68, 37–46. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.05.005>

Fraser, C.M., Halligan, P.W., Robertson, I.H., Kirker, S.G. (2001). Characterising phantom limb phenomena in upper limb amputees. *Prosthetics and Orthotics International*, 25(3), 235–242.

Halligan, P.W. (2002). Phantom limbs: The body in mind. *Cognitive Neuropsychiatry*, 7(3), 251–269.

Horgan, O., MacLachlan, M. (2004). Psychosocial adjustment to lower-limb amputation: A review. *Disability and Rehabilitation*, 26(14-15), 837–850. <https://doi.org/10.1080/09638280410001708869>

Karayani, A.G., Polyanskiy, M.S. (2003). Psychological rehabilitation of combatants: a textbook. Moscow: Military Univ. Press. (In Russ.)

Kolb, B., Mychasiuk, R., Gibb, R. (2014). Brain development, experience, and behavior. *Pediatric Blood and Cancer*, 61, 1720–1723. <https://doi.org/10.1002/pbc.24908>

Kolesnikova, A.N. (2007). Impairments of understanding and expression of spatio-temporal relations by means of language in expressive alalia. Diss. Cand. Sci. (Psychol.). Moscow. (In Russ.)

Korsakova, N.K. (2012). The neuropsychological factor: A.R. Luria's legacy and the tasks of neuropsychology development. *Lomonosov Psychology Journal*, (2), 8–15. (In Russ.)

Lazebnaya, E.O., Zelenova, M.E. (1999). Military traumatic stress: features of post-traumatic adaptation of combat participants. *Psikhologicheskii zhurnal = Psychological Journal*, 20(5), 62–74. (In Russ.)

Levik, Yu.S. (2012). Neurobiology of the internal representation system of one's own body: introduction to the problem and applied aspects. *Sovremennaya zarubezhnaya psikhologiya = Journal of Modern Foreign Psychology*, 1(2), 97–110. (In Russ.)

Lotze, M., Flor, H., Grodd, W., Larbig, W., Birbaumer, N. (2001). Phantom movements and pain. An fMRI study in upper limb amputees. *Brain*, 124(11), 2268–2277. <https://doi.org/10.1093/brain/124.11.2268>

Luriya, A.R. (2020). Higher cortical functions in man. St. Petersburg: Piter Publ. (In Russ.)

MacIver, K., Lloyd, D.M., Kelly, S., Roberts, N., Nurmikko, T. (2008). Phantom limb pain, cortical reorganization and the therapeutic effect of mental imagery. *Brain*, 131(8), 2181–2191. <https://doi.org/10.1093/brain/awn124>

Makin, T.R., Filippini, N., Duff, E.P., Henderson Slater, D., Tracey, I., Johansen-Berg, H. (2015). Network-level reorganisation of functional connectivity following arm amputation. *Neuroimage*, 114, 217–225. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.02.067>

Nico, D., Daprati, E., Rigal, F., Parsons, L., Sirigu, A. (2004). Left and right hand recognition in upper limb amputees. *Brain*, 127, 120–132. <https://doi.org/10.1093/brain/awh006>

Palermo, L., Di Vita, A., Piccardi, L., Trallesi, M., Guariglia, C. (2014). Bottom-up and top-down processes in body representation: A study of brain-damaged and amputee patients. *Neuropsychology*, 28(5), 772–781. <https://doi.org/10.1037/neu0000086>

Pacek, P., Kamiński, M.A., Merecz, D. (2020). Psychological aspects of armed conflicts. Warsaw: Wydawnictwo Towarzystwa Wiedzy Obronnej Publ.

Polikanova, I.S. (2024). Body schema and the system of internal representation of human movements. *Teoreticheskaya i eksperimental'naya psikhologiya = Theoretical and Experimental Psychology*, 17(1), 26–48. (In Russ.). <https://doi.org/10.11621/TEP-24-02>

Polikanova, I.S., Sabaev, D.D., Bulaeva, N.I., Panfilova, E.A., Leonov, S.V., Bugriy, G.S., Bepalov, B.I., Kruchina, A.P. (2024). Analysis of Eye and Head Tracking Movements During a Puck-Hitting Task in Ice Hockey Players, Compared to Wrestlers and Controls. *Psychology in Russia: State of the Art*, 17(3), 64–81. <https://doi.org/10.11621/pir.2024.0305>

Pushkarev, A.L., Domoratsky, V.A., Gordeeva, E.G. (2000). Post-traumatic stress disorder: diagnosis, psychopharmacotherapy, psychotherapy. Moscow: Institute of Psychotherapy Publ. (In Russ.)

Sechenov, I.M. (1952). Reflexes of the brain (an attempt to introduce physiological foundations into mental processes). Moscow: The USSR Academy of Medical Sciences Publ. (In Russ.)

Smit, M., Dijkerman, H.C., Kurstjens, V., de Haan, A.M., van der Ham, I.J.M., van der Smagt, M.J. (2023). Changes in perceived peripersonal space following the rubber hand illusion. *Scientific Reports*, 13(1), 7713. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-34620-y>

Stone, K.D., Kornblad, C.A., Engel, M.M., Dijkerman, H.C., Blom, R.M., Keizer, A. (2021). Lower limb peripersonal space and the desire to amputate a leg. *Psychological Research*, 85(3), 1221–1233. <https://doi.org/10.1007/s00426-020-01316-1>

Triggs, W.J., Subramaniam, B., Rossi, F. (1999). Hand preference and transcranial magnetic stimulation asymmetry of cortical motor representation. *Brain Research*, 835(1), 324–329.

von Bernhardt, R., Bernhardt, L.E., Eugenin, J. (2017). What is neural plasticity? *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 1015, 1–15. https://doi.org/10.1007/978-3-319-62817-2_1

Zinchenko, Yu.P., Menshikova, G.Ya., Bayakovskiy, Yu.M., Chernorizov, A.M., Voiskounsky, A.E. (2010). Technologies of virtual reality in the context of world- wide and Russian psychology: methodology, comparison with traditional methods, achievements and perspectives. *Psychology in Russia: State of the Art*, (3), 11–45.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Ирина Сергеевна Поликанова, кандидат психологических наук, заведующая лабораторией конвергентных исследований когнитивных процессов Федерального научного центра психологических и междисциплинарных исследований, Москва, Российская Федерация, irinapolikanova@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5323-3487>

Максим Юрьевич Ксензов, аспирант кафедры методологии психологии факультета психологии Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, Москва, Российская Федерация, mksenzov@hotmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-0179-8658>

Руслан Тахирович Меликов, аспирант лаборатории восприятия факультета психологии Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, Москва, Российская Федерация, melikovrt@my.msu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5323-3487>

ABOUT THE AUTHORS

Irina S. Polikanova, Cand. Sci. (Psychol.), Head of the Laboratory of Convergent Studies of Cognitive Processes, Federal Scientific Center of Psychological and Multidisciplinary Research, Moscow, Russian Federation, irinapolikanova@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5323-3487>

Maxim Yu. Ksenzov, Postgraduate Student at the Department of Psychology of Methodology, the Faculty of Psychology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation, mksenzov@hotmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-0179-8658>

Ruslan T. Melikov, Postgraduate Student at the Laboratory of Perception, the Faculty of Psychology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation, melikovrt@my.msu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5323-3487>

Поступила 31.07.2025. Получена после доработки 21.08.2025. Принята в печать 17.09.2025.

Received 31.07.2025. Revised 21.08.2025. Accepted 17.09.2025.

Приложение

Информация о состоянии здоровья пациентов, особенностях и сроках ранений

Участник, №	Возраст	Начало участия в боевых действиях	Дата ранения	Дата экспертизы	Месяцев между ранением и исследованием	Костыли	Фантомные боли	Контузия	Особенности и описание	Отнесен к группе
1	32	14.05.2023	23.10.2024	14.03.2025	5	Каждый день	Сейчас нет	Нет	Ампутирована правая стопа	Группа 3
2	49	28.11.2022	03.11.2024	14.03.2025	4	Нет	Есть, сейчас нет		Ампутирована левая нога ниже колена	Группа 2
3	26	28.11.2022	21.12.2024	14.03.2025	3	Каждый день	Есть, сейчас есть	Есть, сейчас нет	Ампутирована правая нога	Группа 1
4	44	01.10.2022	21.08.2023	14.03.2025	6	Ходит без них		Есть, звон постоянно	В основном правая сторона плечо, нога и боковые органы	Группа 3
5	44	15.11.2024	09.01.2025	14.03.2025	2			Звон в ушах бывает	Травма головы, рак головного мозга в левом полушарии	Группа 3
6	47	01.03.2023	22.11.2024	14.03.2025	4	Каждый день	Есть, сейчас нет	Есть, сейчас звон в ушах	Ампутирована правая нога ниже икры	Группа 1
7	34	30.10.2024	17.12.2024	14.03.2025	3	Каждый день		Нет	Обе ноги ранило, сейчас правой не двигает, левой двигает	Группа 3

Участник, №	Возраст	Начало участия в боевых действиях	Дата ранения	Дата экспресс-диагностики	Месяцев между ранением и исследованием	Костыли	Фантомные боли	Контузия	Особенности и описание	Отнесены к группе
8	43	15.09.2022	15.08.2023	14.03.2025	6			Нет	Ранение позвоночника посередине, других ранений не было	Группа 3
9	38	26.09.2024	02.02.2025	07.03.2025	1			Была, звона нет	Ранение левого голени стопы, ходит	Группа 3
10	29	01.04.2024	30.12.2024	07.03.2025	2	Каждый день	Есть, сейчас нет	Нет	Ампутирована левая нога по икру	Группа 2
11	39	01.01.2023	15.11.2024	07.03.2025	4	Не ходит			Правая нога повреждена и левая рука, рукой двигается, нога в гипсе	Группа 3
12	25	02.09.2024	14.10.2024	07.03.2025	4	Не ходит	Есть, сейчас нет	Есть сейчас постоянный шум в ушах	Ампутирована левая нога по икру	Группа 2
13	43	22.10.2022	25.12.2024	07.03.2025	2			Периодически, сейчас нет	Были ранены правая рука, локоть плеча и ягодицы сейчас зажило, локоть не до конца разгибается	Группа 1
14	51	27.04.2024	25.06.2024	07.03.2025	8	Не ходит	Есть, сейчас нет	Шум в ушах иногда есть, сейчас нет	Ампутирована правая нога по икру, левая нога тоже повреждена	Группа 1

Участник, №	Возраст	Начало участия в боевых действиях	Дата ранения	Дата экспертизы	Месяцев между ранением и исследованием	Костыли	Фантомные боли	Контужива	Особенности и описание	Отношение к группе
15	54	20.06.2023	17.05.2024	07.03.2025	9	Каждый день		Нет	Ранена голень левой ноги	Группа 3
16	20	01.10.2024	16.12.2024	07.03.2025	3	Ходит с ними		Была, сейчас нет	Без костылей может ходить пару метров с болью, осколки в правой ноге	Группа 3
17	49	03.07.2024	10.01.2025	07.03.2025	2	Ходит		Были 2, сейчас звона в ушах нет	Перебита кость осколком	Группа 3
18	35	26.10.2022	03.01.2025	07.03.2025	2	Каждый день	Были, сейчас нет	Была, сейчас нет звона в ушах	Ампутирована правая нога ниже колена	Группа 1
19	23	11.10.2022	20.10.2024	07.03.2025	4	3 раза в неделю	Нет	Была, звона в ушах нет	Ампутирована левая нога по икру	Группа 2
20	32	27.07.2023	27.07.2024	07.03.2025	7	Каждый день	Есть, сейчас много	Были, звона в ушах нет	Ампутация левой ноги ниже колена	Группа 2
21	51	20.10.2023	13.09.2024	07.03.2025	6	Каждый день	Нет	Звон в ушах из-за остеохондроза	Правая нога ниже колена	Группа 1

Участник, №	Возраст	Начало участия в боевых действиях	Дата ранения	Дата экспертизы	Месяцев между ранением и исследованием	Костыли	Фантомные боли	Контузия	Особенности и описание	Отнесены к группе
22	41	14.03.2023	30.06.2024	28.02.2025	8	Не ходит из-за руки	Есть, сейчас нет	Были, звона в ушах нет	Ампутирована левая нога ниже колена, левое плечо и рука до конца не поднимается	Группа 2
23	29	09.08.2023	19.05.2024	28.02.2025	9	2 раза в день	Неприятные ощущения, не боли	Нет	Ампутирована левая нога по ягодицы, ранение левой руки и туловища	Группа 2
24	30	06.09.2024	05.10.2024	28.02.2025	4		Есть, сейчас есть		Только левая нога ампутирована	Группа 2
27	40	01.09.2022	11.01.2024	28.02.2025	13	Без костылей			Справа не работает голеностоп, слева кусок кости в голени выбит, обе ноги травма	Группа 3
28	40	04.10.2022	30.12.2024	28.02.2025	2	Не ходит	Есть, сейчас есть покалывания		Ампутация правой ноги по икру, осколок попал в висок, его достали в 2024 г.	Группа 1

Участник, №	Возраст	Начало участия в боевых действиях	Дата ранения	Дата экспертизы	Месяцев между ранением и исследованием	Костыли	Фантомные боли	Контузия	Особенности и описание	Отнесен к группе
29	36	10.10.2022	26.12.2024	28.02.2025	2		Есть, сейчас есть	Была, сейчас есть звон в ушах	Ампутация левой ноги до икры, правая повреждена но зажала, ходит с протезом месса, протез коленный не индивидуальный	Группа 2
30	41	18.09.2024	10.10.2024	28.02.2025	4	Не ходит, прыгает	Нет	Нет	Ампутация левой ноги выше колена, пуля под плечом	Группа 2
31	22	15.10.2022	17.12.2024	28.02.2025	3	Каждый день	Нет		Ампутирована половина стопы левой ноги	Группа 2
32	33	01.10.2023	27.07.2024	28.02.2025	7	На ходушках ходит	Бывают, сейчас нет	Травмы голы были, контузия была	Ампутированы обе ноги по ягодицы, ранение руки и живота	Группа 3
33	35	14.10.2022	30.11.2024	28.02.2025	3		Есть, сейчас есть	Была, звон в ушах сейчас есть	Ампутация правой ноги выше колена	Группа 1
34	35	23.09.2022	18.07.2024	28.02.2025	7	Каждый день	Нет	Была, иногда бывают звуки, сейчас нет	Ампутация левой ноги ниже икры, ранены обе ноги	Группа 2

Участник, №	Возраст	Начало участия в боевых действиях	Дата ранения	Дата экспертизы	Месяцев между ранением и исследованием	Костыли	Фантомные боли	Контузия	Особенности и описание	Отнесение к группе
35	41	25.10.2022	20.05.2024	21.02.2025	9			Была, звона нет	Ампутация части руки и пальцев, кроме большого и указательного	Группа 3
36	29	05.04.2024	20.04.2024	21.02.2025	10	2 месяца как начал ходить каждый день			Сзади по всему телу ноги и руки	Группа 3
37	51	05.03.2024	18.05.2024	21.02.2025	9	Не ходит			Пробит череп, плохо двигаются руки и ноги	Группа 3
38	40	06.06.2023	14.06.2024	21.02.2025	8	Каждый день	Нет	Нет	Ампутация правой ноги по игру, рука осколок выше кисти,	Группа 1
39	31	06.09.2024	28.10.2024	14.02.2025	3			Нет	Перелом бедра, ходит 2 недели	Группа 3
40	36	27.11.2023	03.11.2024	14.02.2025	3	Не ходит, прыгает			1 ранение, контузия, сотрясений более 15 за все время, осколочное ранение левой голени	Группа 3
41	23	15.06.2024	29.09.2024	14.02.2025	4			2 контузии было	Ранение обеих ног, на правую не может наступать	Группа 3

Участник, №	Возраст	Начало участия в боевых действиях	Дата ранения	Дата экспертизы	Месяцев между ранением и исследованием	Костыли	Фантомные боли	Контузия	Особенности и описание	Отнесен к группе
42	22	01.10.2023	29.09.2024	14.02.2025	4	Каждый день	Были, прощили	Была, сейчас нет	Ампутация стопы	Группа 3
43	35	04.12.2023	26.07.2024	20.12.2024	5	Каждый день	Были первый месяц, сейчас нет	Нет	Ампутация левой ноги по икру	Группа 2
44	54	01.01.2024	14.04.2024	20.12.2024	8	Не ходит, ходунки 3–4 раза в день	Не было	Нет	Ампутация правой ноги по икру	Группа 1
45	22	01.02.2024	27.08.2024	20.12.2024	4	Каждый день	Слабые, почти нет	Нет	Ампутация левой ноги до икры	Группа 2
46	25	01.09.2023	30.08.2024	01.12.2024	3		Есть, звон есть	Есть, звон есть	Левая рука ранена	Группа 3
48	27	01.05.2024	30.06.2024	01.12.2024	6		Нет		Ампутация правой ноги по середине икры. Пользуется 4 дня коленным протезом	Группа 1
49	49	19.06.2023	17.09.2024	01.12.2024	2	Каждый день	Есть на 3 из 10	Были	Ампутация левой ноги ниже колена	Группа 2
50	31	01.02.2022	27.09.2024	01.12.2024	2	Каждый день	Нет	Нет	Ранение в правую ногу, ампутация левой ноги по колено	Группа 2

Участник, №	Возраст	Начало участия в боевых действиях	Дата ранения	Дата экспресс-диагностики	Месяцев между ранением и исследованием	Костыли	Фантомные боли	Контузия	Особенности и описание	Отнесены к группе
51	26	17.03.2024	17.08.2024	01.12.2024	3	Каждый день	Есть не сильные на 1 из 10	Были, сейчас есть несильный звон	Ампутация правой ноги по бедру, на гражданке 3 года назад отрезали пальцы на правой руке	Группа 1
52	36	01.05.2024	01.09.2024	01.12.2024	3			Нет	Левая нога ранена, не двигается	Группа 2
53	41	13.10.2023	13.07.2024	13.12.2024	5	Каждый день	Были, сейчас нет	Была	Нет левой ноги ниже колена, нет чувствительности пальцев руки, был перебит нерв	Группа 2
54	30	01.02.2024	20.08.2024	13.12.2024	4	Каждый день	Редко бывают не сильные раз в день, сейчас нет	Есть, шум есть сейчас	Ампутация левой ноги ниже колена, правый локоть, левая кисть были ранены	Группа 2
55	42	01.01.2023	29.03.2024				Есть	Нет	Нет двух ног ниже колена, поврежден живот	Группа 3
56	38	01.05.2024	24.09.2024				Есть	Была	Ампутация левой ноги по бедру	Группа 2

Appendix
Information on patients' health status, characteristics, and timing of injuries

Participant, No.	Age	Beginning of participation in hostilities	Date of injury	Date of the experiment	Months between injury and examination	Crutches	Phantom pains	Contusion	Features and Description	Assigned to group
1	32	14.05.2023	23.10.2024	14.03.2025	5	Every day	Not now	No	Right foot amputated	Group 3
2	49	28.11.2022	03.11.2024	14.03.2025	4	No	Yes, not now		Left leg amputated below the knee	Group 2
3	26	28.11.2022	21.12.2024	14.03.2025	3	Every day	Yes, even now	Yes, not now	Right leg amputated	Group 1
4	44	01.10.2022	21.08.2023	14.03.2025	6	Walks without them	Yes, there's a constant ringing	Yes, there's a constant ringing	Mostly right side, shoulder, leg, and lateral organs	Group 3
5	44	15.11.2024	09.01.2025	14.03.2025	2			There's ringing in my ears sometimes	Head injury, brain cancer in the left hemisphere	Group 3
6	47	01.03.2023	22.11.2024	14.03.2025	4	Every day	Yes, not now	There's ringing in my ears now	Right leg amputated below the calf	Group 1
7	34	30.10.2024	17.12.2024	14.03.2025	3	Every day		No	Both legs were injured, currently unable to move the right leg, but can move the left one	Group 3
8	43	15.09.2022	15.08.2023	14.03.2025	6			No	Spinal injury in the middle, no other injuries	Group 3

Participant, No.	Age	Beginning of participation in hostilities	Date of injury	Date of the experiment	Months between injury and examination	Crutches	Phantom pains	Contusion	Features and Description	Assigned to group
9	38	26.09.2024	02.02.2025	07.03.2025	1			There was, no ringing	Left ankle injury, can walk	Group 3
10	29	01.04.2024	30.12.2024	07.03.2025	2	Every day	Yes, not now	No	Left leg amputated at the calf	Group 2
11	39	01.01.2023	15.11.2024	07.03.2025	4	Doesn't walk			Right leg and left arm are injured, can move the arm, leg in a cast	Group 3
12	25	02.09.2024	14.10.2024	07.03.2025	4	Doesn't walk	Yes, not now	Constant tinnitus now	Left leg amputated at the calf	Group 2
13	43	22.10.2022	25.12.2024	07.03.2025	2			Occasionally, but not now	Right arm, elbow, shoulder, and buttocks were injured, now healed, elbow does not fully extend	Group 1
14	51	27.04.2024	25.06.2024	07.03.2025	8	Doesn't walk	Yes, not now	Occasional tinnitus, but not now	Right leg amputated at the calf, left leg also injured	Group 1
15	54	20.06.2023	17.05.2024	07.03.2025	9	Every day		No	Left shin is injured	Group 3
16	20	01.10.2024	16.12.2024	07.03.2025	3	Walks with them		There was, now there isn't	Can walk a couple of meters without crutches with pain, fragments in right leg	Group 3

Participant, No.	Age	Beginning of participation in hostilities	Date of injury	Date of the experiment	Months between injury and examination	Crutches	Phantom pains	Contusion	Features and Description	Assigned to group
17	49	03.07.2024	10.01.2025	07.03.2025	2	Walks		There were 2, now there's no ringing in the ears	Broken bone shrapnel	Group 3
18	35	26.10.2022	03.01.2025	07.03.2025	2	Every day	There were, not now	There was, now there's no ringing in the ears	Amputated right leg below the knee	Group 1
19	23	11.10.2022	20.10.2024	07.03.2025	4	3 times a week	No	There were, now there's no ringing in the ears	Amputated left leg at the calf	Group 2
20	32	27.07.2023	27.07.2024	07.03.2025	7	Every day	Yes, a little now	Tinnitus due to osteochondrosis	Amputation of left leg below the knee	Group 2
21	51	20.10.2023	13.09.2024	07.03.2025	6	Every day	No	There were, now there's no ringing in the ears	Right leg below the knee	Group 1
22	41	14.03.2023	30.06.2024	28.02.2025	8	Doesn't walk because of the hand	Yes, not now	There was, now there isn't	Amputated left leg below the knee, left shoulder and arm cannot be raised fully	Group 2

Participant, No.	Age	Beginning of participation in hostilities	Date of injury	Date of the experiment	Months between injury and examination	Crutches	Phantom pains	Contusion	Features and Description	Assigned to group
23	29	09.08.2023	19.05.2024	28.02.2025	9	2 times a day	Unpleasant sensations, not pain	No	Amputated left leg at the buttock, wound to left arm and torso	Group 2
24	30	06.09.2024	05.10.2024	28.02.2025	4		Yes, even now		Only the left leg amputated	Group 2
27	40	01.09.2022	11.01.2024	28.02.2025	13	Without crutches			The ankle on the right does not function, a piece of bone in the left shin is knocked out, both legs are injured	Group 3
28	40	04.10.2022	30.12.2024	28.02.2025	2	Doesn't walk	Yes, even now tingling		Amputation of the right leg at the calf; a shrapnel hit the temple, it was removed in 2024	Group 1
29	36	10.10.2022	26.12.2024	28.02.2025	2		Yes, even now	I had, and now I have, ringing in my ears	Amputation of the left leg at the calf; the right leg is damaged but healed, has been using a prosthesis for a month, a non-custom knee prosthesis	Group 2
30	41	18.09.2024	10.10.2024	28.02.2025	4	Doesn't walk, jumps	No	No	Amputation of the left leg above the knee, a bullet under the shoulder	Group 2

Participant, No.	Age	Beginning of participation in hostilities	Date of injury	Date of the experiment	Months between injury and examination	Crutches	Phantom pains	Contusion	Features and Description	Assigned to group
31	22	15.10.2022	17.12.2024	28.02.2025	3	Every day	No		Half of the left foot amputated	Group 2
32	33	01.10.2023	27.07.2024	28.02.2025	7	Walks on a walker	Sometimes, but not now	I had head injuries, a concussion,	Both legs amputated at the buttocks, wound to the arm and abdomen. Amputation of the right leg above the knee	Group 3
33	35	14.10.2022	30.11.2024	28.02.2025	3		Yes, even now	I had a ringing in my ears now	Amputation of the left leg below the calf, both legs injured	Group 1
34	35	23.09.2022	18.07.2024	28.02.2025	7	Every day	No	I had a ringing in my ears sometimes, but now I don't	Amputation of part of the hand and fingers, except for the thumb and index finger	Group 2
35	41	25.10.2022	20.05.2024	21.02.2025	9			I had a ringing in my ears, but now I don't	Leg and arm injuries throughout the back	Group 2

Participant, No.	Age	Beginning of hostilities	Date of injury	Date of the experiment	Months between injury and examination	Crutches	Phantom pains	Contusion	Features and Description	Assigned to group
36	29	05.04.2024	20.04.2024	21.02.2025	10	It's been 2 months since he started walking every day			Skull punctured, arms and legs difficult to move	Group 3
37	51	05.03.2024	18.05.2024	21.02.2025	9	Doesn't walk			Amputation of the right leg for a game, shrapnel in the arm above the wrist	Group 1
38	40	06.06.2023	14.06.2024	21.02.2025	8	Every day	No	No	Fractured femur, has been walking for 2 weeks	Group 2
39	31	06.09.2024	28.10.2024	14.02.2025	3			No	One wound, contusion, more than 15 concussions over the entire period, shrapnel wound in the left shin	Group 3
40	36	27.11.2023	03.11.2024	14.02.2025	3	Doesn't walk, jumps			Injury to both legs, cannot walk on the right leg	Group 3
41	23	15.06.2024	29.09.2024	14.02.2025	4			Had twice	Foot amputation	Group 3
42	22	01.10.2023	29.09.2024	14.02.2025	4	Every day	There were, not now	There was, but now there isn't	Amputation of the left leg below the calf	Group 1

Participant, No.	Age	Beginning of participation in hostilities	Date of injury	Date of the experiment	Months between injury and examination	Crutches	Phantom pains	Contusion	Features and Description	Assigned to group
43	35	04.12.2023	26.07.2024	20.12.2024	5	Every day	There were the first month, now there aren't any	No	Amputation of the right leg below the calf	Group 3
44	54	01.01.2024	14.04.2024	20.12.2024	8	Doesn't walk, uses a walker 3-4 times a day	There wasn't	No	Amputation of the left leg below the calf	Group 3
45	22	01.02.2024	27.08.2024	20.12.2024	4	Every day	Weak almost none	No	Amputation of the left leg below the calf	Group 3
46	25	01.09.2023	30.08.2024	01.12.2024	3		Yes, there is ringing		Left arm injured	Group 3
48	27	01.05.2024	30.06.2024	01.12.2024	6		No		Amputation of the right leg below the mid-calf Has been using a knee prosthesis for 4 days	Group 2
49	49	19.06.2023	17.09.2024	01.12.2024	2	Every day	There are 3 out of 10	There were	Left leg amputated below the knee	Group 1
50	31	01.02.2022	27.09.2024	01.12.2024	2	Every day	No	No	Right leg wound, left leg amputated at the knee	Group 2

Participant, No.	Age	Beginning of participation in hostilities	Date of injury	Date of the experiment	Months between injury and examination	Crutches	Phantom pains	Contusion	Features and Description	Assigned to group
51	26	17.03.2024	17.08.2024	01.12.2024	3	Every day	There are some that are not strong, 1 out of 10	There were, now there is a slight ringing sound	Right leg amputated at the thigh; fingers on right hand were amputated as a civilian 3 years ago	Group 2
52	36	01.05.2024	01.09.2024	01.12.2024	3			No	Left leg is injured and immobile	Group 1
53	41	13.10.2023	13.07.2024	13.12.2024	5	Every day	There were, not now	There was	No left leg below the knee, no feeling in fingers, nerve was severed	Group 2
54	30	01.02.2024	20.08.2024	13.12.2024	4	Every day	Rarely there are not strong ones once a day, now there are none	Yes, there is noise now	Left leg amputated below the knee, right elbow and left hand were injured	Group 2
55	42	01.01.2023	29.03.2024				Yes	No	Both legs are missing below the knee, abdominal injury	Group 2
56	38	01.05.2024	24.09.2024				Yes	There was	Left leg amputated at the thigh	Group 3