УДК 617.3:615.477.33:004.94:614.2

КЛИНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОРТЕЗОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И 3D-ПЕЧАТИ, В ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ ТРАВМАТОЛОГО-ОРТОПЕДИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Азиз А. К. ORCID ID 0009-0003-6911-0419,
Горбатов Р. О. ORCID ID 0000-0001-6964-1015,
Малышев Е. Е. ORCID ID 0000-0001-7227-6979,
Зыкин А. А. ORCID ID 0000-0002-6321-3631,
Кочарян Г. С., Горин В. В. ORCID ID 0009-0002-6790-6707,
Алыев Р. В. ORCID ID 0000-0002-0263-4539

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Нижний Новгород, Российская Федерация, e-mail: ali.azeez.98@mail.ru

Улучшение исходов лечения повреждений опорно-двигательного аппарата является приоритетной задачей современной травматологии и ортопедии, особенно в условиях внедрения аддитивных технологий в клиническую практику. Цель исследования - провести сравнительный клинико-экономический анализ применения индивидуальных ортезов, изготовленных с использованием компьютерного моделирования и 3D-печати, и серийных ортопедических изделий при закрытых повреждениях капсульно-связочного аппарата межфаланговых суставов пальцев кисти. В ретроспективное одноцентровое сравнительное исследование включены 60 пациентов, разделённых на две группы: группа 1 (n=30) - индивидуализированные 3D-печатные ортезы; группа 2 (n=30) - серийные ортопедические изделия. Клинико-функциональные исходы оценивали при первичном обращении и через 12 месяцев. Клинико-экономическую оценку проводили методом анализа «затраты – эффективность», в качестве показателя эффективности использовали QALY, рассчитываемый с учётом индексов полезности состояния здоровья в период иммобилизации и постиммобилизационный период. Медиана QALY составила 0,856 [0,856; 0,979] в 1-й группе и 0,802 [0,753; 0,841] во 2-й группе (p<0,001). Медианная стоимость ортеза составила соответственно 450 [430; 450] и 1290 [1290; 1390] руб.; разница - 840 руб. (65,12%; p<0,001). Медианные затраты на лечение составили 1900 [1880; 1900] и 2740 [2740; 2840] руб., а CER - 2194,16 [1940,68; 2230,37] и 3416,07 [3011,65; 3762,50] руб./QALY соответственно (p<0,001). В пределах исследуемой выборки применение индивидуальных ортезов сочеталось с более высоким QALY и меньшими затратами.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, 3D-печать, клинико-экономический анализ, травматология и ортопедия.

CLINICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF USING INDIVIDUAL ORTHOSES DESIGNED USING COMPUTER MODELING AND 3D PRINTING IN THE TREATMENT OF TRAUMATOLOGY-ORTHOPEDIC PROFILE PATIENTS.

Azeez A. Q. ORCID ID 0009-0003-6911-0419,
Gorbatov R. O. ORCID ID 0000-0001-6964-1015,
Malyshev E. E. ORCID ID 0000-0001-7227-6979,
Zykin A. A. ORCID ID 0000-0002-6321-3631,
Kocharyan G. S., Gorin V. V. ORCID ID 0009-0002-6790-6707,
Alyev R. V. ORCID ID 0000-0002-0263-4539

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Volga Research Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Nizhny Novgorod, Russian Federation, e-mail: ali.azeez.98@mail.ru

Improving outcomes after musculoskeletal injuries remains an important goal of modern traumatology and orthopaedics, particularly with the increasing use of additive manufacturing. The aim of this study was to perform a comparative clinical and economic evaluation of patient-specific orthoses manufactured using computer modelling and 3D printing versus serially manufactured orthopaedic devices for closed capsuloligamentous injuries of the interphalangeal joints of the fingers. This retrospective single-centre comparative study included 60 patients divided into two groups: group 1 (n=30), treated with patient-specific 3D-printed orthoses, and group 2 (n=30), treated with serially manufactured orthopaedic devices. Clinical and functional outcomes were assessed at the initial visit and at 12 months. The economic evaluation was performed as a cost-effectiveness analysis using quality-adjusted life years (QALYs) as the measure of effectiveness, calculated by accounting for health-state utility indices during the immobilization and post-immobilization periods. Median QALY values were 0.856 [0.856; 0.979] in group 1 and 0.802 [0.753; 0.841] in group 2 (p<0.001). Median orthosis costs were 450 [430; 450] RUB and 1290 [1290; 1390] RUB, respectively, representing a difference of 840 RUB (65.12%; p<0.001). Median total treatment costs were 1900 [1880; 1900] RUB and 2740 [2740; 2840] RUB, while median cost-effectiveness ratios (CERs) were 2194.16 [1940.68; 2230.37] and 3416.07 [3011.65; 3762.50] RUB/QALY, respectively (p<0.001). Within the study sample, patient-specific orthoses were associated with higher QALY and lower costs.

Keywords: computer modeling, 3D printing, clinical and economic analysis, traumatology and orthopaedics.

Введение

В 2019 году в Российской Федерации было зафиксировано 2,3 миллиона случаев травм запястья и кисти [1]. Одним из основных методов их лечения остается консервативная терапия, основанная на иммобилизации поврежденного сегмента. Традиционным инструментом для этих целей служат гипсовые повязки, однако их применение зачастую сопряжено с развитием осложнений: пациенты отмечают выраженный дискомфорт из-за локального давления, что нередко приводит к развитию эпидермальных пузырей и эрозий. Одним из перспективных направлений иммобилизации, значительно повышающим качество жизни пациентов, является использование индивидуальных ортезов [2]. В современных условиях трансформации системы здравоохранения ключевыми задачами являются внедрение экономически обоснованных моделей лечебно-диагностического процесса, развитие инновационных технологий и рациональное распределение ограниченных ресурсов. Интенсификация медицинской деятельности напрямую коррелирует с уровнем социально-экономического развития отрасли. Несмотря на наличие прямой зависимости между объемом финансирования медицинских организаций и качеством оказываемой помощи, увеличение затрат не всегда обеспечивает пропорциональный рост отличных результатов. В связи с этим проведение клинико-экономического анализа становится необходимым инструментом для объективной оценки эффективности различных методов лечения [3; 4]. В современной клинической практике распространенность заболеваний опорно-двигательного аппарата остается высокой, при этом эффективность существующих методик терапии не всегда позволяет достичь оптимальных функциональных исходов. Ключевым направлением в повышении качества жизни пациентов травматолого-ортопедического профиля, увеличении частоты благоприятных клинических результатов, а также снижении показателей инвалидизации является внедрение принципов

персонифицированной медицины. В частности, переход к индивидуализации лечебных стратегий, включая использование компьютерного моделирования и 3D-печати, представляет собой перспективный путь совершенствования специализированной медицинской помощи [2; 3]. Таким образом, совершенствование методик лечения пациентов с травматическими повреждениями мягкотканных структур кисти остается приоритетным направлением современной травматологии. Внедрение методов компьютерного моделирования в сочетании с аддитивными технологиями открывает новые возможности для оптимизации клинических исходов. Обоснование эффективности данных подходов требует проведения комплексного клинико-экономического анализа, что позволит оценить медико-социальную и экономическую целесообразность использования персонифицированных ортопедических изделий при лечении пациентов с травмами мягких тканей пальцев кисти.

Цель исследования

Провести клинико-экономический анализ эффективности использования индивидуальных ортезов, изготовленных с помощью компьютерного моделирования и 3D-печати, в лечении пациентов с закрытыми повреждениями капсульно-связочного аппарата межфаланговых суставов пальцев кисти.

Материалы и методы исследования

Проведено ретроспективное одноцентровое сравнительное исследование, в которое были включены данные 60 пациентов с закрытыми повреждениями капсульно-связочного аппарата межфаланговых суставов пальцев кисти, проходивших лечение с использованием ортезов на базе ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России в 2021-2022 гг. Среди них было 19 (32%) мужчин и 41 (68%) женщина.

Дизайн исследования: ретроспективное одноцентровое сравнительное исследование, включавшее клиническую, функциональную и клинико-экономическую оценку применения индивидуализированных ортопедических изделий, изготовленных методами компьютерного моделирования и аддитивного производства. Критерии включения: возраст 18–80 лет; наличие закрытого повреждения капсульно-связочного аппарата межфалангового сустава пальца кисти. Критерии исключения: возраст менее 18 или более 80 лет; тяжёлая сопутствующая соматическая патология (декомпенсированные заболевания сердечно-сосудистой, эндокринной и иммунной систем, а также психиатрические, неврологические и онкологические заболевания), способная существенно повлиять на результаты реабилитации.

В соответствии с установленными критериями в исследование были включены 60 пациентов, разделённых на две группы. Пациенты 1-й группы (n=30) получали лечение с

применением индивидуализированных ортезов, изготовленных посредством аддитивных технологий; во 2-й группе (n=30) применялись серийные ортопедические изделия (табл. 1). Длительность иммобилизации составляла 4 недели. В постиммобилизационном периоде всем пациентам проводился единый комплекс реабилитационных мероприятий, включавший лечебную физкультуру и физиотерапевтическое лечение.

Таблица 1

Сравнительная характеристика пациентов

Характеристика	**1-я группа (n=30)**	**2-я группа (n=30)**
Пол, n	10 мужчин, 20 женщин	9 мужчин, 21 женщина
ИМТ, кг/м²	29,1±1,2	31,0±1,7
Локализация повреждения	16 пациентов с проксимальными межфаланговыми суставами 2-го пальца (12 - правая, 4 - левая). 14 пациентов с проксимальными межфаланговыми суставами 3-го пальца (9 - правая, 5 - левая)	19 пациентов с проксимальными межфаланговыми суставами 2-го пальца (16 - правая, 3 - левая). 11 пациентов с проксимальными межфаланговыми суставами 3-го пальца (9 - правая, 2 - левая)
Срок обращения после травмы, ч	3,3±0,5	1,9±0,5

Примечание: таблица составлена авторами на основе данных исследования. Количественные показатели представлены как M±m, где M - среднее арифметическое, m - стандартная ошибка среднего (SEM). Пациенты были распределены по группам в зависимости от использованного ортопедического изделия.

Межгрупповые сравнения данных, представленных в таблице 1, выполняли двусторонним t-критерием Уэлча с расчётом стандартной ошибки разности как $\sqrt{(m_1^2+m_2^2)}$. Статистически значимых различий между группами по индексу массы тела ($p=0,365$) и сроку обращения после травмы ($p=0,063$) не выявлено. Распределение по полу также не различалось (двусторонний точный критерий Фишера, $p=1,000$), как и локализация повреждений 2-го и 3-го пальцев ($p=0,601$). Кроме того, статистически значимых различий ($p=0,594$) по возрасту (M±sd, лет) больных не выявлено: 1-я группа - 38,9±11,5; 2-я группа - 40,3±8,5.

Проектирование индивидуализированных ортезов являлось собственной технологической методикой исследования и включало антропометрическое измерение длины, ширины и объёмных характеристик иммобилизуемого сегмента, определение проекционного расположения межфаланговых суставов, компьютерное моделирование индивидуальной геометрии изделия и последующее изготовление ортеза методом послойного наплавления (FDM).

Клинико-функциональную оценку результатов лечения проводили при первичном обращении и через 12 месяцев после травмы. Среди 60 пациентов, включенных в исследование, отсутствовали пропуски данных в основной конечной точке годового наблюдения. Интенсивность болевого синдрома определяли по визуально-аналоговой шкале (ВАШ). Активный объём движений в повреждённом проксимальном межфаланговом суставе измеряли гониометром и выражали в градусах. Функциональное состояние верхней конечности оценивали по опроснику QuickDASH; результат представляли в баллах от 0 до 100, при этом более высокое значение соответствовало большей выраженности функциональных ограничений. Силу кистевого захвата определяли с помощью кистевого динамометра и выражали в процентах от показателя контралатеральной кисти. Срок восстановления определяли как количество дней от момента травмы до завершения иммобилизации и основного курса реабилитационных мероприятий с возвращением пациента к привычной бытовой и профессиональной активности без необходимости продолжения регулярного специализированного лечения. Удовлетворённость результатом лечения через 12 месяцев оценивали по 5-балльной шкале Лайкерта, где 1 балл соответствовал полной неудовлетворённости, а 5 баллов - полной удовлетворённости. Осложнения регистрировали на протяжении всего 12-месячного периода наблюдения.

Оценку клинико-экономической эффективности проводили методом анализа «затраты – эффективность». Методика расчёта была адаптирована из ранее опубликованного клинико-экономического исследования индивидуальных и серийных изделий [5]. Эффективность лечения выражали в QALY (quality-adjusted life years - годы жизни с поправкой на качество). Для каждого пациента QALY за 12-месячный период наблюдения рассчитывали как произведение индекса полезности состояния здоровья U, определённого с помощью EQ-5D-5L, на продолжительность нахождения в соответствующем состоянии t: $QALY=U\times t$ [5; 6]. Учитывая изменение состояния здоровья пациентов в течение периода наблюдения, выделяли два последовательных периода: иммобилизации (t_1) и постиммобилизационный (t_2). Итоговый QALY определяли как сумму произведений индекса полезности каждого состояния здоровья на продолжительность соответствующего периода по формуле: $QALY = U_1 \times t_1 + U_2 \times t_2 = \Sigma(U_i \times t_i)$, где U_1 и U_2 - индексы полезности состояния здоровья в период иммобилизации (оценка проведена через 28 дней после травмы) и постиммобилизационный период (оценка проведена через 12 месяцев после травмы) соответственно, t_1 и t_2 - продолжительность указанных периодов в годах, при этом $t_1 + t_2 = 1$. Для получения индекса U профили EQ-5D-5L переводили во взвешенный индекс с использованием российского value set и методологии перехода EuroQol Group [7; 8]. Оценку прямых медицинских затрат проводили с использованием данных прейскуранта платных медицинских услуг ФГБОУ

ВО «ПИМУ» Минздрава России за 2021 г. и документов, подтверждающих фактические расходы пациентов, включая кассовые и товарные чеки. В расчёт включали стоимость ортопедического изделия, а также диагностических, лечебных и реабилитационных мероприятий, непосредственно связанных с лечением. Затраты, связанные с лечением сопутствующих заболеваний, и непрямые затраты не учитывали. Стоимостные показатели для сравниваемых групп определяли за сопоставимый период; горизонт оценки затрат составлял 1 год. Показатель CER («затраты – эффективность») рассчитывали для каждого пациента по формуле CER=C/QALY, где C - сумма прямых затрат на лечение за рассматриваемый период; единица измерения - руб./QALY [5; 9]. Значения CER в таблице 3 представляют медиану индивидуальных отношений.

Статистический анализ выполнен с использованием программного пакета Statistica 10.0. Нормальность распределения количественных признаков оценивали с помощью критерия Шапиро – Уилка и анализа Q–Q-графиков. Количественные показатели с нормальным распределением представляли в виде среднего арифметического и стандартного отклонения (M±SD), а показатели с распределением, отличным от нормального, - в виде медианы и межквартильного интервала Me [Q1; Q3]. Для исходных клинико-демографических характеристик точность оценки среднего значения характеризовали стандартной ошибкой среднего и представляли данные в виде M±m, где m - стандартная ошибка среднего (SEM). Межгрупповые сравнения количественных показателей выполняли с использованием двустороннего t-критерия Уэлча или двустороннего U-критерия Манна – Уитни. Категориальные признаки сравнивали с использованием двустороннего точного критерия Фишера. Различия считали статистически значимыми при $p<0,05$. Исследование выполнено в соответствии с принципами Хельсинкской декларации и одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России (протокол № 6 от 26.03.2021). Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Результаты исследования и обсуждение

При первичном обследовании статистически значимых межгрупповых различий по выраженности болевого синдрома, активному объёму движений в повреждённом проксимальном межфаланговом суставе, показателю QuickDASH и силе кистевого захвата не выявлено ($p>0,05$), что свидетельствовало о сопоставимости исходного клинико-функционального состояния пациентов по данным параметрам. Через 12 месяцев после травмы в обеих группах отмечено улучшение клинико-функциональных показателей, однако результаты в 1-й группе были статистически значимо лучше по основным оцениваемым параметрам (табл. 2).

Таблица 2

Клинико-функциональные результаты лечения пациентов исследуемых групп

Показатель	1-я группа до лечения (n=30)	2-я группа до лечения (n=30)	p_1	1-я группа через 12 мес. (n=30)	2-я группа через 12 мес. (n=30)	p_2
Боль по ВАШ, баллы, Me [Q1; Q3]	6 [5; 6]	6 [5; 6]	0,852	0 [0; 1]	1 [1; 2]	<0,001
Активный объём движений в повреждённом ПМФС, °, M±SD	47,6±10,9	45,6±9,4	0,450	104,0±5,4	91,6±8,2	<0,001
QuickDASH, баллы, M±SD	52,5±11,2	53,2±11,0	0,808	2,8±2,5	14,0±5,0	<0,001
Сила кистевого захвата, % от контралатеральной кисти, M±SD	52,0±9,0	54,7±8,5	0,237	96,9±3,1	86,5±6,5	<0,001
Срок восстановления, дни, M±SD	-	-	-	43,2±6,1	55,6±8,3	<0,001
Удовлетворённость результатом лечения, баллы, Me [Q1; Q3]	-	-	-	5 [5; 5]	5 [4; 5]	0,001

Примечание: таблица составлена авторами на основе данных исследования.

Медианная стоимость индивидуального ортеза, изготовленного на 3D-принтере, была на 840 руб. (65,12%) ниже аналогичной стоимости серийного ортеза. Эффективность лечения, выраженная в QALY, была на 6,7% выше в 1-й группе пациентов, что сопровождалось статистически значимо более высоким индексом EQ-5D-5L у пациентов, которым выполнялась иммобилизация повреждённого межфалангового сустава с использованием индивидуального ортеза ($p<0,05$; табл. 3).

Таблица 3

Клинико-экономические результаты лечения пациентов исследуемых групп

Показатель	1-я группа (n=30) Me [25p;75p]	2-я группа (n=30) Me [25p;75p]	P
Стоимость ортеза, руб.	450 [430; 450]	1290 [1290; 1390]	<0,001
Затраты на лечение, руб.*	1900 [1880; 1900]	2740 [2740; 2840]	<0,001
Индекс EQ-5D-5L (период иммобилизации)	0,784 [0,738; 0,803]	0,616 [0,616; 0,708]	<0,001

Индекс EQ-5D-5L (постиммобилизационный период)	0,861 [0,861; 1,000]	0,813 [0,765; 0,861]	0,002
QALY	0,856 [0,856; 0,979]	0,802 [0,753; 0,841]	<0,001
CER, руб./QALY	2194,16 [1940,68; 2230,37]	3416,07 [3011,65; 3762,50]	<0,001

Примечание: таблица составлена авторами на основе данных исследования; *затраты на лечение оценивались в течение 1 года. CER - отношение индивидуальных затрат к индивидуальному QALY, руб./QALY; в таблице приведена медиана индивидуальных значений CER.

Результаты анализа «затраты – эффективность» показали, что в исследуемой выборке применение индивидуальных 3D-печатных ортезов сочеталось с меньшими затратами и более высоким QALY по сравнению с серийными изделиями. Полученные данные соответствуют имеющимся в литературе сведениям о потенциальных преимуществах персонализированных 3D-печатных ортезов, при этом прямое сопоставление ограничено различиями в дизайне исследований и характеристиках пациентов. В систематическом обзоре A. C. T. Rodrigues и соавт. описаны потенциальные преимущества 3D-печатных ортезов, связанные с индивидуализацией геометрии и удобством использования, однако авторы подчёркивают неоднородность доступных исследований [10]. В сравнительном клиническом исследовании C. Glazer и соавт. у пациентов с травмами кисти отмечены лучшие показатели ряда клинических исходов при использовании 3D-печатных ортезов по сравнению с гипсовой иммобилизацией [11]. Систематический обзор E. M. M. Van Lieshout и соавт. показал низкую частоту осложнений и высокую удовлетворённость пациентов в опубликованных клинических сериях, однако авторы прямо указывают, что превосходство 3D-печатных ортезов над традиционной гипсовой иммобилизацией требует дальнейшего изучения [12]. Работа Á. T. Schlégl и соавт. посвящена преимущественно механическим характеристикам, водопоглощению и стоимости различных материалов для шин и не может рассматриваться как прямое доказательство улучшения клинической реабилитации [13]. Публикация D. S. Chae и соавт. представляет три клинических случая применения индивидуализированных ортезов при повреждениях периферических нервов [14], а исследование F. D. Marinho и соавт. включает шесть пациентов с ризартрозом, у которых 3D-печатный ортез применялся совместно с программой эрготерапии [15]. Поэтому указанные работы подтверждают техническую и клиническую перспективность индивидуализированного ортезирования, но не позволяют переносить их результаты непосредственно на пациентов с повреждениями межфаланговых суставов. К ограничениям настоящего исследования относятся ретроспективный

одноцентровый дизайн, небольшой объём выборки, отсутствие рандомизации, а также использование переходной методологии для получения индекса EQ-5D-5L из российского набора предпочтений EQ-5D-3L. Экономические результаты следует интерпретировать как сравнительные показатели внутри данной выборки, а не как универсальные текущие тарифы стоимости лечения.

Заключение

В рамках настоящего ретроспективного исследования применение индивидуальных ортезов, изготовленных с использованием компьютерного моделирования и 3D-печати, при закрытых повреждениях капсульно-связочного аппарата межфаланговых суставов пальцев кисти сопровождалось статистически значимо лучшими клинико-функциональными результатами, более коротким сроком восстановления и меньшими затратами по сравнению с серийными ортезами. Осложнений в обеих группах не зарегистрировано. Сочетание меньших затрат и более высокого QALY позволяет характеризовать персонифицированную стратегию лечения как экономически доминирующую в пределах исследуемой выборки; полученные результаты требуют подтверждения в проспективных контролируемых исследованиях.

Список литературы

1. Здравоохранение в России. 2021: статистический сборник. М.: Росстат; 2021. 171 с. С. 49. табл. 2.21. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Zdravoohran-2021.pdf (дата обращения 16.09.2026).
2. Atallah H, Qufabz T, Bakhsh HR, Ferriero G. The current state of 3D-printed orthoses clinical outcomes: a systematic review. BMC Musculoskelet Disord. 2025;26:822. DOI: 10.1186/s12891-025-09070-4
3. ГОСТ Р 57525-2017. Клинико-экономические исследования. Общие требования. М.: Стандартинформ; 2017. Официальный фонд Росстандарта: URL: https://protect.gost.ru/gost/details/e2ecbb50-0804-4405-a8a3-b0f478b2155e (дата обращения 16.09.2026).
4. Husereau D, Drummond M, Augustovski F, et al. Consolidated Health Economic Evaluation Reporting Standards 2022 (CHEERS 2022) statement: updated reporting guidance for health economic evaluations. BMJ. 2022;376:e067975. DOI: 10.1136/bmj-2021-067975.
5. Горбатов Р. О., Ковалдов К. А., Герасимов Е. А., Комаров Р. Н., Преснов Д. В., Зыкин А. А., Карякин Н. Н. Клинико-экономический анализ эффективности использования индивидуальных и

серийных имплантатов при эндопротезировании тазобедренного и коленного суставов. Менеджер здравоохранения. 2024;5:63–74. DOI: 10.21045/1811-0185-2024-5-63-74.

6. Мусина Н. З., Федяева В. К. Методы расчета QALY как интегрального показателя эффективности в процессе комплексной оценки лекарственных препаратов. Фармакоэкономика. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология. 2017;10(1):66–71. DOI: 10.17749/2070-4909.2017.10.1.066-071.

7. Omelyanovskiy V, Musina N, Ratushnyak S, Bezdenezhnykh T, Fediaeva V, Roudijk B, Purba FD. Valuation of the EQ-5D-3L in Russia. Quality of Life Research. 2021;30(7):1997–2007. DOI: 10.1007/s11136-021-02804-6.

8. Hołownia-Voloskova M, Tarbastaev A, Golicki D. Population norms of health-related quality of life in Moscow, Russia: the EQ-5D-5L-based survey. Quality of Life Research. 2021;30(3):831–840. DOI: 10.1007/s11136-020-02705-0.

9. Ягудина Р. И., Серпик В. Г., Сороковиков И. В. Методологические основы анализа «затраты–эффективность». Фармакоэкономика: теория и практика. 2014;2(2):23–26. DOI: 10.30809/phe.2.2014.1.

10. Rodrigues ACT, Garcez LVM, Medola FO, Baleotti LR, Sandnes FE, Vaezipour A. A Systematic Review of Differences Between Conventional Orthoses and 3D-Printed Orthoses. In: Trzcielinski S, Mrugalska B, Karwowski W, Rossi E, Di Nicolantonio M, editors. Advances in Manufacturing, Production Management and Process Control. Lecture Notes in Networks and Systems. Vol. 274. Cham: Springer; 2021. P. 53–60. DOI: 10.1007/978-3-030-80462-6_7.

11. Glazer C, Oravitan M, Pantea C, Stanila AM, Jurjiu NA, Totok A, Marghitas MP, Avram C. 3D-printed orthoses vs. traditional plaster cast: a comparative clinical study. Balneo and PRM Research Journal. 2025;16(1):785. DOI: 10.12680/balneo.2025.785.

12. Van Lieshout EMM., Verhofstad MHJ., Beens LM, Van Bekkum JJJ, Willemsen F, Janzing HMJ, Van Vledder MG. Personalized 3D-printed forearm braces as an alternative for a traditional plaster cast or splint: a systematic review. Injury. 2022;53(Suppl 3):S47–S52. DOI: 10.1016/j.injury.2022.07.020.

13. Schlégl ÁT, Told R, Kardos K, Szőke A, Ujfalusi Z, Maróti P. Evaluation and Comparison of Traditional Plaster and Fiberglass Casts with 3D-Printed PLA and PLA-CaCO3 Composite Splints for Bone-Fracture Management. Polymers (Basel). 2022;14(17):3571. DOI: 10.3390/polym14173571.

14. Chae DS, Kim DH, Kang KY, Kim DY, Park SW, Park SJ, Kim JH. The functional effect of 3D-printing individualized orthosis for patients with peripheral nerve injuries: three case reports. Medicine (Baltimore). 2020;99(16):e19791. DOI: 10.1097/MD.0000000000019791.

15. Marinho FD, Santos PM, Nardi SMT, Sime MM, Coutinho GC. Use of 3D printed orthesis and occupational therapeutic treatment in rhizarthrosis. Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional. 2020;28(4):1151–1164. DOI: 10.4322/2526-8910.ctoAO2083.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Финансирование: Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования.

Financing: The research was performed without external funding.