

Гений ортопедии. 2022. Т. 28, № 2. С. 234-240.

Genij Ortopedii. 2022. Vol. 28, no. 2. P. 234-240.

### Научная статья

УДК 616.728.2-089.844-77:330.44

<https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-2-234-240>

## Анализ экономической эффективности использования индивидуальных и серийных вертлужных конструкций при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава

Р.М. Тихилов<sup>1,2</sup>, А.А. Джавадов<sup>1,3</sup>, А.О. Денисов<sup>1</sup>, А.М. Чилилов<sup>3</sup>, М.А. Черкасов<sup>1</sup>, С.С. Бильик<sup>1</sup>, И.Э. Хужаназаров<sup>4,5</sup>, И.И. Шубняков<sup>1,6</sup>

<sup>1</sup> Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского, Москва, Россия

<sup>4</sup> Ташкентская медицинская академия, Ташкент, Республика Узбекистан

<sup>5</sup> Республиканский специализированный научный и практический медицинский центр, Ташкент, Республика Узбекистан

<sup>6</sup> Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург, Россия

**Автор, ответственный за переписку:** Алисагиб Аббасович Джавадов, [alisagib.dzhavadov@mail.ru](mailto:alisagib.dzhavadov@mail.ru)

### Аннотация

**Введение.** Индивидуальные вертлужные конструкции (ИК) в сравнении с серийными демонстрируют более высокую клиническую эффективность при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава в условиях 3А и 3В неограниченных дефектов вертлужной впадины (ВВ) и при нарушении целостности тазового кольца. Однако стоимость индивидуальных конструкций все еще значительно превосходит затраты на серийные изделия. Соответственно, представляется интересным уровень экономической целесообразности использования разных конструкций в условиях различных дефектов вертлужной впадины. **Цель.** Проанализировать экономическую эффективность использования индивидуальных вертлужных конструкций в сравнении с серийными имплантатами в условиях 3А и 3В неограниченных дефектов ВВ, а также при нарушении целостности тазового кольца. **Материалы и методы.** Для оценки экономической эффективности была применена модель Маркова. Модель была построена на основании данных 4-летней выживаемости в отношении асептического расшатывания, инфекции, вывихов 133 случаев ревизионного эндопротезирования ТБС. **Результаты.** По результатам моделирования на протяжении 5-летнего цикла в группе пациентов с 3А неограниченными дефектами ИК показали снижение затрат на 11,7 % и повышение качества жизни пациентов на 0,2 QALY, в сравнении с серийными имплантатами. При выделении пациентов с 3В неограниченными дефектами и нарушением целостности тазового кольца ИК также продемонстрировали снижение затрат на 20,8 % и 41,1 %, при этом значения QALY также были выше в группах пациентов, которым были установлены ИК, на 0,6 и 1,4 единиц QALY соответственно. **Заключение.** При ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава в условиях 3А и 3В неограниченных дефектов вертлужной впадины и при нарушении целостности тазового кольца использование индивидуальных вертлужных конструкций является экономически более эффективной стратегией в сравнении с имплантацией серийных вертлужных компонентов.

**Ключевые слова:** тазобедренный сустав, ревизионное эндопротезирование, экономическая эффективность, индивидуальные вертлужные конструкции, серийные вертлужные конструкции

**Для цитирования:** Анализ экономической эффективности использования индивидуальных и серийных вертлужных конструкций при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава / Р.М. Тихилов, А.А. Джавадов, А.О. Денисов, А.М. Чилилов, М.А. Черкасов, С.С. Бильик, И.Э. Хужаназаров, И.И. Шубняков // Гений ортопедии. 2022. Т. 28, № 2. С. 234-240. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-2-234-240>

### Original article

## Cost-effectiveness analysis of custom-made and serial acetabular components in revision hip arthroplasty

R.M. Tikhilov<sup>1,2</sup>, A.A. Dzhavadov<sup>1,3</sup>, A.O. Denisov<sup>1</sup>, A.M. Chililov<sup>3</sup>, M.A. Cherkasov<sup>1</sup>, S.S. Bilyk<sup>1</sup>, I.E. Khujanazarov<sup>4,5</sup>, I.I. Shubnyakov<sup>1,6</sup>

<sup>1</sup> Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

<sup>2</sup> Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

<sup>3</sup> Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery, Moscow, Russian Federation

<sup>4</sup> Tashkent Medical Academy, Tashkent, Republic of Uzbekistan

<sup>5</sup> Uzbekistan Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center, Tashkent, Republic of Uzbekistan

<sup>6</sup> St. Petersburg State Pediatric Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

**Corresponding author:** Alisagib A. Dzhavadov, [alisagib.dzhavadov@mail.ru](mailto:alisagib.dzhavadov@mail.ru)

### Abstract

**Introduction** Custom-made acetabular components demonstrate a higher clinical efficiency in revision hip arthroplasty for 3A and 3B uncontained acetabular defects and pelvic discontinuity in comparison with serial implants. However, the cost of customized implants still outweighs the cost of serial implants. Accordingly, the level of economic feasibility of using different implants for various defects of the acetabulum seems to be interesting to investigate. **Purpose** To analyze the economic efficiency of using customized acetabular implants for 3A and 3B uncontained acetabular defects and pelvic discontinuity in comparison with serial implants. **Materials and methods** To assess the economic efficiency, the Markov model was applied. The model was built on the basis of 4-year survival data for aseptic loosening, infection, and dislocation in 133 cases of revision hip arthroplasty. **Results** According to the results of modeling, over a 5-year cycle, customized implants showed a reduction in costs by 11.7 % and an increase in the quality of life of patients by 0.2 QALY in the group of patients with 3A uncontained defects in comparison with serial implants. In patients with 3B uncontained defects and pelvic discontinuity, custom-made implants also showed a reduction in costs by 20.8 % and 41.1 %, and QALY values were also higher in the groups of patients who had custom-made implants at 0.6 and 1.4 QALY units, respectively. **Conclusion** The use of custom-made implants is a more cost-effective strategy in comparison with the implantation of serial acetabular components.

**Keywords:** revision hip arthroplasty, cost-effectiveness, custom-made acetabular implants, serial acetabular constructs

**For citation:** Tikhilov R.M., Dzhavadov A.A., Denisov A.O., Chililov A.M., Cherkasov M.A., Bilyk S.S., Khujanazarov I.E., Shubnyakov I.I. Cost-effectiveness analysis of custom-made and serial acetabular components in revision hip arthroplasty. *Genij Ortopedii*, 2022, vol. 28, no 2, pp. 234-240. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-2-234-240>

ВВЕДЕНИЕ

Первичное тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава (ТБС) является одной из наиболее эффективных операций, что неразрывно связано с высоким уровнем восстановления функции ТБС и улучшением качества жизни пациентов [1–4]. Широкое распространение данного метода лечения способствует закономерному росту количества ревизионных операций, в том числе в условиях обширных дефектов области вертлужной впадины (ВВ) [5–8]. Для оценки периацетабулярной потери костной ткани при ревизионной артропластике были разработаны различные классификации [9–11], но наибольшую популярность у хирургов приобрела классификация Paprosky [12], выделяющая 6 типов дефектов, к наиболее сложным из которых относятся дефекты 3А и 3В типа. В то же время, классификация Paprosky не учитывает некоторые важные характеристики дефекта, например, является ли дефект ограниченным или неограниченным, и наличие нарушения целостности тазового кольца. Дополнительная характеристика дефектов на ограниченность либо неограниченность с использованием классификации Gross/Saleh, а также выделение пациентов с нарушением целостности тазового кольца позволило выявить, что наиболее высокая частота случаев асептического расшатывания вертлужных компонентов после имплантации серийных конструкций наблюдается у пациентов с 3А и 3В неограниченными дефектами и у пациентов с диссоциацией тазового кольца [13].

Бурное развитие технологий производства эндопротезов предопределило появление индивиду-

альных конструкций (ИК), изготовленных методом 3D-печати, используемых для сложных реконструктивных операций области ВВ, а повышение доступности такого производства позволило значительно увеличить использование кастомизированных имплантатов в ревизионной хирургии, в том числе в Российской Федерации [14–17]. Дизайн данных конструкций основан на трехмерной реконструкции области дефекта ВВ, количество винтов и их траектория зависят от геометрии и плотности сохраненной костной ткани. Наиболее часто данные конструкции имплантируются в условиях 3А и 3В неограниченных дефектов ВВ и при нарушении целостности тазового кольца, при этом демонстрируя более высокую клиническую эффективность в сравнении с серийными имплантатами [13]. Однако стоимость индивидуальных конструкций все еще значительно превосходит затраты на серийные изделия, даже несмотря на необходимость дополнительного применения опорных блоков и большого количества фиксирующих элементов. Соответственно, представляется интересным изучение уровня экономической целесообразности использования разных конструкций в условиях различных дефектов вертлужной впадины.

**Цель исследования:** анализ экономической эффективности использования индивидуальных вертлужных конструкций в сравнении серийными имплантатами в условиях 3А и 3В неограниченных дефектов вертлужной впадины, а также при нарушении целостности тазового кольца.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для оценки медико-экономической эффективности использования индивидуальных и серийных вертлужных имплантатов была применена модель Маркова. Модель имела общую 5-летнюю продолжительность. Продолжительность каждого цикла в модели, внутри которого допускается вероятность перехода, составила 1 год. Клинический сценарий, использованный в модели, представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Клинический путь пациентов, которые нуждаются в замене вертлужного компонента, начинается с ревизионного эндопротезирования с использованием индивидуальных либо серийных конструкций, пациенты остаются в состоянии «успешной ревизии» до тех пор, пока не перейдут в абсорбирующее состояние («смерть») или если не нуждаются в ре-ревизии. После ре-ревизии по причине асептического или септического осложнения предполагается переход в состояние «успешной ре-ревизии», в данном состоянии пациенты остаются до перехода в абсорбирующее состояние («смерть»)

Вероятность перехода от состояния «успешной ревизии» к состоянию «ре-ревизии» была установлена

на основании данных 4-летней выживаемости в отношении асептического расшатывания, инфекции, вывихов 133-х случаев ревизионного эндопротезирования ТБС, выполненного с использованием индивидуальных и серийных конструкций в условиях 3А и 3В неограниченных дефектов и при нарушении целостности тазового кольца (табл. 1). Выживаемость вертлужных компонентов серийных и индивидуальных имплантатов в исследуемых группах рассчитана с помощью метода Каплана-Мейера [18].

Таблица 1

Использование серийных и индивидуальных конструкций в зависимости от типа дефекта вертлужной впадины

Тип дефекта вертлужной впадины	Тип конструкции		Всего
	серийные	индивидуальные	
3А неограниченный	39	19	58
3В неограниченный	13	37	50
Нарушение целостности тазового кольца	6	19	25
Всего	58	75	133

Возрастная вероятность смерти от причин, не связанных с ревизионным эндопротезированием, была равна вероятности смерти в каждом конкретном возрасте в Российской Федерации и соответствовала данным Всемирной организации здравоохранения за 2016 год [19].

В качестве критерия эффективности стратегий лечения с использованием индивидуальных и серийных

конструкций была применена конечная точка – изменение качества жизни, обусловленное здоровьем [20]. Для оценки качества жизни пациентов был использован показатель QALY (Quality Adjusted Life Years – число лет сохраненной качественной жизни). Значение одного QALY равно одному году жизни, проведенному в состоянии идеального здоровья. Показатель QALY рассчитывается путем сложения полезностей каждого цикла, являясь суммой произведений переходов пациентов из различных состояний, и уровней полезности для каждого из исследуемых состояний. Уровень полезности каждого из состояний определялся на основании опроса пациентов, перенесших ревизионное эндопротезирование, с использованием шкалы EQ-5D.

Затраты рассчитывались в рублях, исходя из средней стоимости вертлужных конструкций, имплантированных в ходе оперативного вмешательства, и средней стоимости использованных вертлужных конструкций при ре-ревизиях по поводу асептического расшатывания. В случае возникновения инфекции учитывалась средняя стоимость спейсеров, которые были имплантированы на первом этапе ре-ревизии, и средняя стоимость вертлужных конструкций, установленных на втором этапе ре-ревизии. При возникновении вывихов учитывалась стоимость систем двойной мобильности, которые были имплантированы при ре-ревизии.

Следующие общие предположения были сделаны в конструкции модели: 1) показатели смертности пациентов, перенесших ревизию вертлужного компонента ТБС, не отличались от скорректированных по возрастному принципу показателей смертности пациентов,

которым не было выполнено ревизионное эндопротезирование ТБС; 2) отрицательное значение оценки состояния здоровья пациентом (disutilities) в результате действия в постоперационном периоде таких факторов как снижение подвижности, усиление болевого синдрома и увеличения риска возникновения осложнений, было установлено на уровне -0,2 QALY; 3) все пациенты, которым были выполнены ре-ревизии, оставались в состоянии «успешной ре-ревизии» до перехода в абсорбирующее состояние («смерть»).

Первоначально в исследуемой модели Маркова пациенты находились в состоянии успешно перенесенной ревизии с использованием индивидуальной или серийной конструкции, далее пациенты с помощью вероятностей перехода между состояниями, по окончании каждого цикла, либо оставались в прежнем состоянии, либо переходили в одно из следующих состояний: асептическая или септическая ре-ревизия, смерть. Это позволило рассчитать расходы и эффективность лечения для каждой исследуемой стратегии (рис. 2).

Расчет показателя CER (затраты-эффективность) производился по формуле:

$$CER = (DC + IC) / Ef,$$

где DC – прямые затраты; IC – непрямые затраты; Ef – эффективность лечения [21].

Статистический анализ и обработка выполнялись с использованием программного обеспечения TreeAge Pro 2012. Все затраты и показатели здоровья были дисконтированы после нулевого времени на 3 % в год, что соответствует существующей в медицине практике анализа экономической эффективности [22].

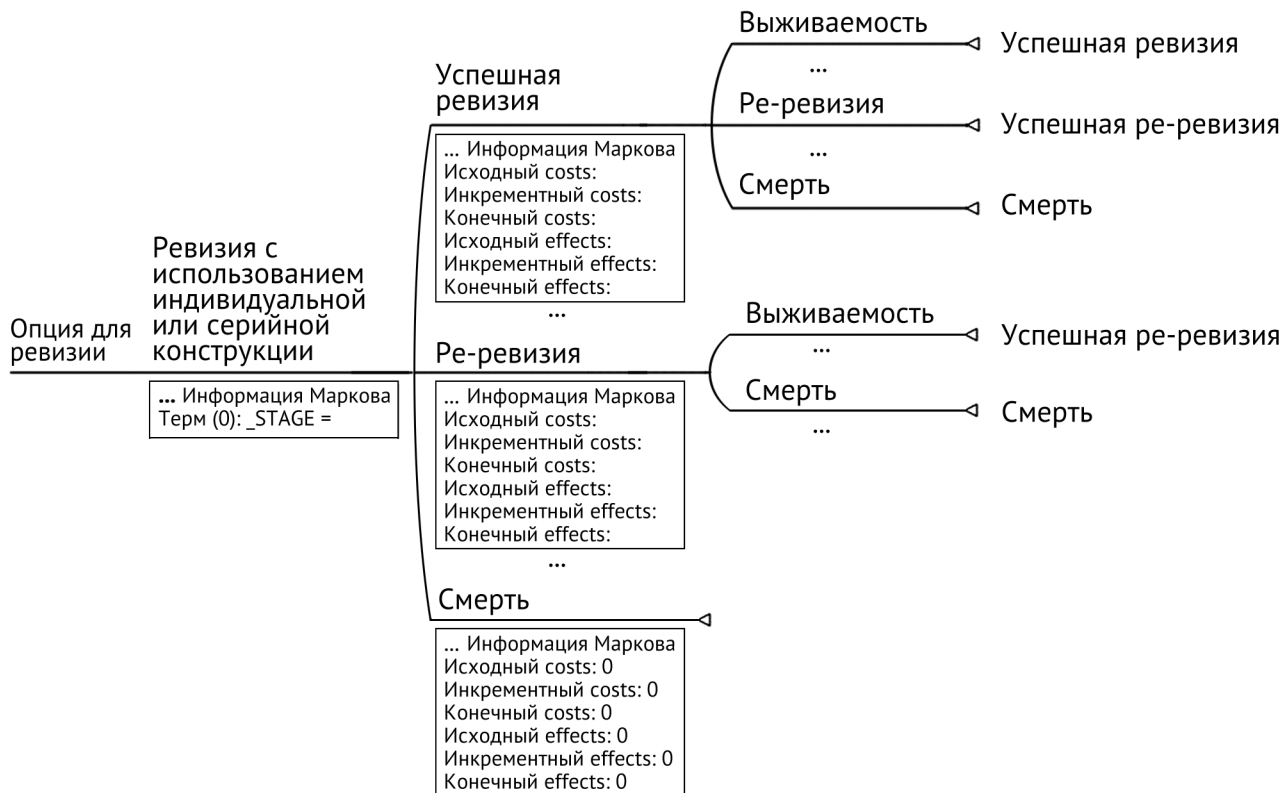


Рис. 2. Используемая в исследовании модель Маркова

РЕЗУЛЬТАТЫ

Оценка медико-экономической эффективности использования серийных и индивидуальных вертлужных конструкций в условиях 3А неограниченных дефектов

После имплантации индивидуальных ацетабулярных конструкций осложнений не наблюдалось. Выживаемость индивидуальных конструкций в течение 4-х лет была выше, чем при использовании серийных вертлужных компонентов. Средняя стоимость установленных индивидуальных конструкций превышала стоимость имплантированных серийных компонентов (табл. 2).

Таблица 2

Выживаемость и средняя стоимость имплантатов при использовании серийных и индивидуальных конструкций в условиях 3А неограниченных дефектов

Показатель	Серийных конструкций (n = 39)	Индивидуальных конструкций (n = 19)
Осложнения (n, %)	3 (7,7)	-
Выживаемость	0,9392	1,0
Средняя стоимость имплантатов (₽)	53199	107124
Средняя стоимость имплантатов при ре-ревизии (₽)	136575	-

Значения EQ-5D в состоянии «успешной ревизии» были сопоставимы в оцениваемых группах пациентов (табл. 3).

Таблица 3

Значение индекса EQ-5D при использовании серийных и индивидуальных конструкций в условиях 3А неограниченных дефектов

Состояние	EQ-5D	
	Серийные конструкции	Индивидуальные конструкции
Успешная ревизия	0,6	0,64
Ре-ревизия	0,16	-

По результатам моделирования индивидуальные вертлужные конструкции показали снижение затрат на 11,7 %, а также увеличение значения QALY на 0,2 в сравнении серийными имплантатами (табл. 4).

Таблица 4

Результаты анализа медико-экономической эффективности при использовании серийных и индивидуальных конструкций в условиях 3А неограниченных дефектов

Показатель	Серийные конструкции	Индивидуальные конструкции
Затраты (₽)	120018	107124
Эффективность (QALY)	2,6	2,8

Проведенный анализ CER выявил, что затраты на единицу эффективности при применении индивидуальных конструкций равны 38258 ₽, а при использовании серийных имплантатов равны 46160 ₽, таким образом стратегия использования индивидуальных конструкций в условиях 3А неограниченных дефектов является экономически более эффективным методом лечения.

Оценка медико-экономической эффективности использования серийных и индивидуальных конструкций в условиях 3В неограниченных дефектов

Случаи различных осложнений встречались в 1,9 раза чаще после имплантации серийных вертлуж-

ных компонентов, соответственно, и выживаемость индивидуальных и серийных конструкций при использовании в условиях 3В неограниченных дефектов значительно различалась, 95 % против 74 %. В то же время стоимость установленных индивидуальных конструкций в 1,8 раза превышала стоимость серийных вертлужных компонентов (табл. 5).

Таблица 5

Выживаемость и средняя стоимость имплантатов при использовании серийных и индивидуальных конструкций в условиях 3В неограниченных дефектов

Показатель	Серийные конструкции (n = 13)	Индивидуальные конструкции (n = 37)
Осложнения (n, %)	4 (30,8)	6 (16,2)
Выживаемость	0,7419	0,9506
Средняя стоимость имплантатов (₽)	59417	106389
Средняя стоимость имплантатов при ре-ревизии (₽)	114071	245875

Значения EQ-5D в случае «успешной ревизии» были выше в группе пациентов после имплантации серийных компонентов, а в случае «успешной ревизии» в группе пациентов после имплантации индивидуальных конструкций (табл. 6).

Таблица 6

Значение индекса EQ-5D при использовании серийных и индивидуальных конструкций в условиях 3В неограниченных дефектов

Состояние	EQ-5D	
	Серийные конструкции	Индивидуальные конструкции
Успешная ревизия	0,68	0,56
Ре-ревизия	0,18	0,22

Результаты моделирования при выделении групп пациентов с 3В неограниченными дефектами выявили снижение затрат на 20,8 % при использовании индивидуальных конструкций, а также увеличение значения QALY на 0,6 в сравнении с серийными имплантатами (табл. 7).

Таблица 7

Результаты анализа медико-экономической эффективности при использовании серийных и индивидуальных конструкций в условиях 3В неограниченных дефектов

Показатель	Серийные конструкции	Индивидуальные конструкции
Затраты (₽)	267214	211539
Эффективность (QALY)	2,3	2,9

Проведенный анализ CER выявил, что затраты на единицу эффективности при применении индивидуальных конструкций составили 72994 ₽, а при использовании серийных имплантатов были равны 116180 ₽, таким образом стратегия использования индивидуальных конструкций в условиях 3В неограниченных дефектов является экономически более эффективным методом лечения.

Оценка медико-экономической эффективности серийных и индивидуальных конструкций в условиях нарушения целостности тазового кольца

После имплантации индивидуальных конструкций при диссоциации тазового кольца осложнения наблю-



дались в 5,3 % случаев, в то время как при рассмотрении группы серийных вертлужных компонентов в 33,3 % случаев. Стоимость индивидуальных конструкций в сравнении со стоимостью серийных конструкций была выше в 1,7 раза (табл. 8).

Таблица 8

Выживаемость и средняя стоимость имплантатов при использовании серийных и индивидуальных конструкций в условиях нарушения целостности тазового кольца

Показатель	Серийных конструкций (n = 6)	Индивидуальных конструкций (n = 19)
Осложнения (n, %)	2 (33,3)	1 (5,3)
Выживаемость	0,7692	0,9756
Средняя стоимость имплантатов (₽)	59270	100268
Средняя стоимость имплантатов при ре-ревизии (₽)	97572	118375

Значения EQ-5D в состоянии «успешной ревизии» были выше в группе пациентов, которым установлены индивидуальные конструкции (табл. 9).

Моделирование Маркова при выделении групп пациентов с нарушением целостности тазового кольца продемонстрировало снижение затрат на 41,1 % при использовании индивидуальных вертлужных конструкций, а также увеличение значения QALY на 1,4 в сравнении с серийными имплантатами (табл. 10).

## ОБСУЖДЕНИЕ

В последние годы в мировой литературе наблюдается рост интереса к публикациям, касающимся оценки экономической эффективности использования различных методов лечения при первичном и ревизионном эндопротезировании ТБС [23, 24, 25]. Так проведенный поиск публикаций в базе MedLine через платформу Pubmed по ключевым словам («total hip arthroplasty» or «revision hip arthroplasty» or «THA» and «cost-effectiveness») показал увеличение количества исследований по данной тематике с 2011 по 2019 год по сравнению с периодом с 2001 по 2009 год в 2,8 раза. Это можно объяснить тем, что методы экономического анализа имеют потенциал для оценки долгосрочной перспективы использования новых стратегий лечения до получения отдаленных клинических результатов. Кроме того, результаты хорошо продуманного экономического анализа направляют вектор дальнейших клинических исследований на изучение факторов, которые имели наибольшее влияние на экономическую эффективность. Наконец, структура анализа экономической эффективности может быть легко обновлена по мере поступления информации об изменении стоимости и клинической эффективности применяемой технологии [26, 27]. Использование аналитических моделей является полезным инструментом при определении экономической эффективности различных методов лечения, так как почти все решения о применении новых технологий в хирургической практике сталкиваются с определенными разночтениями в доказательной базе. Не случайно Национальный институт совершенствования в области здравоохранения и медицинской помощи Англии (NICE) в своих рекомендациях указывает на центральную роль аналитических методов модели-

Таблица 9

Значение индекса EQ-5D при использовании серийных и индивидуальных конструкций в условиях нарушения целостности тазового кольца

Состояние	EQ-5D	
	Серийные конструкции	Индивидуальные конструкции
Успешная ревизия	0,43	0,59
Ре-ревизия	0,11	0,03

Таблица 10

Результаты анализа экономической эффективности при использовании серийных и индивидуальных конструкций в условиях нарушения целостности тазового кольца

Показатель	Серийные конструкции	Индивидуальные конструкции
Затраты (₽)	212165	124376
Эффективность (QALY)	1,4	2,8

Анализ CER показал, что затраты на единицу эффективности при применении индивидуальных конструкций составили 44420 ₽, а при использовании серийных имплантатов равны 151546 ₽. Таким образом, стратегия использования индивидуальных конструкций в условиях нарушения целостности тазового кольца является экономически более эффективным методом лечения.

рования при оценке результатов использования новых технологий в системе здравоохранения [28].

Ревизионное эндопротезирование в условиях тяжелых дефектов ВВ, а также при нарушении целостности тазового кольца, представляет сложную задачу в отношении восстановления биомеханики тазобедренного сустава. Арсенал применяемых серийных вертлужных компонентов не удовлетворяет всем потребностям ревизионного эндопротезирования области ВВ и характеризуется высокой долей неудовлетворительных результатов, особенно в условиях наиболее тяжелых дефектов ВВ [29, 30]. На первый взгляд внедрение новых технологий является причиной появления дополнительных финансовых издержек, однако оценка экономической эффективности в медицинской практике не ограничивается лишь подсчетом затрат, направленных на цикл производства конструкций, она также включает в себя оценку выживаемости установленных конструкций и качества жизни пациентов в постоперационном периоде. Одним из наиболее распространенных методов, применяемых для оценки данных категорий, является математическая модель Маркова [31–33].

В данной работе мы попытались провести первый ранний анализ медико-экономической эффективности использования ИК с помощью модели Маркова. По результатам исследования в группе пациентов с 3А неограниченными дефектами ИК на протяжении 5-летнего цикла показали снижение затрат на 11,7 %, а также увеличение значения QALY на 0,2 в сравнении серийными имплантатами. При выделении пациентов с 3В неограниченными дефектами и нарушением целостности тазового кольца ИК также продемонстрировали снижение затрат на 20,8 и 41,1 %, при этом значения

QALY также были выше в группах пациентов, которым установлены ИК на 0,6 и 1,4 единицы QALY соответственно. Проведенный «cost-effectiveness» анализ выявил, что на сегодняшний день использование индивидуальных вертлужных конструкций является экономически более эффективной стратегией в сравнении с имплантацией серийных вертлужных компонентов при ревизионном эндопротезировании в условиях 3А и 3В неограниченных дефектов вертлужной впадины и при нарушении целостности тазового кольца.

В данном исследовании есть некоторые ограничения. Во-первых, мы исходили из того, что наибольшее влияние на общие затраты оказывает стоимость имплантированных вертлужных конструкций. Безус-

ловно, будущие модели определения экономической эффективности должны учитывать все прямые и косвенные факторы, влияющие на конечную стоимость проведенного лечения: трудозатраты, количество койко-дней, проведенная реабилитация, лекарственная терапия. Во-вторых, использованы показатели 4-летней выживаемости ревизионных операций, что, конечно же, недостаточно для таких случаев, поскольку с течением времени показатели выживаемости будут ухудшаться. Однако структура анализа экономической эффективности с использованием модели Маркова может быть легко обновлена по мере поступления новой информации об изменении стоимости и выживаемости имплантированных конструкций.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенного исследования выявлено, что на сегодняшний день при реэндопротезировании тазобедренного сустава в условиях 3А и 3В неограниченных дефектов вертлужной впадины и при нарушении

целостности тазового кольца использование индивидуальных вертлужных конструкций является экономически более эффективной стратегией в сравнении с имплантацией серийных вертлужных компонентов.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Эндопротезирование тазобедренного сустава как возможность улучшения качества жизни пациентов старческого возраста с ложным суставом шейки бедренной кости / В.Ю. Мурылев, П.М. Елизаров, Я.А. Рукин, Г.Г. Рубин, Г.А. Куковенко // Успехи геронтологии. 2017. Т. 30, № 5. С. 725-732.
2. Качество жизни у пациентов после тотального цементного и бесцементного эндопротезирования тазобедренного сустава / А.В. Федосеев, А.А. Литвинов, А.А. Чекушин, П.С. Филоненко, А.Ю. Аль Мансур, Е.Е. Юрчикова // Российский медико-биологический вестник им. академика И.П. Павлова. 2014. № 4. С. 120-123.
3. Оценка возможных параллелей между показателями качества жизни и клинико-функциональным состоянием у больных после эндопротезирования тазобедренного сустава / М.Э. Гурылева, И.Ф. Ахтямов, С.В. Туренков, А.И. Юосеф, Р.Х. Закиров, Б.Г. Зиятдинов // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2008. № 1. С. 75-79.
4. Компьютерное планирование эндопротезирования тазобедренного сустава при дисплазии / Г. Кавалерский, В. Мурылев, Я. Рукин, А. Середина, А. Гаврилов, И. Архипов, А. Ятченко, И. Бычков // Врач. 2015. № 12. С. 7-10.
5. Что изменилось в структуре ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава в последние годы? / И.И. Шубняков, Р.М. Тихилов, А.О. Денисов, М.А. Ахмедилев, А.Ж. Черный, З.А. Тотоев, А.А. Джавадов, А.С. Карпунин, Ю.В. Муравьева // Травматология и ортопедия России. 2019. Т. 25, № 4. С. 9-27. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-4-9-27.
6. Каминский А.В., Марченкова Л.О., Поздняков А.В. Ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава: эпидемиология, причины, факторы риска (обзор зарубежной литературы) // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2015. Т. 22, № 2. С. 83-89.
7. The epidemiology of revision total knee and hip arthroplasty in England and Wales: a comparative analysis with projections for the United States. A study using the National Joint Registry dataset / A. Patel, G. Pavlou, R.E. Mújica-Mota, A.D. Toms // Bone Joint J. 2015. Vol. 97-B, No 8. P. 1076-1081. DOI: 10.1302/0301-620X.97B8.35170.
8. Current Epidemiology of Revision Total Hip Arthroplasty in the United States: National Inpatient Sample 2009 to 2013 / C.U. Gwam, J.B. Mistry, N.S. Mohamed, M. Thomas, K.C. Bigart, M.A. Mont, R.E. Delanois // J. Arthroplasty. 2017. Vol. 32, No 7. P. 2088-2092. DOI: 10.1016/j.arth.2017.02.046.
9. Development, test reliability and validation of a classification for revision hip arthroplasty / K.J. Saleh, J. Holtzman, L. Gafni ASaleh, G. Jaroszynski, P. Wong, I. Woodgate, A. Davis, A.E. Gross // J. Orthop. Res. 2001. Vol. 19, No 1. P. 50-56. DOI:10.1016/S0736-0266(00)00021-8.
10. Bone grafts in hip replacement surgery. The pelvic side / A.E. Gross, D.G. Allan, M. Catre, D.S. Garbuz, I. Stockley // Orthop. Clin. North Am. 1993. Vol. 24, No 4. P. 679-695.
11. Classification and management of acetabular abnormalities in total hip arthroplasty / J.A. D'Antonio, W.N. Capello, L.S. Borden, W.L. Bargar, V.F. Bierbaum, W.G. Boettcher, M.E. Steinberg, S.D. Stulberg, J.H. Wedge // Clin. Orthop. Relat. Res. 1989. No 243. P. 126-137.
12. Paprosky W.G., Perona P.G., Lawrence J.M. Acetabular defect classification and surgical reconstruction in revision arthroplasty. A 6-year follow-up evaluation // J. Arthroplasty. 1994. Vol. 9, No 1. P. 33-44. DOI:10.1016/0883-5403(94)90135-x.
13. Какие особенности дефекта вертлужной впадины влияют на выбор ацетабулярного компонента при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава? / Р.М. Тихилов, А.А. Джавадов, А.Н. Коваленко, А.О. Денисов, А.С. Демин, А.Г. Ваграмян, И.И. Шубняков // Травматология и ортопедия России. 2020. Т. 26, № 2. С. 31-49. DOI: 10.21823/2311-2905-2020-26-2-31-49.
14. Среднесрочные результаты использования индивидуальных конструкций при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава / А.Н. Коваленко, А.А. Джавадов, И.И. Шубняков, С.С. Билык, А.О. Денисов, М.А. Черкасов, А.И. Мидаев, Р.М. Тихилов // Травматология и ортопедия России. 2019. Т. 25, № 3. С. 37-46. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-3-37-46.
15. Применение индивидуальных вертлужных компонентов при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава / Г.М. Кавалерский, В.Ю. Мурылев, Я.А. Рукин, А.В. Лычагин, П.М. Елизаров // Травматология и ортопедия России. 2016. Т. 22, № 4. С. 114-121. DOI: 10.21823/2311-2905-2016-22-4-114-121.
16. Индивидуальные трехфланцевые вертлужные компоненты при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава у пациентов со значительными дефектами вертлужной впадины: планирование, хирургическая техника, результаты / А.А. Корыткин, Я.С. Новикова, Е.А. Морозова, С.А. Герасимов, К.А. Ковалдов, Ю.М. Эль Мудни // Травматология и ортопедия России. 2020. Т. 26, № 2. С. 20-30. DOI: 10.21823/2311-2905-2020-26-2-20-30.
17. Применение индивидуальных вертлужных компонентов в эндопротезировании тазобедренного сустава при посттравматическом коксартрозе / Н.С. Николаев, Л.И. Малоченко, Е.В. Преображенская, А.С. Карпунин, В.В. Яковлев, А.Л. Максимов // Гений ортопедии. 2019. Т. 25, № 2. С. 207-213. DOI: 10.18019/1028-4427-2019-25-2-207-213.
18. Kaplan E.L., Meier P. Nonparametric estimation for incomplete observations // J. Am. Stat. Assoc. 1958. Vol. 53, No 282. P. 457-481. DOI: 10.2307/2281868.
19. Life tables by country Russian Federation: Global health observatory data repository. 2016. URL: <http://apps.who.int/gho/data/view.main.61360?lang=en#>

20. Ягудина Р.И., Чибилев В.А. Использование конечных и суррогатных точек в фармакоэкономических исследованиях // Фармакоэкономика. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология. 2010. Т. 3, № 2. С. 12-18.
21. Ягудина Р.И., Куликов А.Ю., Метелкин И.А. Методология анализа «затраты-эффективность» при проведении фармакоэкономических исследований // Фармакоэкономика. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология. 2012. Т. 5, № 4. С. 3-8.
22. Ягудина Р.И., Куликов А.Ю., Серпик В.Г. Дисконтирование при проведении фармакоэкономических исследований // Фармакоэкономика. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология. 2009. Т. 2, № 4. С. 10-13.
23. Cost Analysis of Ceramic Heads in Primary Total Hip Arthroplasty / K.J. Carnes, S.M. Odum, J.L. Troyer, T.K. Fehring // J. Bone Joint Surg. Am. 2016. Vol. 98, No 21. P. 1794-1800. DOI:10.2106/JBJS.15.00831.
24. Cost Analysis of Dual-Mobility versus Large Femoral Head Constructs in Revision Total Hip Arthroplasty / M.P. Abdel, L.E. Miller, A.D. Hanssen, M.W. Pagnano // J. Arthroplasty. 2019. Vol. 34, No 2. P. 260-264. DOI: 10.1016/j.arth.2018.09.085.
25. Do custom 3D-printed revision acetabular implants provide enough value to justify the additional costs? The health-economic comparison of a new porous 3D-printed hip implant for revision arthroplasty of Paprosky type 3B acetabular defects and its closest alternative / P. Tack, J. Victor, P. Gemmel, L. Annemans // Orthop. Traumatol. Surg. Res. 2021. Vol. 107, No 1. 102600. DOI: 10.1016/j.otsr.2020.05.012.
26. Bernstein J. Decision analysis // J. Bone Joint Surg. Am. 1997. Vol. 79, No 9. P. 1404-1414. DOI: 10.2106/00004623-199709000-00018.
27. Cost-effectiveness of cemented versus cementless total hip arthroplasty. A Markov decision analysis based on implant cost / M. Marinelli, A. Soccetti, N. Panfoli, L. de Palma // J. Orthop. Traumatol. 2008. Vol. 9, No 1. P. 23-28. DOI: 10.1007/s10195-008-0100-9.
28. Guide to the methods of technology appraisal 2013. Process and methods // NICE (National Institute for Clinical Excellence). 2004. URL: [www.nice.org.uk/process/pmg9](http://www.nice.org.uk/process/pmg9).
29. Revision hip arthroplasty: infection is the most common cause of failure / S.M. Jafari, C. Coyle, S.M. Mortazavi, P.F. Sharkey, J. Parvizi // Clin. Orthop. Relat. Res. 2010. Vol. 468, No 8. P. 2046-2051. DOI: 10.1007/s11999-010-1251-6.
30. Complications after Revision Total Hip Arthroplasty in the Medicare Population / S. Badarudeen, A.C. Shu, K.L. Ong, D. Baykal, E. Lau, A.L. Malkani // J. Arthroplasty. 2017. Vol. 32, No 6. P. 1954-1958. DOI: 10.1016/j.arth.2017.01.037.
31. Sonnenberg F.A., Beck J.R. Markov models in medical decision making: a practical guide // Med. Decis. Making. 1993. Vol 13, No 4. P. 322-338. DOI: 10.1177/0272989X9301300409.
32. Cost-effectiveness of unicompartmental and total knee arthroplasty in elderly low-demand patients. A Markov decision analysis / J. Slover, B. Espehaug, L.I. Havelin, L.B. Engesaeter, O. Furnes, I. Tomek, A. Tosteson // J. Bone Joint Surg. Am. 2006. Vol. 88, No 11. P. 2348-2355 DOI: 10.2106/JBJS.E.01033.
33. Menn P., Holle R. Comparing three software tools for implementing Markov models for health economic evaluations // Pharmacoeconomics. 2009. Vol. 27, No 9. P. 745-753. DOI: 10.2165/11313760-000000000-00000.

Статья поступила в редакцию 09.09.2020; одобрена после рецензирования 04.10.2021; принята к публикации 26.01.2022.

The article was submitted 09.09.2020; approved after reviewing 04.10.2021; accepted for publication 26.01.2022.

#### Информация об авторах:

1. Рашид Муртузалиевич Тихилов – доктор медицинских наук, профессор, [rtikhilov@gmail.com](mailto:rtikhilov@gmail.com);
2. Алисагиб Аббасович Джавадов – [alisagib.dzhavadov@mail.ru](mailto:alisagib.dzhavadov@mail.ru);
3. Алексей Олегович Денисов – кандидат медицинских наук, [med-03@ya.ru](mailto:med-03@ya.ru);
4. Абдула Магомедович Чилилов – кандидат экономических наук, [chililov@mail.ru](mailto:chililov@mail.ru);
5. Магомед Ахмедович Черкасов – кандидат медицинских наук, [dr.medik@gmail.com](mailto:dr.medik@gmail.com);
6. Станислав Сергеевич Билык – [bss0413@gmail.com](mailto:bss0413@gmail.com);
7. Илхом Эшкюлович Хужаназаров – доктор медицинских наук;
8. Игорь Иванович Шубняков – доктор медицинских наук, [shubnyakov@mail.ru](mailto:shubnyakov@mail.ru).

#### Information about the authors:

1. Rashid M. Tikhilov – Doctor of Medical Sciences, Professor, [rtikhilov@gmail.com](mailto:rtikhilov@gmail.com);
2. Alisagib A. Dzhavadov – [alisagib.dzhavadov@mail.ru](mailto:alisagib.dzhavadov@mail.ru);
3. Alexey O. Denisov – Candidate of Medical Sciences, [med-03@ya.ru](mailto:med-03@ya.ru);
4. Abdula. M. Chililov – Candidate of Economics Sciences, [chililov@mail.ru](mailto:chililov@mail.ru);
5. Magomed A. Cherkasov – Candidate of Medical Sciences, [dr.medik@gmail.com](mailto:dr.medik@gmail.com);
6. Stanislav S. Bilyk – [bss0413@gmail.com](mailto:bss0413@gmail.com)
7. Ilkhom E. Khujanazarov – Doctor of Medical Sciences;
8. Igor I. Shubnyakov – Doctor of Medical Sciences, [shubnyakov@mail.ru](mailto:shubnyakov@mail.ru).