

## **ПРЕДОПЕРАЦИОННОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБЪЕМНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С ПОСТТРАВМАТИЧЕСКИМИ ДЕФЕКТАМИ И ДЕФОРМАЦИЯМИ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ**

**Пронских А.А., Романова С.В., Мамуладзе Т.З., Базлов В.А., Павлов В.В.**

*ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, Новосибирск, e-mail: s.romanova0319@gmail.com*

Целью данного исследования явилась оценка результатов лечения пациентов с посттравматическим коксартрозом с дефектами вертлужной впадины с использованием оригинального метода предоперационного планирования. В Новосибирском НИИТО в период 2012–2018 гг. был пролечен 221 пациент с посттравматическим коксартрозом. Пациенты были разделены на 2 группы: в I группу включены пациенты, которым проводилось предоперационное планирование по оригинальной методике, во II группу включены пациенты, которым предоперационное планирование проводилось с использованием стандартных плоскостных шаблонов. После статической обработки полученных результатов выявлены статистически значимые различия восстановления центра ротации и офсета между двумя группами исследования. В группе I, в которой проводилось предоперационное планирование, результат составил по шкале Harris  $83,1 \pm 0,5$  балла, по ВАШ –  $2,2 \pm 0,1$  балла; в группе, где предоперационное планирование не проводилось, результат по Harris –  $83,6 \pm 1,5$ , по ВАШ –  $2,5 \pm 0,2$  балла. Количество послеоперационных осложнений в группе I уменьшилось на 22%. Предложенный метод визуализации и предоперационного планирования позволяет провести оперативное лечение с восстановлением анатомических ориентиров, таких как офсет и центр ротации, уменьшить количество осложнений и улучшить функциональные результаты лечения.

Ключевые слова: эндопротезирование, коксартроз, посттравматический, дефект вертлужной впадины, дефицит костной ткани, предоперационное планирование.

## **PREOPERATIVE PLANNING OF HIP JOINT ENDOPROSTHETICS USING VOLUME IMAGING IN PATIENTS WITH POST-TRAUMATIC DEFECTS AND ACETABULAR DEFORMATIONS**

**Pronskikh A.A., Romanova S.V., Mamuladze T.Z., Bazlov V.A., Pavlov V.V.**

*Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, e-mail: s.romanova0319@gmail.com*

The purpose of this study was to evaluate the results of treatment of patients with posttraumatic hip arthrosis, and acetabular deformities, using an original method of preoperative planning. In 2012-2018, 221 patients with post-traumatic hip arthrosis were treated at the NRIITO clinic, the patients were divided into 2 groups – group I included patients who underwent preoperative planning according to the original methodology, group II included patients who underwent preoperative planning using standard planar templates. After static processing of the obtained results, statistically significant differences in the restoration of the rotation center and offset between the two study groups were obtained. In group I, in which preoperative planning was carried out, the result according to VAS was  $83.1 \pm 0.5$  points, according to VAS  $2.2 \pm 0.1$  points, in the group where preoperative planning was not carried out, the result according to Harris Hip Score  $83.6 \pm 1.5$ , according to VAS  $2.5 \pm 0.2$  points. The number of postoperative complications in group I decreased by 22%. The proposed method of visualization and preoperative planning allows for surgical treatment with the restoration of anatomical landmarks such as offset and rotation center, reduce the number of complications and improve the functional results of treatment.

Keywords: Acetabular fracture, posttraumatic hip arthrosis, total hip arthroplasty, acetabular bone defect, preoperative planning.

Переломы вертлужной впадины составляют от 7% до 22% от повреждений таза [1]. Наиболее предпочтительным методом лечения застарелых переломов вертлужной впадины и их последствий, сопровождающихся значительным повреждением внутрисуставного хряща,

особенно у пациентов пожилого возраста, является тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава [2]. Проведение оперативного вмешательства данной категории пациентов сопряжено с целым комплексом сложностей, основными из которых являются дефекты костной ткани и деформации вертлужной впадины, не позволяющие достичь прочной первичной фиксации стандартных вертлужных компонентов, а также наличие значительно измененной анатомии сустава и сформированного патологического стереотипа ходьбы [3, 4]. Предоперационное планирование оперативного вмешательства предполагает точное понимание хирургом всех особенностей дефекта костной ткани для выработки оптимального решения, выбора необходимых имплантатов и технологий замещения дефекта, а возможно, специальных инструментов или изготовления индивидуальных конструкций. Однако, несмотря на широкое использование данной методики, результаты лечения посттравматического коксартроза хуже, чем при лечении идиопатического коксартроза [4, 6]. Недостаточное восстановление механики тазобедренного сустава приводит к увеличению количества таких осложнений, как вывихи бедренного компонента, раннее асептическое расшатывание компонентов эндопротеза [7]. Для достижения хорошего клинического результата у таких пациентов возникает необходимость точного представления о положении ориентиров вертлужной впадины, тщательного восстановления таких параметров, как центр ротации и бедренный офсет. Данные параметры влияют на функцию мышц-абдукторов, являющихся главным стабилизатором тазобедренного сустава. Согласно данным мировой литературы, смещение центра ротации более чем на 15 мм краниально либо изменение бедренного офсета более чем на 20 мм значительно влияют на послеоперационный объем движений, количество послеоперационных осложнений и, как следствие, на функциональный результат [8-10]. В клинике эндопротезирования ФГБУ ННИИТО используется способ предоперационного планирования с применением инструментов объемной визуализации. Данный способ позволяет не только подробно визуализировать дефект костной ткани вертлужной впадины, но и выбрать хирургическую тактику в случаях сложного первичного эндопротезирования тазобедренного сустава [10].

Цель исследования – улучшить результаты лечения пациентов с последствиями травм вертлужной впадины путем совершенствования методов предоперационного планирования.

**Материалы и методы исследования.** За 2014–2021 гг. в Новосибирском НИИТО было прооперировано 145 пациентов с посттравматическим коксартрозом третьей стадии с сопутствующими дефектами костной ткани и деформациями вертлужной впадины. Средний возраст пациентов составил  $41 \pm 1,2$  года (24–71 года). Соотношение мужчин и женщин составило 97 к 48. Средний срок, прошедший с момента травмы, составил  $8,8 \pm 1,4$  месяца, от 1 до 60 месяцев. Учитывая отсутствие общепринятой классификации посттравматических

дефектов и деформации вертлужной впадины, оценка дефектов проводилась по одной из самых распространенных и наиболее цитируемой в современной литературе классификации AAOS [12]. Выбор данной классификации был обусловлен не только ее распространенностью, но и относительной универсальностью, которая позволяет использовать данную классификацию для оценки дефектов любой этиологии. В исследование были включены пациенты с посттравматическим дефектом II и тяжелее по классификации AAOS (табл. 1).

Таблица 1

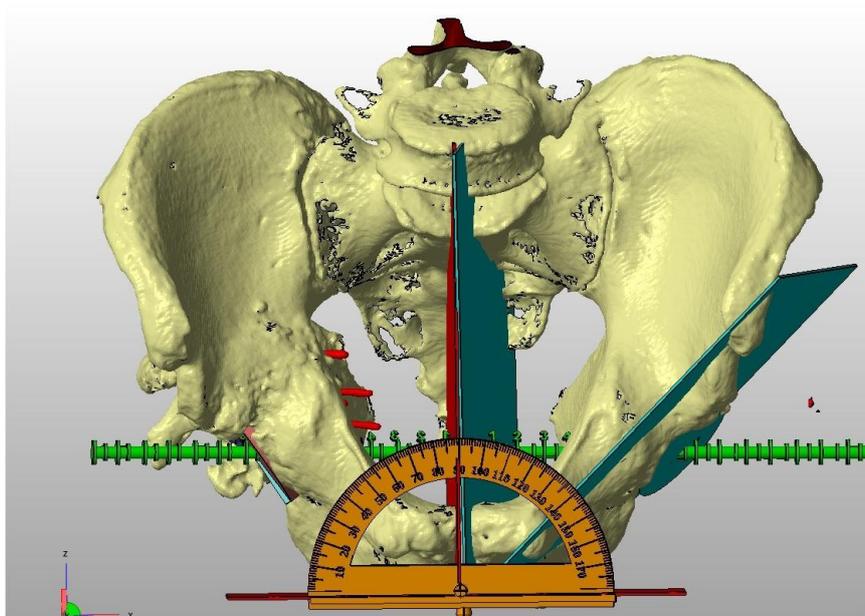
Распределение дефектов по классификации AAOS

Тип дефекта	IIa	IIb	III	IV
Количество (N)	76	24	42	3

Обязательным критерием включения было наличие интактного контралатерального тазобедренного сустава для корректной оценки анатомических ориентиров. Пациенты были разделены на 2 группы: в первую группу включены 104 пациента, которым предоперационное планирование проводилось с использованием инструментов объемной визуализации в период с 2018 по 2021 гг. Во вторую группу ретроспективно был включен 41 пациент, которому предоперационное планирование проводилось с использованием стандартных рентгенограмм и шаблонов в период с 2014 по 2017 гг. Пациентам обеих групп в предоперационном периоде проводилось МСКТ костей таза, оперативное лечение в объеме тотального эндопротезирования проводилось из антеролатерального доступа Хардинга с имплантацией вертлужных компонентов бесцементной фиксации.

Процесс предоперационного планирования с использованием объемной визуализации начинается с построения 3D-модели на основе проведенной МСКТ. Конвертация или преобразование серии снимков МСКТ (DICOM) в единичный файл 3D-формата (\*.stl) осуществляются с помощью специализированного программного обеспечения RadiAnt DICOM Viewer (Medixant, Польша). Далее полученная 3D-модель обрабатывается в программе InVesalius 3.0 (CTI, Бразилия), с помощью которой можно оценить плотность костной ткани интересующей области по шкале Хаунсфилда. С использованием стандартных инструментов InVesalius на 3D-модели виртуально удаляют инородные тела области вертлужной впадины – металлоконструкции, если они были установлены при предшествующем остеосинтезе. Для дальнейшего получения «рабочей» модели визуализируются кости таза в пределах плотности 400–600 HU, что считается относительной нормой для костной ткани этой анатомической области [13]. Строятся

пространственные оси таза, определяются анатомические характеристики тазобедренного сустава путем зеркального переноса ориентиров на патологическую сторону. Изучаемые параметры – трехмерное смещение центра ротации, бедренный офсет. После зеркального переноса центра ротации перенесенная точка является точкой отсчета, относительно которой измеряется патологическое смещение центра ротации пораженного сустава в трех плоскостях (рис. 1).



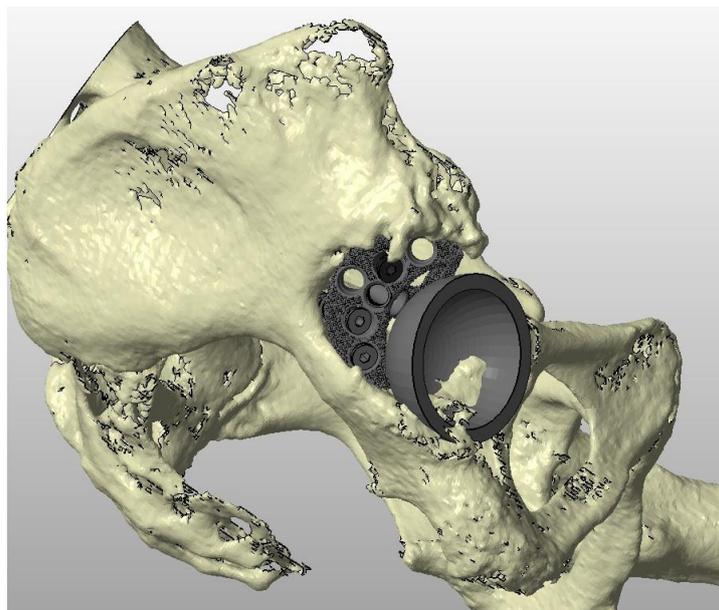
*Рис. 1. Внешний вид модели таза с пространственными линейками и инструментами для определения смещения центра ротации*

Следующий этап – это непосредственное планирование оперативной тактики на полученной «рабочей» 3D-модели костей таза. Для этого было использовано специализированное программное обеспечение Autodesk Netfabb с применением базы стандартных компонентов, полученных путем 3D-сканирования, чтобы подобрать компонент, который целесообразнее использовать для максимального сохранения костной ткани и оптимизации хода оперативного лечения (рис. 2).

В группе II предоперационное планирование проводилось по плоскостным рентгенограммам таза с тазобедренными суставами, выполненным в прямой и боковой проекции с использованием стандартных аппликационных шаблонов. Ретроспективно был проведен анализ изменений анатомических взаимоотношений в травмированном суставе с помощью вышеописанного способа.

Обе группы были сопоставимы по половому, возрастному признаку и по типу дефектов.

Оценку функционального статуса в предоперационном периоде проводили, оценивая функцию сустава по шкале Harris Hip Score, уровень болевого синдрома – по шкале ВАШ. В группе I предоперационный уровень ВАШ составил в среднем  $7,7 \pm 0,1$  балла, уровень функции сустава по шкале Harris Hip Score –  $41,7 \pm 1,4$  балла. Во II группе предоперационный уровень ВАШ составил в среднем  $7,5 \pm 0,1$  балла, уровень функции сустава по шкале Harris Hip Score –  $46,5 \pm 2,6$  балла.



*Рис. 2. Внешний вид модели таза с проведенным предоперационным планированием положения вертлужного компонента и опорного аугмента*

**Результаты исследования и их обсуждение.** Оценку клинических результатов в обеих группах проводили по времени оперативного вмешательства, объему кровопотери, продолжительности госпитализации (табл. 2).

Таблица 2

Клинические результаты лечения

Показатель	Группа I	Группа II
Время операции (мин)	$84 \pm 3,0$	$78 \pm 4,0$
Объем кровопотери (мл)	$367 \pm 24,0$	$314 \pm 24,0$
Продолжительность госпитализации (койко-дни)	$11 \pm 0,4$	$9 \pm 4,0$

В послеоперационном периоде пациентам обеих групп проводили МСКТ для оценки анатомических взаимоотношений в тазобедренном суставе. Оценивали восстановление центра ротации и офсет по вышеописанной методике. Статистическое сравнение группы исследования и контрольной группы проводили с использованием непараметрического

критерия Манна–Уитни для несвязанных групп. Различия между группами считали значимыми при  $p \leq 0,05$  (табл. 3, 4, 5).

Таблица 3

Анатомические взаимоотношения в тазобедренном суставе в группе I

Значение	Вертикальное смещение, мм	Горизонтальное смещение, мм	Вентрально-дорзальное смещение, мм	Офсет, мм
Среднее	4±0,4	5,9±0,4	1,7±0,1	4,3±0,4
Медиана	2	6	2	3
Минимум	1	1	0	1
Максимум	23	20	5	22

Таблица 4

Анатомические взаимоотношения в тазобедренном суставе в группе II

Значение	Вертикальное смещение, мм	Горизонтальное смещение, мм	Вентрально-дорзальное смещение, мм	Офсет, мм
Среднее	6,6±1,1	10,5±1	2,6±0,5	10±1,03
Медиана	3	11	2	11
Минимум	1	1	1	1
Максимум	27	33	13	25

Таблица 5

Сравнение количественных показателей восстановления анатомических взаимоотношений в тазобедренном суставе в группах I и II, где P – достоверность сравнения критериев

Смещение	Группа I (n=104)	Группа II (n=41)	P
Вертикальное смещение, мм	4±0,4	6,6±1,1	0,031994
Горизонтальное смещение, мм	5,9±0,4	10,5±1	0,000129
Вентрально-дорзальное смещение, мм	1,7±0,1	2,6±0,5	0,078089
Офсет, мм	4,3±0,4	10±1,03	0,000116

Функциональные результаты в послеоперационном периоде оценивали по шкале ВАШ (табл. 6) и Harris Hip Score через 6 месяцев после операции (табл. 7).

Таблица 6

Уровень выраженности болевого синдрома по шкале ВАШ через 6 месяцев после операции

Значение	Группа I	Группа II
Среднее	2,27±0,1 баллов	2,5±0,2 баллов
Медиана	2 балла	2 балла
Максимум	4 балла	7 баллов
Минимум	1 балл	1 балл

Таблица 7

Показатели функции тазобедренного сустава по шкале Harris Hip Score через 6 месяцев после операции

Значение	Группа I	Группа II
Среднее значение баллы	83±0,6	73,6±1,5
Медиана, баллы	84	72
Минимум, баллы	68	41
Максимум, баллы	97	90

Был проведен анализ осложнений. Рассматривались осложнения, связанные с методом оперативного лечения – тотальным эндопротезированием тазобедренного сустава. Всего было выявлено 12 осложнений у 12 пациентов: 2 – в группе I (1,9%) и 10 – в группе II (24%) (рис. 3).

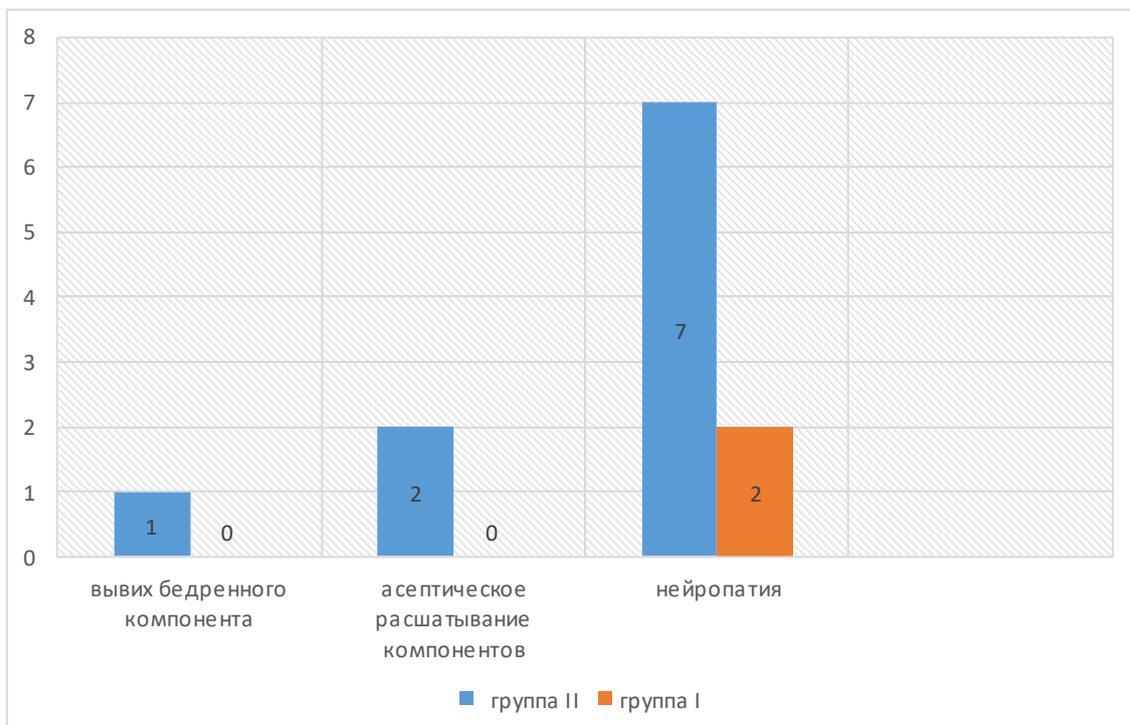


Рис. 3. Распределение осложнений в группах

## Заключение

Проведение тотального эндопротезирования тазобедренного сустава пациентам с посттравматическим коксартрозом, сопровождающимся дефектами вертлужной впадины, относится к случаям сложного эндопротезирования и сопровождается большей кровопотерей, длительностью оперативного вмешательства и большим процентом осложнений, чем при проведении рутинного эндопротезирования. Одним из необходимых условий при проведении оперативного вмешательства является воссоздание анатомических взаимоотношений в тазобедренном суставе, таких как центр ротации и бедренный офсет. Предложенный метод визуализации и предоперационного планирования позволяет провести оперативное лечение с восстановлением вышеуказанных параметров, уменьшить количество осложнений и улучшить функциональные результаты лечения.

### Список литературы

1. Солод Э.И., Лазарев А.Ф., Сахарных И.Н., Стоюхин С.С. Новые технологии остеосинтеза переломов вертлужной впадины // Медицинский алфавит. 2014. № 11. С. 6–10.
2. Antell N.B., Switzer J.A., Schmidt A.H. Management of Acetabular Fractures in the Elderly. *J. Am Acad Orthop Surg.* 2017. Vol. 25. P. 577–585. DOI:10.5435/JAAOS-D-15-00510.
3. Baghoolizadeh M., Schwarzkopf R. The Lawrence D. Dorr Surgical Techniques & Technologies Award: Conversion Total Hip Arthroplasty: Is it a Primary or Revision Hip Arthroplasty. *J. Arthroplasty.* 2016. Vol. 31. P. 16–21. DOI:10.1016/j.arth.2015.06.024.
4. Чегуров О.К., Менщиков И.Н., Жданов А.С. Реконструктивное эндопротезирование тазобедренного сустава у больной с последствием повреждений вертлужной впадины (случай из практики) // Гений ортопедии. 2017. Т. 23. № 3. С. 364-367.
5. Laird A., Keatig J.E. Acetabular fractures. A 16-year prospective epidemiological study. *J. Bone Joint Surg.* 2005. Vol. 87B. no. 7. P. 969-973.
6. Шубняков И.И., Чиладзе И.Т., Плиев Д.Г., Шорустамов М.Т., Артюх В.А., Амбросенков А.В., Близнюков В.В., Мясоедов А.А. Выбор способа имплантации вертлужного компонента на основе рабочей классификации последствий переломов вертлужной впадины // Травматология и ортопедия России. 2011. № 2. С. 37–43.
7. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Денисов А.О. Классификации дефектов вертлужной впадины: дают ли они объективную картину сложности ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава? (Критический обзор литературы и собственных наблюдений) // Травматология и ортопедия России. 2019. Т. 25. № 1. С. 122-141. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-122-141.

8. Karaismailoglu B., Erdogan F., Kaynak G. High Hip Center Reduces the Dynamic Hip Range of Motion and Increases the Hip Load: A Gait Analysis Study in Hip Arthroplasty Patients with Unilateral Developmental Dysplasia. *J. Arthroplasty*. 2019. Vol. 34. No. 6. P. 1267–1272. DOI: 10.1016/j.arth.2019.02.017.
9. Karaismailoglu B., Kaynak G., Can A., Ozsahin M.K., Erdogan F. Bilateral High Hip Center Provides Gait Parameters Similar to Anatomical Reconstruction: A Gait Analysis Study in Hip Replacement Patients with Bilateral Developmental Dysplasia. *J. Arthroplasty*. 2019. Vol. 34. No. 12. P. 3099–3105. DOI: 10.1016/j.arth.2019.06.063.
10. Chen G., Nie Y., Xie J., Cao G., Huang Q., Pei F. Gait Analysis of Leg Length Discrepancy-Differentiated Hip Replacement Patients with Developmental Dysplasia: A Midterm Follow-Up. *J. Arthroplasty*. 2018. Vol. 33. No. 5. P. 1437–1441. DOI: 10.1016/j.arth.2017.12.013.
11. Базлов В.А., Мамуладзе Т.З., Голенков О.И. Выбор хирургической тактики при первичном и ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава с использованием инструментов объемной визуализации // *Травматология и ортопедия России*. 2020. Т. 26. № 2. С. 60-70. DOI: 10.21823/2311-2905-2020-26-2-60-70.
12. D'Antonio J.A., Capello W.N., Borden L.S., Bargar W.L., Bierbaum B.F., Boettcher W.G., Steinberg M.E., Stulberg S.D., Wedge J.H. Classification and management of acetabular abnormalities in total hip arthroplasty. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1989. Vol. 243. P. 126-137.
13. Хоружик С.А., Михайлов А.Н. Основы КТ-визуализации. Просмотр и количественная оценка изображений // *Радиология-практика*. 2011. № 3. С. 62-75.