



## МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Оригинальная статья  
УДК 681.142+616-001+616.7+617.3  
<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2023-6-66-77>

# Возможности стандартной рентгенографии с применением программного обеспечения для обработки рентгеновских изображений и мультисрезовой компьютерной томографии при планировании реверсивного эндопротезирования плечевого сустава

Павел Олегович Кошелев<sup>1</sup>, Елена Алексеевна Егорова<sup>2</sup>,  
Галина Викторовна Дьячкова<sup>3</sup>, Константин Александрович Дьячков<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup> ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» Минздрава России, Москва, Россия

<sup>3,4</sup> ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени академика Г. А. Илизарова» Минздрава России, Курган, Россия

<sup>1</sup> [rgkoshelev@mail.ru](mailto:rgkoshelev@mail.ru), <http://orcid.org/0000-0003-1898-5699>

<sup>2</sup> [tylsit@mail.ru](mailto:tylsit@mail.ru), <http://orcid.org/0000-0003-2580-5692>

<sup>3</sup> [dgv2003@list.ru](mailto:dgv2003@list.ru), <http://orcid.org/0000-0003-1973-4680>

<sup>4</sup> [dka\\_doc@mail.ru](mailto:dka_doc@mail.ru), <http://orcid.org/0000-0002-8490-3052>

Автор, ответственный за переписку: Павел Олегович Кошелев, [rgkoshelev@mail.ru](mailto:rgkoshelev@mail.ru)

### Резюме

Цель исследования — сравнить информативность стандартной рентгенографии плечевого сустава с использованием программного обеспечения для компьютерной обработки с возможностями мультисрезовой компьютерной томографии (МСКТ) перед оперативным вмешательством в объеме реверсивного эндопротезирования. Проанализированы рентгенограммы плечевых суставов в стандартных проекциях и компьютерные томограммы 30 пациентов, которые наблюдались с последствиями травм плечевого сустава перед оперативным вмешательством в объеме реверсивного эндопротезирования. Наглядно показано, что применение специализированного программного обеспечения предоставляет дополнительную информацию при выборе размеров плечевого компонента эндопротеза, позволяет провести виртуальное восстановление анатомии проксимального отдела плечевой кости при грубой посттравматической деформации и ограничении подвижности плечевого сустава. Однако в ходе программной обработки рентгеновских изображений не получено дополнительной информации при оценке геометрических параметров гленоида лопатки. Данные о геометри-

© Кошелев П. О., Егорова Е. А., Дьячкова Г. В., Дьячков К. А., 2023

ческих характеристиках гленоида, установленные при использовании специализированного программного обеспечения, были сопоставимы с результатами обработки изображений, проводимой в ручном режиме. Достоверные характеристики, наиболее важные для операционного планирования позиционирования гленоидного компонента эндопротеза, возможно было получить только по результатам МСКТ.

**Ключевые слова:** рентгенография, цифровое планирование, эндопротезирование, плечевой сустав

**Для цитирования:** Кошелев П. О., Егорова Е. А., Дьячкова Г. В., Дьячков К. А. Возможности стандартной рентгенографии с применением программного обеспечения для обработки рентгеновских изображений и мультисрезовой компьютерной томографии при планировании реверсивного эндопротезирования плечевого сустава // Радиология — практика. 2023;6:66-77. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2023-6-66-77>

## MEDICAL TECHNOLOGY

Original research

# The Possibilities of Standard Radiography with the Use Processing Radiographic Images and Multisection Computed Tomography when Planning a Reverse Total Shoulder Arthroplasty

Pavel O. Koshelev<sup>1</sup>, Elena A. Egorova<sup>2</sup>, Galina V. Diachkova<sup>3</sup>,  
Konstantin A. Diachkov<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup> Moscow State Medical University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov  
Ministry of Healthcare of Russia, Moscow, Russia

<sup>3,4</sup> Federal State Budgetary Institution «National Ilizarov Medical Research Centre  
for Traumatology and Orthopedics» Ministry of Healthcare of Russia, Kurgan, Russia

<sup>1</sup>rgkoshelev@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1898-5699>

<sup>2</sup>tylsit@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2580-5692>

<sup>3</sup>dgv2003@list.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1973-4680>

<sup>4</sup>dka\_doc@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8490-3052>

Corresponding author: Pavel O. Koshelev, [rgkoshelev@mail.ru](mailto:rgkoshelev@mail.ru)

### Abstract

The aim of the study was to compare the informative value of standard radiography of the shoulder joint using computer processing software with the capabilities of multislice computed tomography (MSCT) before surgery in the volume of reverse total shoulder arthroplasty. The radiographs of shoulder joints in standard projections and computed tomograms of 30 patients who were observed with the consequences of shoulder joint injuries before surgery in the volume of reverse total shoulder arthroplasty. It is clearly shown that the use of specialized software provides

additional information when choosing the size of the shoulder component of the endoprosthesis, allows for virtual restoration of the anatomy of the proximal humerus with severe post-traumatic deformation and limited mobility of the shoulder joint. However, during the program processing of X-ray images of the shoulder joint, no additional information was obtained when evaluating the geometric parameters of the shoulder blade glenoid. The data on the geometric characteristics of the glenoid, established using specialized software, were comparable with the results of image processing carried out in manual mode. Reliable characteristics, most important for preoperative planning of the positioning of the glenoid component of the endoprosthesis, could be obtained only by the results of MSCT.

**Keywords:** Radiography, Digital Planning, Endoprosthetics, Shoulder Joint

**For citation:** Koshelev P. O., Egorova E. A., Diachkova G. V., Diachkov K. A. The Possibilities of Standard Radiography with the Use Processing Radiographic Images and Multisection Computed Tomography when Planning a Reverse Total Shoulder Arthroplasty. *Radiology – Practice*. 2023;6:66-77. (In Russ.). <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2023-6-66-77>

## Актуальность

Количество проведенных операций по эндопротезированию плечевого сустава неуклонно растет, это связано с накоплением опыта их проведения, совершенствованием методик, улучшением результатов данного вида хирургических вмешательств. Снижение количества послеоперационных осложнений, достижение удовлетворительного функционального результата после эндопротезирования плечевого сустава могут быть достигнуты путем повышения качества эндопротезов, технологий их подбора и установки, оптимизации реабилитационных мероприятий, внедрения мультидисциплинарного подхода клинично-лучевой диагностики [3].

Результаты исследований показывают, что асептическая нестабильность гленоидного компонента является одной из основных причин ревизионных оперативных вмешательств. Нестабильность компонентов имплантата часто возникает в результате технических ошибок, таких как слишком высокое расположение суставного компонента или чрезмерный его наклон [8], что вызывает сильное напряжение сдвига, ухудшающее фиксацию [4]. Следовательно, точное позицио-

нирование суставного компонента имеет решающее значение для предотвращения защемления и преждевременного ослабления, а также для повышения выживаемости [9].

Адекватно подобранный эндопротез еще на дооперационном этапе – основное условие сокращения времени и травматичности операции, восстановления двигательной функции конечности, обеспечения стабильности компонентов эндопротеза и уменьшения их износа.

**Цель:** сравнить информативность стандартной рентгенографии плечевого сустава с использованием программного обеспечения для компьютерной обработки с возможностями мультисрезовой компьютерной томографии перед оперативным вмешательством в объеме реверсивного эндопротезирования плечевого сустава.

## Материалы и методы

Ретроспективно проанализированы рентгенограммы в прямой и боковой проекциях и компьютерные томограммы 30 пациентов, из них: 22 (73,3 %) лица женского пола и 8 (26,7 %) мужского пола, которые наблюдались с переломами костей, образующих плечевой

сустав, перед оперативным вмешательством в объеме реверсивного эндопротезирования. Все пациенты исследуемой группы имели застарелый характер повреждений, с давностью 9–12 месяцев после травмы.

Средний возраст пациентов составил  $60,6 \pm 21,6$  года.

Критерием включения служило наличие переломов эпифизов, образующих плечевой сустав.

Из исследования были исключены пациенты:

- с фиксирующими металлоконструкциями и спейсерами в области плечевого сустава;
- с первичными и вторичными опухолями, воспалительными процессами различной этиологии области плечевого сустава;
- при наличии коллагенозов, обменных и неврогенных остеоартропатий.

Всем пациентам произведена рентгенография плечевых суставов в прямой переднезадней и боковой проекциях по стандартной методике и МСКТ (с толщиной среза по 0,625 мм) в «костном» и «мягкотканном» окнах с последующей объемной реконструкцией изображений.

Анализ рентгенограмм в ручном режиме и компьютерно-томографических изображений плечевых суставов производился на рабочей станции врача с оценкой следующих параметров:

- форма и ось костей с определением верхненижнего и билатерального размеров гленоида лопатки;
- признаки дефектов костей, нарушения консолидации переломов, структурных изменений (остеосклероза, снижения минеральной плотности костной ткани);
- наличие гетеротопической оссификации в параартикулярных тканях.

По данным МСКТ производилась количественная оценка плотности костной ткани гленоида лопатки в единицах

Хаунсфилда (НУ) в сравнении показателей на аналогичном уровне с контралатеральной стороны. Определение плотностных характеристик проксимального эпифиза плечевой кости считалось нецелесообразным, так как в ходе оперативного вмешательства данный отдел кости резецировался.

На втором этапе рентгенограммы пациентов были проанализированы с помощью специализированного программного обеспечения MediCad, разработанного компанией MediCAD Hectec GmbH (Германия).

Полученные параметры сравнивались с интраоперационными данными, отраженными в протоколах операции и катамнезе.

## Результаты и их обсуждение

В исследуемой группе ( $n = 30$ ) выявлены последствия различных по своему характеру переломов проксимального отдела плечевой кости:

- внесуставные унифокальные у 7 (23,3 %) пациентов;
- внесуставные бифокальные у 10 (33,3 %) человек;
- внутрисуставные оскольчатые в 13 (43,3 %) случаях (рис. 1).

У 4 (13,0 %) больных в отдаленном периоде после травмы (через 9 мес) сформировались ложные суставы головки и хирургической шейки плечевой кости с их дефектами на протяжении, в 13 (43,0 %) наблюдениях установлена грубая деформация проксимального отдела плечевой кости вследствие неправильно сросшихся переломов. Данные изменения были установлены по результатам стандартной рентгенографии (независимо от вида обработки изображений) и МСКТ, верифицированы интраоперационно, с полным совпадением выраженности изменений.

При оценке геометрических характеристик эпифизов костей, образующих плечевой сустав, наличие дефектов



Рис. 1. Диаграмма. Распределение пациентов с переломами проксимального отдела плечевой кости

гленоида, как следствие переломов, по данным МСКТ определялось в 9 (30 %) случаях, что также подтверждено в ходе хирургического вмешательства. По результатам рентгенографии из-за наличия суммационных эффектов достоверно установить дефекты гленоида можно было только в 7 (23,0 %) случаях, как при ручной обработке изображений, так и при использовании программного обеспечения MediCad.

В субхондральных отделах костей у всех пациентов прослеживался остеосклероз. Признаки снижения минеральной плотности костной ткани области плечевого сустава по данным МСКТ выявлены у 24 (80,0 %) пациентов, по данным рентгенографии – в 12 (40,0 %) случаях. Согласно интраоперационным данным, в ходе установки компонентов эндопротезов снижение плотности костной ткани определено у 20 (66,7 %) пациентов, что более соответствовало находкам при МСКТ.

Кроме того, у 6 (20,0 %) пациентов по результатам предоперационного стандартного рентгенологического исследования и МСКТ обнаруживалась гетеротопическая оссификация посттравматического характера, которая представляла собой организовавшиеся гематомы и обызвествленные энтезы су-

хожилий мышц вращательной манжеты плеча. Размеры оссификатов, составляющие от 8,0 до 34,0 мм в наибольшем линейном измерении, определенные по данным рентгенографии и МСКТ, совпали с теми, которые были установлены в ходе оперативных вмешательств. Преимуществом МСКТ в данном случае было более точное определение топографо-анатомических характеристик оссификатов с более детализированным представлением их положения.

Перечисленные изменения отмечались в исследуемой группе изолированно или в различных сочетаниях (рис. 2).

Совокупность посттравматических трансформаций (ремоделирование суставных концов, фиброзно-рубцовые изменения капсулы и ротаторно-бицепитального комплекса) вызывала нарушение функции плечевого сустава в виде приводящих и смешанных контрактур, которые затрудняли выполнение рентгенологического исследования в стандартных укладках, повышая значимость суммационных эффектов и геометрических искажений.

Из-за этого измерение двух взаимно перпендикулярных размеров гленоида лопатки по рентгенограммам возможно было провести только у 22 (73,3 %) пациентов, в 8 (26,7 %) случаях их опре-

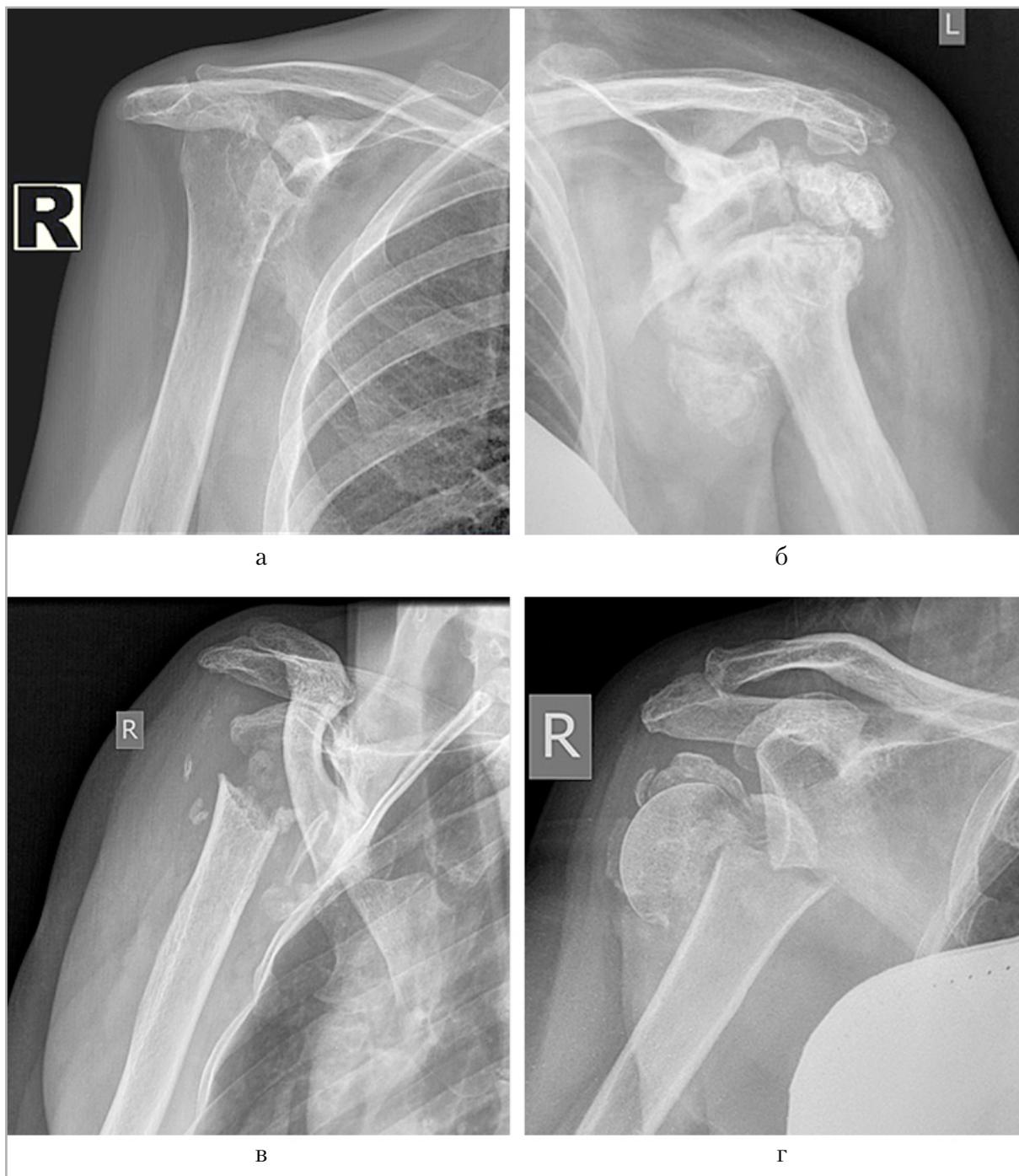


Рис. 2. Рентгенограммы плечевых суставов в прямой проекции (разные пациенты):  
*а* — краевой дефект головки правой плечевой кости, признаки диффузного регионарного остеопороза; *б* — выраженный склероз, ложный сустав головки левой плечевой кости, оссификаты в параартикулярных мягких тканях; *в* — тотальный дефект головки правой плечевой кости, признаки регионарного остеопороза, гетеротопические оссификаты в параартикулярных тканях правого плечевого сустава; *г* — неустранный вывих правого плеча, застарелые неконсолидированные многооскольчатые переломы головки и хирургической шейки правой плечевой кости со смещением отломков по ширине и со значительным захождением их друг за друга (с тенденцией формирования ложного сустава)

деление было невозможным ввиду того, что контуры суставных концов были пе-

рекрыты гетеротопическими оссификатами, не дифференцировались на фоне

не устраненного смещения отломков эпифизов плечевых костей.

Кроме того, при измерении верхненижнего размера гленоида разница в линейных размерах, установленных при стандартной рентгенографии, по сравнению с данными МСКТ и интраоперационными данными составила в среднем 2,4 мм (6,3 %), при измерении переднезаднего размера она достигла в среднем 5,5 мм (17,7 %).

Точное определение размеров и положение гленоида лопатки является

определяющим в адекватном подборе размеров и позиционировании лопаточного компонента эндопротеза.

Отмечено, что МСКТ с построением мультипланарных и объемных реконструкций при предоперационном планировании дает полное представление о выраженности ретроверсии и угла инклинации гленоида, позволяет точно определить его центр (рис. 3).

При проведении стандартной рентгенографии в двух проекциях не только невозможно достоверно оценить линейные

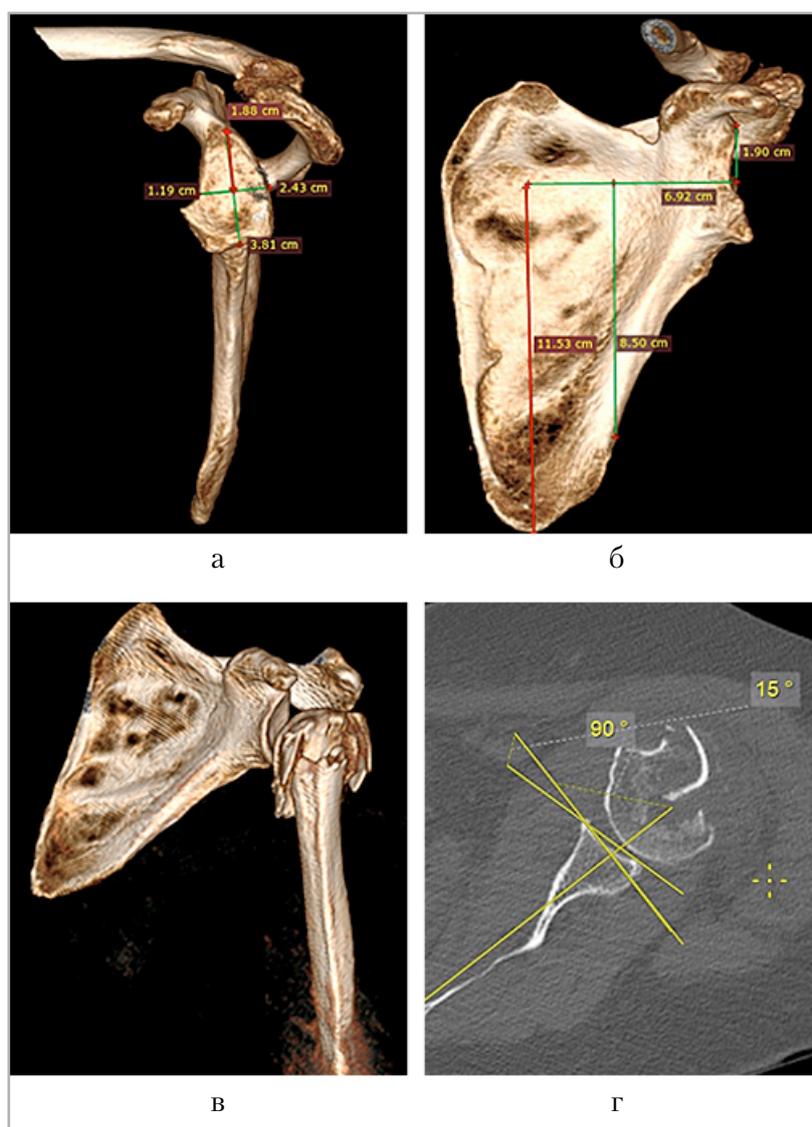


Рис. 3. Компьютерные томограммы с последующей объемной реконструкцией, сегментацией изображения и измерением параметров гленоида: *а* — измерение взаимно перпендикулярных размеров гленоида и нахождение его центра; *б* — определение наиболее медиальной точки на внутреннем крае лопатки и самой дистальной точки у ее угла относительно центра гленоида; *в* — взаимоотношения между гленоидом и отломками эпифиза плечевой кости; *г* — на томограмме в аксиальной плоскости измерение угла ретроверсии гленоида лопатки

размеры гленоида, как при ручной обработке изображений, так и при использовании специализированного программного обеспечения, но и проанализировать его пространственное расположение ввиду сложного анатомического строения плечевого сустава и суммационных эффектов в зоне исследования.

Обработка стандартных рентгеновских изображений с помощью специализированного программного обеспечения MediCad (Германия) расширяет возможности подбора ножки эндопротеза, которая устанавливается в костномозговой канал плечевой кости. Программа предоставляет возможность выбора компонентов эндопротеза из библиотеки имплантатов с последующим определением их типа, размеров и расположения.

Значимой была возможность прецизионного планирования тотального эндопротезирования плечевого сустава с применением компьютерной обработки рентгенограмм у пациентов с грубым на-

рушением анатомии проксимальных отделов плечевой кости, при неправильно сросшихся многооскольчатых переломах со значительным смещением отломков, формированием ложных суставов и костных дефектов. В этих случаях планирование типа, размера и положения плечевого компонента эндопротеза было возможно при использовании программного обеспечения MediCad (Германия) с виртуальным восстановлением на рентгенограмме формы проксимального эпифиза плечевой кости (рис. 4).

### Обсуждение результатов

В ходе проведенного исследования получены данные о возможностях программного обеспечения для рентгенографического планирования реверсивного эндопротезирования плечевого сустава. Однако в статьях, посвященных использованию систем программного обеспечения, при планировании эндопротезирования плечевого сустава

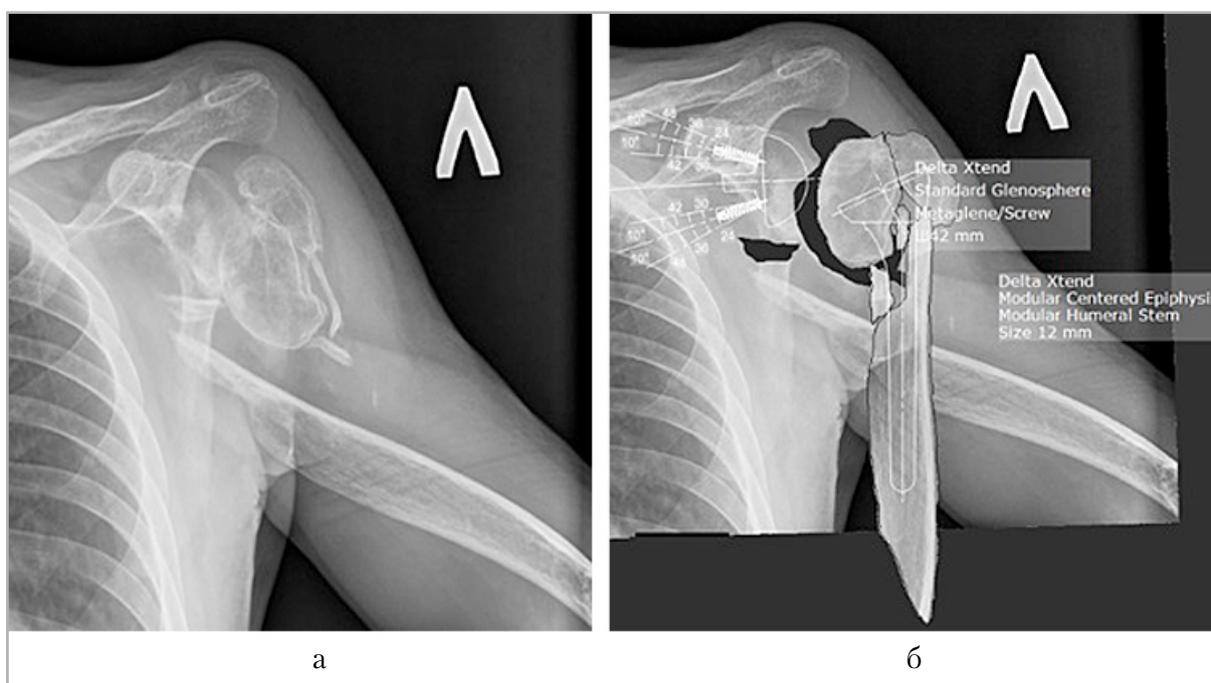


Рис. 4. Рентгенограммы левого плечевого сустава в прямой проекции: *а* — многооскольчатый внутрисуставной перелом головки и верхней трети диафиза левой плечевой кости на фоне ограничения подвижности, вынужденного положения конечности; *б* — изображение после восстановления формы плечевой кости с планированием типа, расположения и размеров компонентов эндопротеза

используются программы для КТ-планирования с применением мультипланарных и объемных реконструкций, которые приобрели за последние десятилетия достаточное распространение [1, 2, 6, 7].

В литературе представлены систематизированные обзоры, в которых проводится оценка соответствия между запланированными и фактическими геометрическими характеристиками имплантатов, в том числе для анатомического и реверсивного тотального эндопротезирования плечевого сустава. Всесторонний обзор литературы приведен в виде метаанализов с использованием баз данных PubMed, Embase, Web of Science, Scopus и др. с 2000 г. по настоящее время [Lilley B. M., Lachance A., Peebles A. M. et al., 2022].

По данным исследований было сопоставлено наличие соответствий между запланированными и фактически использованными имплантатами с оценкой параметров размера головки и ножки плечевого компонента и ее положения (сублюксация, антеро- или ретроверсия). Наибольшие трудности возникали у клиницистов при подборе имплантатов в условиях наличия деформаций и дефектов эпифизов, образующих плечевой сустав, определения оптимальной точки входа центральной спицы, проектирования и создания на основе 3D-печати пластиковых анатомических моделей эпифизов и индивидуальных направителей.

По данным Erickson B. J., Chalmers P. N., Denard P. et al. (2020) отмечено, что были обнаружены значительные различия между измерениями, проведенными без использования программного обеспечения и при его применении, что в большей мере относилось к оценке положения гленоида. Были представлены значительно отличающиеся измерения ретроверсии и угла инклинации гленоида ( $p = 0,02$ ), при этом измерения, выполненные без ис-

пользования программного обеспечения, были более точными.

Аналогичные данные представлены в материалах, опубликованных Bedeir Y. H., Tabeayo E., Chou T. A., Gruson K. I. (2023), где отмечено, что использование программного обеспечения для предоперационного планирования тотального эндопротезирования плечевого сустава приводит к минимальным погрешностям. Авторами зафиксированы высокие уровни согласованности размера гленосферы и ее положения, которые в 83,3 % случаев соответствовали интраоперационным данным.

Однако ими же при оценке межрейтингового соглашения с использованием внутриклассового коэффициента корреляции зарегистрировано, что совпадения в определении диаметра и высоты головки эндопротеза, ее положения достигнуты всего в 42,9%.

## Заключение

В ходе работы проведено сравнение информативности стандартной рентгенографии плечевого сустава с использованием программного обеспечения и возможностей МСКТ перед оперативным вмешательством в объеме реверсивного эндопротезирования плечевого сустава.

Выявлена более высокая чувствительность МСКТ при определении снижения плотности костной ткани, геометрических параметров суставного отростка лопатки по сравнению со стандартной рентгенографией.

Показана возможность определения размеров и расположения плечевого компонента эндопротеза при применении программного пакета MediCad (Германия), в частности, при обработке рентгенограмм у пациентов с грубой посттравматической деформацией и ограничением подвижности плечевого сустава.

МСКТ наиболее эффективна у пациентов с последствиями травм плечевого сустава при планировании ревер-

сивного эндопротезирования, так как предоставляет более полную картину о геометрических характеристиках и структурных изменениях проксимального эпифиза плечевой кости и гленоида лопатки по сравнению со стандартной рентгенографией, в том числе с последующей обработкой с применением программного пакета MediCad (Германия).

## Список источников / References

1. Bayraktar V., Weber M., von Kunow F., Zeman F., Craiovan B., Renkawitz T., Grifka J., Woerner M. Accuracy of measuring acetabular cup position after total hip arthroplasty: comparison between a radiographic planning software and three-dimensional computed tomography. *Int Orthop.* 2017 Apr. No. 41(4). P. 731–738.
2. Bedeir Y. H., Tabeayo E., Chou T. A., Gruson K. I. Accuracy and Reliability of Computerized Surgical Planning Software in Anatomic Total Shoulder Arthroplasty. *Cureus.* 2023 Apr 10. No. 15(4).
3. Best M. J., Aziz K. T., Wilckens J. H., McFarland E. G., Srikumaran U. Increasing incidence of primary reverse and anatomic total shoulder arthroplasty in the United States. *J. Shoulder. Elbow. Surg.* 2021 May V. 30(5). P. 1159–1166.
4. Boileau P. Complications and revision of reverse total shoulder arthroplasty. *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* 2016. No. 102. P. 33–43.
5. Chalmers P. N., Boileau P., Romeo A. A., Tashjian, R. Z. Revision Reverse Shoulder Arthroplasty. *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* 2019. No. 27. P. 426–436.
6. Erickson B. J., Chalmers P. N., Denard P., Lederman E., Horneff G., Werner B. C., Provencher M. T., Romeo A. A. Does commercially available shoulder arthroplasty preoperative planning software agree with surgeon measurements of version, inclination, and subluxation? *J. Shoulder Elbow Surg.* 2021 Feb. No. 30(2). P. 413–420.
7. Lilley B. M., Lachance A., Peebles A. M., Powell S. N., Romeo A. A., Denard P. J., Provencher C. M. T. What is the deviation in 3D preoperative planning software? A systematic review of concordance between plan and actual implant in reverse total shoulder arthroplasty. *J. Shoulder Elbow Surg.* 2022 May. No. 31(5). P. 1073–1082.
8. Schlueter-Brust K., Henckel J., Katinakis F., Buken C., Opt-Eynde J., Pofahl T. Rodriguez y Baena, F., Tatti F. Augmented-Reality-Assisted K-Wire Placement for Glenoid Component Positioning in Reversed Shoulder Arthroplasty: A Proof-of-Concept Study. *J. Pers. Med.* 2021. No. 11. P. 777.
9. Schröter S., Ihle C., Mueller J. et al. Digital planning of high tibial osteotomy. Interrater reliability by using two different software. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2021. P. 189–196.

---

## Сведения об авторах / Information about the authors

**Кошелев Павел Олегович**, аспирант кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России, Москва, Россия. 127206, г. Москва, ул. Вучетича, д. 9а.  
+7 (495) 611-01-77

Вклад автора: поиск публикаций по теме; анализ литературы, написание текста; участие в сборе материала; участие в обработке материала; написание первой версии статьи или ее критический пересмотр на предмет важного интеллектуального содержания.

**Koshelev Pavel Olegovich**, Post-Graduate Student of Department of Radiology, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Department of Radiology, Ministry of Healthcare of Russia, Moscow, Russia.

9a, ul. Vucheticha, Moscow, 127206, Russia.  
+7 (495) 611-01-77

Contribution of the author: search for publications on the topic; literature analysis, text writing; participation in the collection of material; participation in the processing of the material; writing the first version of the article or its critical revision for important intellectual content.

**Егорова Елена Алексеевна**, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России, Москва, Россия.

127206, г. Москва, ул. Вучетича, д. 9а.  
+7 (495) 611-01-77

Вклад автора: разработка концепции – формирование идеи, цели и ключевых задач.

**Egorova Elena Alekseevna**, M. D. Med., Professor, Professor of Department of Radiology, Moscow State Medical University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokoimov, Ministry of Healthcare of Russia, Moscow, Russia.

9a, ul. Vucheticha, Moscow, 127206, Russia.  
+7 (495) 611-01-77

Contribution of the author: concept development is the formation of an idea, a goal and key tasks.

**Дьячкова Галина Викторовна**, доктор медицинских наук, профессор, заведующая лабораторией рентгеновских и ультразвуковых методов диагностики ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени академика Г. А. Илизарова» Минздрава России, Курган, Россия.

640014, г. Курган, ул. М. Ульяновой, д. 6.  
+7 (3522) 45-26-14

Вклад автора: поиск публикаций по теме, анализ литературы, редактирование статьи.

**Diachkova Galina Viktorovna**, M. D. Med., Professor, Head of the laboratory FSBI «National Medical Research Center of Trauma and Orthopaedics named after academician G. A. Ilizarov», Ministry of Healthcare of Russia, Kurgan, Russia.

6, ul. M. Ulyanovoy, Kurgan, 640014, Russia.  
+7 (3522) 45-26-14

Contribution of the author: searching for publications on the topic, analyzing the literature, text editing.

**Дьячков Константин Александрович**, доктор медицинских наук, главный научный сотрудник лаборатории рентгеновских и ультразвуковых методов диагностики, заведующий рентгеновским отделением ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени академика Г. А. Илизарова» Минздрава России, Курган, Россия.

640014, г. Курган, ул. М. Ульяновой, д. 6.  
+7 (3522) 45-37-49

Вклад автора: формирование заключения и выводов по материалу, редактирование статьи.

**Diachkov Konstantin Alexandrovich**, M. D. Med., Leading Scientific Researcher, Head of Radiology Dept. FSBI «National Medical Research Center of Trauma and Orthopaedics named after academician G. A. Ilizarov», Ministry of Healthcare of Russia, Kurgan, Russia.

6, ul. M. Ulyanovoy, Kurgan, 640014, Russia.  
+7 (3522) 45-37-49

Contribution of the author: formation of conclusions and conclusions on the material, text editing.

### **Финансирование исследования и конфликт интересов**

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов. Мнения, изложенные в статье, принадлежат авторам рукописи. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

### **Research funding and conflict of interest**

The study was not funded by any sources. The authors state that this work, its topic, subject and content do not affect competing interests. The opinions expressed in the article belong to the authors of the manuscript. The authors confirm the compliance of their authorship with the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, the preparation of the article, read and approved the final version before publication).

Статья поступила в редакцию 10.06.2023;  
одобрена после рецензирования 28.10.2023;  
принята к публикации 21.11.2023.

The article was submitted 10.06.2023;  
approved after reviewing 28.10.2023;  
accepted for publication 21.11.2023.