

## ОСОБЕННОСТИ РЕВЕРСИВНОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА ПРИ ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИИ ГЛЕНОИДА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

**Карапетян Г.С.,  
Шуйский А.А.**

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России (127299, г. Москва, ул. Приорова, 10, Россия)

Автор, ответственный за переписку:  
**Шуйский Артём Анатольевич,**  
e-mail: shuj-artiom@mail.ru

### РЕЗЮМЕ

*Реверсивное эндопротезирование плечевого сустава в условиях изменённой анатомии суставной впадины лопатки является сложным и зачастую исключает возможность использования стандартной тактики установки гленоидального компонента. Не бывает одинаковых гленоидов, каждая суставная впадина лопатки отличается высотой, шириной, углом наклона, плотностью костной ткани, отсутствием или наличием различных дефектов костной ткани. Учитывая многообразие вариантов изменения структуры и качества костной ткани гленоида при травмах и заболеваниях плечевого сустава, каждый случай эндопротезирования следует рассматривать индивидуально. С целью выполнения адекватной установки метаглена данные параметры необходимо приводить в норму или стандартизировать. Целью настоящей работы является обзор отечественной и зарубежной литературы, посвящённой особенностям реверсивного эндопротезирования плечевого сустава при деформации суставной впадины лопатки. На основании анализа данной литературы, процент осложнений, связанных с неудовлетворительными результатами лечения из-за нестабильности гленосферы, довольно велик, что соответствует об отсутствию разработанности данной темы и её актуальности для практической травматологии и ортопедии. В работе рассматриваются эксцентричные нестандартные методики обработки фрезами суставной впадины лопатки, методы её костной пластики, использование изготовленных с учётом деформации гленоида метагленов, а также показания к использованию технологии индивидуального изготовления лопаточных компонентов. Изучение и анализ показаний к применению различных видов методик нивелирования деформаций лопатки позволили систематизировать и дифференцированно подойти к решению вопроса предоперационного планирования и выбора корректной, правильной тактики лечения в сложных случаях реверсивного эндопротезирования плечевого сустава.*

**Ключевые слова:** плечевой сустав, амартроз, реверсивное эндопротезирование, суставная впадина лопатки, гленосфера, остеопороз

Статья получена: 20.02.2022

Статья принята: 11.10.2022

Статья опубликована: 08.12.2022

**Для цитирования:** Карапетян Г.С., Шуйский А.А. Особенности реверсивного эндопротезирования плечевого сустава при ортопедической патологии гленоида (обзор литературы). *Acta biomedica scientifica*. 2022; 7(5-2): 207-221. doi: 10.29413/ABS.2022-7.5-2.21

## FEATURES OF REVERSE ARTHROPLASTY OF THE SHOULDER JOINT IN ORTHOPEDIC PATHOLOGY OF THE GLENOID (LITERATURE REVIEW)

**Karapetyan G.S.,  
Shuyskiy A.A.**

N.N. Priorov National Medical Research  
Center of Traumatology and Orthopedics  
(Priorova str. 10, Moscow 127299,  
Russian Federation)

Corresponding author:  
**Artyom A. Shuyskiy,**  
e-mail: shuj-artyom@mail.ru

### ABSTRACT

*The reverse shoulder arthroplasty in the conditions of the modified anatomy of the glenoid is complex and often excludes the possibility of using the standard tactics of installing the glenoid component. There are no identical glenoids, each articular cavity of the scapula differs in height, width, angle of inclination, density of bone tissue, absence or presence of various defects of bone tissue. Given the variety of options for changing the structure and quality of the glenoid bone tissue in injuries and diseases of the shoulder joint, each case of endoprosthesis should be considered individually. In order to perform an adequate metaglen installation, these parameters must be normalized or standardized. The purpose of this work is to review the domestic and foreign literature devoted to the features of reversible shoulder joint replacement during deformation of the articular cavity of the scapula. Based on the analysis of literature data, the percentage of complications associated with unsatisfactory treatment results due to the instability of the glenosphere is quite large, which indicates the lack of elaboration of this topic and its relevance for practical traumatology and orthopedics. The paper considers eccentric non-standard methods of rimming the articular cavity of the scapula, methods of its bone grafting, the use of metaglens made taking into account the deformation of the glenoid, as well as indications for the use of technology for the individual manufacture of scapular components. The study and analysis of indications for the use of various types of techniques for solution glenoid deformities made it possible to systematize and differentially approach the issue of preoperative planning and choosing the correct, right treatment tactics in complex cases of reversible shoulder joint replacement.*

**Key words:** shoulder joint, omarthrosis, reverse arthroplasty, glenoid cavity, glenosphere, osteoporosis

Received: 20.02.2022  
Accepted: 11.10.2022  
Published: 08.12.2022

**For citation:** Karapetyan G.S., Shuyskiy A.A. Features of reverse arthroplasty of the shoulder joint in orthopedic pathology of the glenoid (literature review). *Acta biomechanica scientifica*. 2022; 7(5-2): 207-221. doi: 10.29413/ABS.2022-7.5-2.21

Реверсивное эндопротезирование плечевого сустава является одним из методов избавления от болевого синдрома и восстановления функции конечности при выраженных изменениях анатомии плечевого сустава [1]. Процент неудовлетворительных исходов лечения (нестабильности компонентов, вывихов), связанных с имплант-ассоциированными осложнениями со стороны лопаточного компонента, составляет от 1,7 до 3,5 % [2]. Основной задачей при имплантации лопаточного компонента реверсивного эндопротеза является стабильная адаптация метаглена. Не бывает одинаковых гленоидов, каждая суставная впадина лопатки отличается высотой, шириной, углом наклона, плотностью костной ткани, отсутствием или наличием различных дефектов костной ткани [3, 4]. Данные изменения наблюдаются при врождённых и приобретённых деформациях суставной впадины лопатки [5]. С целью выполнения адекватной установки метаглена данные параметры необходимо приводить в норму или стандартизировать. У пациентов, которым показано реверсивное эндопротезирование, зачастую выявляется эрозия, деформация суставной впадины лопатки. Приобретённые дефекты присутствуют у 40 % пациентов с артропатией на фоне несостоятельности ротаторной манжеты (Cuff Tear Arthropathy) [4].

**Целью нашей работы** является обзор, оптимизация и объединение классификаций деформации суставной впадины лопатки и методов их решения для корректной установки лопаточного компонента реверсивного эндопротеза.

Костное развитие лопатки характеризуется прохождением интрамембранозного окостенения за счёт восьми различных центров оксификации [6]. Гленоид имеет два центра окостенения: верхний центр окостенения в основании клювовидного отростка и подковообразный центр окостенения в нижней части [6]. В ранних исследованиях учёных предполагалось, что гипоплазия суставной впадины происходит из-за нарушения развития предхрящевой ткани из нижнего апофиза гленоида [7]. Однако поздние исследования, включающие такие объективные методы исследования, как КТ, МРТ, артрографию, диагностическую артроскопию, при гипоплазии гленоида демонстрировали неоссифицированную хрящевую модель и гипертрофированную хрящевую губу неоссифицированного участка [7].

Деформации гленоида подразделяются на врождённые (дисплазии) и приобретённые. Причинами врождённых деформаций гленоида могут быть нарушение окостенения его участков [7]. Дисплазия гленоида классифицируется как по типам её морфологии, так и по выраженности дефицита костной ткани [7] (рис. 1).

В целом, признаки дисплазии гленоида при имеющемся остеоартрозе плечевого сустава схожи с его приобретёнными дефектами по некоторым классификациям. Соответственно, ввиду идентичной морфологии врождённых и приобретённых дефектов, пути решения и компенсации костной массы схожи.

Классификации приобретённых дефектов гленоида целесообразно подразделять на несколько групп: де-

фекты преимущественно в аксиальной и фронтальной плоскости, центральные дефекты и дефекты с медиализацией суставной поверхности лопатки [4].



**РИС. 1.**

Дисплазия гленоида [7]

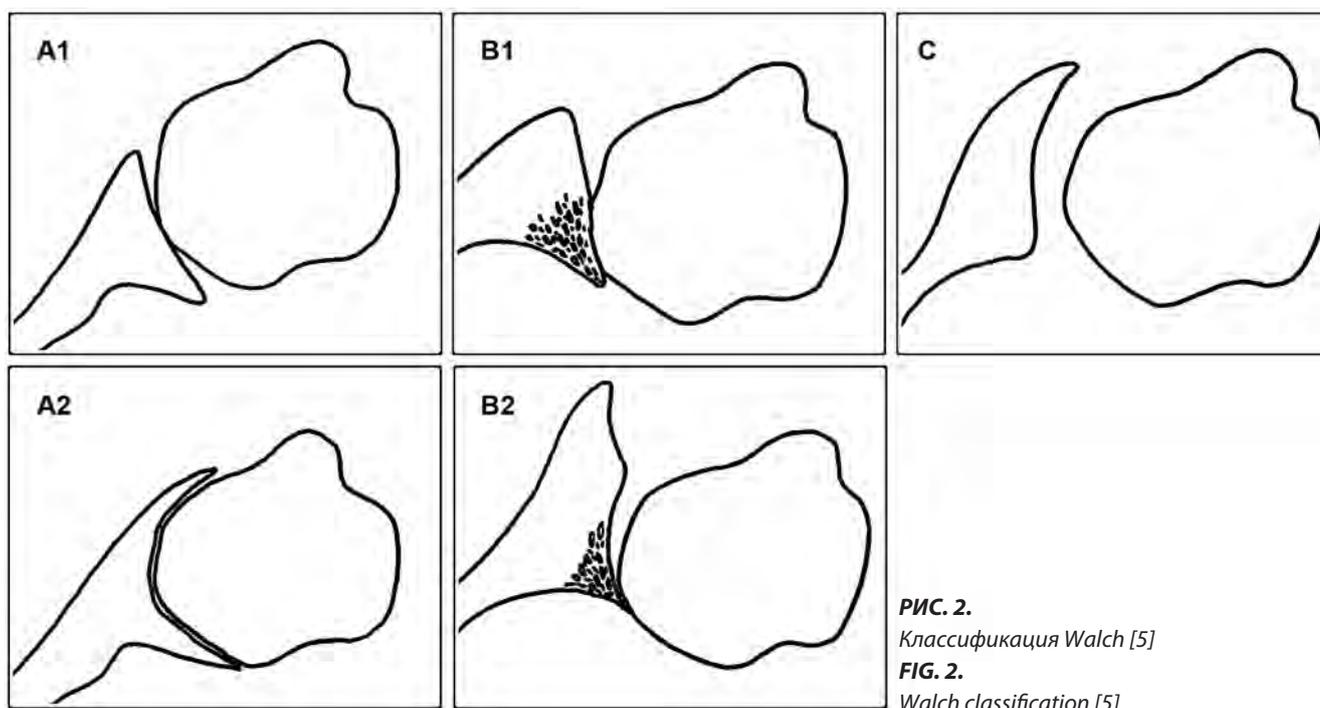
**FIG. 1.**

Glenoid dysplasia [7]

Для оценки морфологии гленоида в аксиальной плоскости применима классификация G. Walch, разработанная для пациентов с первичным остеоартрозом плечевого сустава (рис. 2) [5].

На основании обследования 113 пациентов с остеоартрозом, K. Jean и соавторы определили процентную частоту встречаемости разных видов деформаций гленоида. Так, деформации типа А (59 %) характеризуются центрированной головкой плечевой кости с незначительной (А1 – 43 %) или грубой (А2 – 16 %) эрозией гленоида. В результате того, что действующие силы были равномерно распределены по поверхности гленоида, головка плечевой кости при деформациях типа А центрирована в суставной впадине с незначительной её ретроверсией ( $11,5 \pm 8,8^\circ$ ). В результате того, что нагрузка на суставную поверхность гленоида распределялась ассиметрично, в 32 % случаев определялся подвывих головки плечевой кости назад. В 17 % случаев (тип В1) определялось сужение суставной щели, субхондральный склероз, а в 15 % случаев (тип В2) суставная поверхность гленоида приобретала необычную, но типичную для таких проявлений остеоартроза двояковогнутую конфигурацию. Средняя величина ретроверсии суставной поверхности гленоида при деформациях типа В1 составляла  $14,9^\circ$ , а при деформациях типа В2 –  $23,4^\circ$ . Диспластической, явно врождённой деформацией характеризовались 9 % лопаток (тип С). При данном типе гленоида угол его ретроверсии составлял более  $25^\circ$ , независимо от проявлений эрозии суставной поверхности (среднее значение ретроверсии составило  $35,7^\circ$ ). При данной дисплазии определяется правильная центрация, либо небольшой задний подвывих головки плечевой кости.

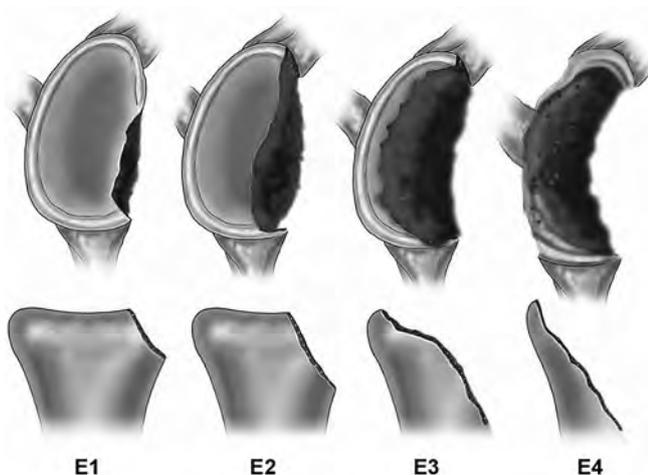
По данным обследований гленоидов типа А1, А2, В1 и В2 по Walch, проведённых H. Letissier и соавторами, выявлено, что при данных деформациях, в субхондральной кости суставной впадины лопатки преобладают остеосклеротические изменения [8]. Средняя плотность в единицах Хаунсфилда (НУ) у неизменённых гленоидов составляла  $413 \pm 113$  НУ. Так, в гленоидах типа А1 плотность



**РИС. 2.**  
Классификация Walch [5]  
**FIG. 2.**  
Walch classification [5]

субхондральной кости была больше, чем у нормальных гленоидов –  $530 \pm 105$  HU. Плотность субхондральной кости гленоидов типа A2 составляла  $561 \pm 150$  HU, типа B1 –  $473 \pm 106$  HU, B2 –  $521 \pm 106$  HU. При медиальном отдалении от субхондральной пластинки отмечается rareфикация костной ткани, соответственно, при грубой и чрезмерной обработке костной ткани с медиализацией увеличиваются риски микроподвижности и нестабильности импланта. Так, на расстоянии от 5 до 7,5 мм от субхондральной кости плотность костной ткани при деформациях типа A1 составляет  $368 \pm 121$  HU [8].

A. Gupta, C. Thussbas, M. Koch, L. Seebauer также классифицировали эксцентричные дефекты гленоида в аксиальной и сагиттальной плоскостях [9] (рис. 3).

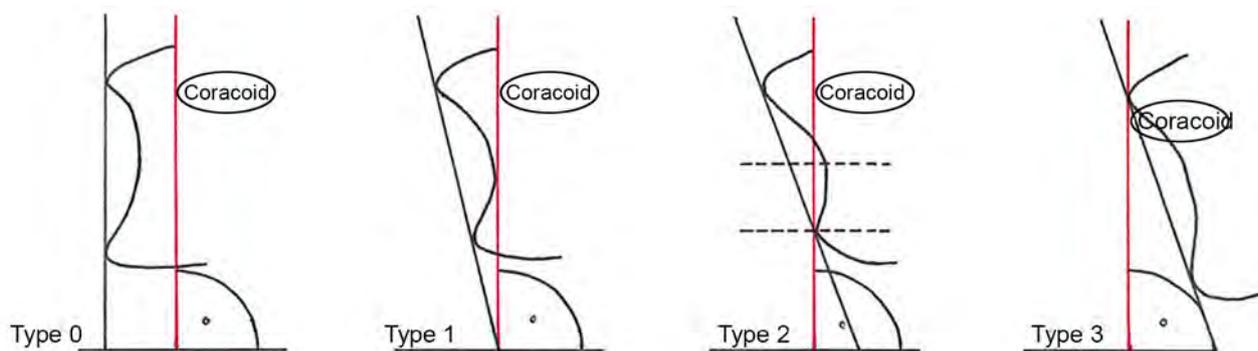


**РИС. 3.**  
Классификация Gupta, Thussbas, Koch, Seebauer [9]  
**FIG. 3.**  
Gupta, Thussbas, Koch, Seebauer classification [9]

Данные дефекты классифицировались согласно их размеру и локализации. По размеру деформации гленоида подразделялись следующим образом: E1 – маленький, неглубокий дефект; E2 – дефект среднего размера, составляющий менее 30 % костной массы гленоида; E3 – большой дефект, составляющий от 30 до 60 % костной массы гленоида; E4 – массивная потеря костной ткани более 60 % гленоида. В зависимости от вовлечённого в патологический процесс квадранта гленоида, дефекты подразделялись на передние (A), задние (P), нижние (I), верхние (S).

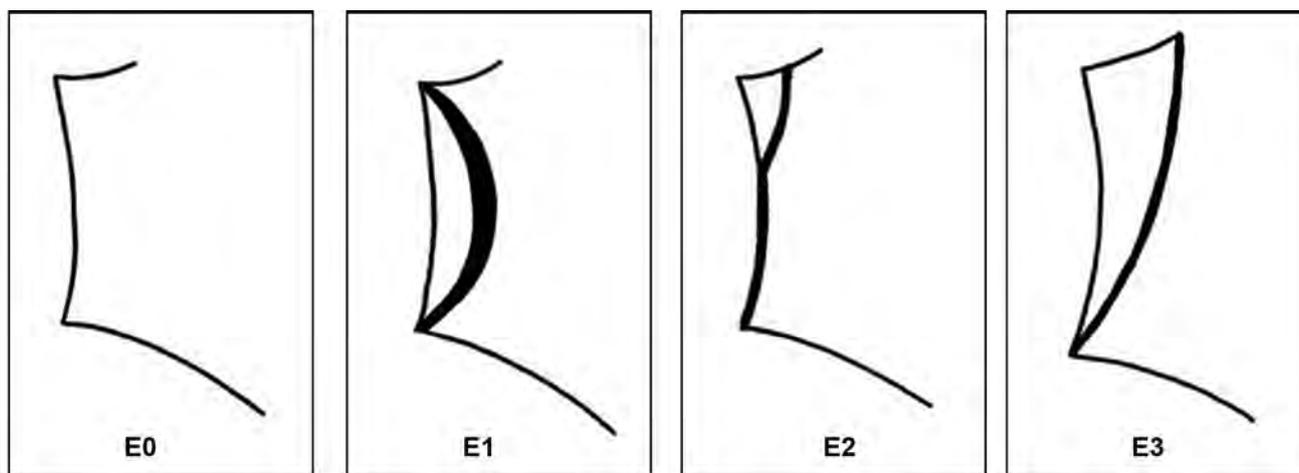
При деформирующем артрозе, посттравматических и других изменениях плечевого сустава наклон суставной поверхности лопатки может претерпевать эксцентрическую деформацию не только в передне-заднем, но и в нижне-верхнем направлении [5].

Так называемая классификация вертикальной морфологии гленоида (инклинации суставной поверхности лопатки) предложена P. Habermeyer для расчёта угла наклона гленоида у пациентов с первичным остеоартрозом плечевого сустава [5] (рис. 4). На основании соотношения двух линий, из которых одна линия проводится по латеральному краю основания клювовидного отростка лопатки (линия основания клювовидного отростка), а вторая линия проводится вдоль верхнего и нижнего края гленоида (линия гленоида), выделяли четыре типа морфологии гленоида. Тип 0, который характеризовался нормальным строением лопатки, наблюдался у 13 % исследованных пациентов. У данных пациентов линии гленоида и клювовидного отростка параллельны друг другу. Тип 1 деформации наблюдался у 16 % обследуемых и характеризовался пересечением линий под нижним краем гленоида. Больше половины (54 %) исследуемых P. Habermeyer пациентов имели выраженную нижнюю инклинацию гленоида (тип 2),



**РИС. 4.**  
Классификация Habermeyer [5]

**FIG. 4.**  
Habermeyer classification [5]



**РИС. 5.**  
Классификация Favard [5]

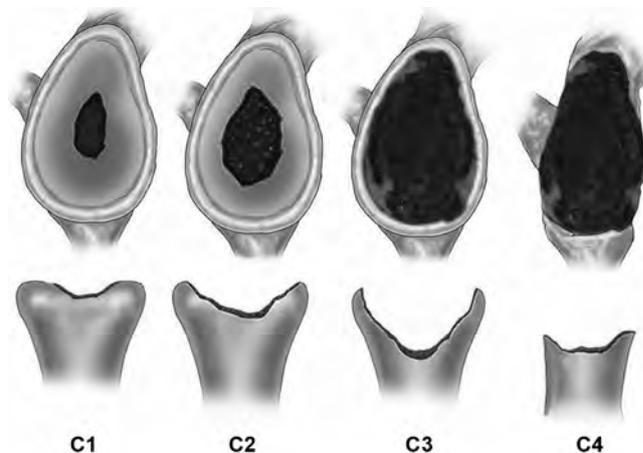
**FIG. 5.**  
Favard classification [5]

морфология гленоида характеризовалась пересечением линий на уровне между центром и нижним краем гленоида. 17 % пациентов имели грубую деформацию суставной площадки с её медиализацией (тип 3). В случаях с медиализацией суставной поверхности точка пересечения линий-ориентиров располагалась над основанием клювовидного отростка.

При артропатии, связанной с дисфункцией ротаторной манжеты, зачастую происходит субакромиальная миграция головки плечевой кости с износом верхних отделов суставной впадины лопатки. Для оценки нарушения морфологии гленоида во фронтальной плоскости у пациентов с артропатией, связанной с повреждением ротаторной манжеты, используется классификация Favard [5] (рис. 5).

В 49 % случаев отмечается краниальная миграция головки плечевой кости без эрозии гленоида, 35 % характеризуются концентрической эрозией гленоида. В 10 % случаев эрозия локализуется в верхней части гленоида, формируя его двояковогнутую поверхность. При распространении эрозии верхней части гленоида на нижнюю часть формируется поверхность с верхней инклинацией всей суставной поверхности, что отмечалось в 6 % случаев.

Для оценки морфологии центральных дефектов суставной впадины лопатки удобна классификация A. Gupta, C. Thussbas, M. Koch, L. Seebauer [9] (рис. 6).

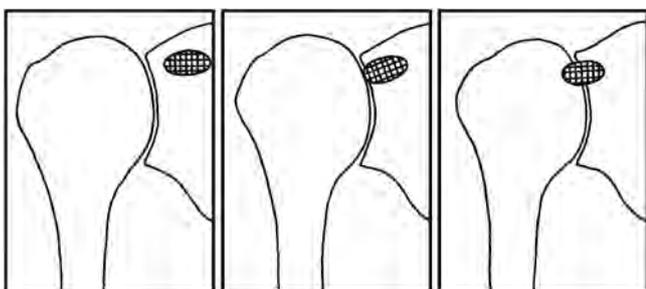


**РИС. 6.**  
Классификация Gupta, Thussbas, Koch, Seebauer [9]

**FIG. 6.**  
Gupta, Thussbas, Koch, Seebauer classification [9]

Данная классификация учитывает объём дефекта костной ткани: С1 – неглубокий дефект, глубиной менее 50 % диаметра гленоида; С2 – глубокий дефект, глубиной более 50 % диаметра гленоида с интактной шейкой лопатки; С3 – дефект, глубиной более 50 % диаметра гленоида с вовлечением шейки лопатки; дефект типа С4 характеризуется выраженной деструкцией суставной впадины и шейки лопатки.

Медиализация суставной поверхности гленоида в результате артроза и других деформаций является серьёзной проблемой при артропластике плечевого сустава. Пренебрежение компенсацией дефицита костной ткани и установка стандартных компонентов на медиализованную костную площадку в большинстве случаев является причиной вывиха эндопротеза [10]. Степень выраженности медиализации гленоида, ориентируясь на его взаиморасположение по отношению к клювовидному отростку, позволяет определить классификация Levigne и Franceschi [5] (рис. 7).



**РИС. 7.**

Классификация Levigne u Franceschi [5]

**FIG. 7.**

Levigne & Franceschi classification [5]

Данная классификация разработана на основе обследования пациентов с ревматоидным артритом и включает три стадии. Первая стадия износа характеризуется интактностью либо минимальным износом субхондральной кости. При второй стадии линия износа достигает ножки клювовидного отростка, при третьей – локализуется за ножкой клювовидного отростка.

Кроме дефектов и деформации суставной впадины лопатки, при первичных и ревизионных операциях необходимо учитывать плотность костной ткани [11]. Снижение плотности костной ткани может приводить к некорректной установке и нестабильности гленоидального компонента эндопротеза [11]. Количественным инструментом определения плотности кости может быть измерение единиц Хаунсфилда (HU) по данным компьютерной томографии [11]. Расчёт данного параметра полезен как для позиционирования метаглена, так и для определения оптимальной траектории и длины винтов.

Вариантами решения дефицита костной массы лопатки являются следующие методы:

- эксцентричная обработка гленоида фрезой;
- костная пластика;
- использование аугментов;

- использование индивидуальных имплантов.

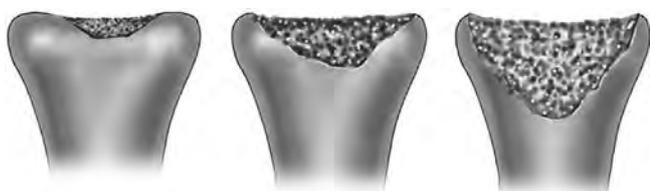
Эксцентричная обработка суставной впадины лопатки без применения костной пластики или специальных компонентов может являться методом выбора при деформациях гленоида с ретроверсией суставной поверхности менее  $10^\circ$  [12]. Однако при такой обработке происходит удаление оставшейся костной массы гленоида и его медиализация [13]. Так, например, при эксцентричных дефектах гленоида типа E2 по классификации Favard, наивысший объём кортикальной плотной кости (около 895 HU) содержится в его верхнем квадранте [14]. Напротив, при данных дефектах в нижнем квадранте гленоида обнаруживается меньшая плотность костной ткани (около 834 HU) с наиболее «приемлемой» её локализацией в субхондральной кости и на небольшом участке под ней [14]. Таким образом, чрезмерная обработка нижнего квадранта гленоида при данных деформациях приводит к лишению костной массы хорошего качества, что влияет на последующую стабильность импланта [14]. Следовательно, необходимо оценивать и чётко представлять преимущества и кажущуюся простоту выполнения этой методики нивелирования деформации над необходимостью восполнения созданного дефицита костной ткани. Использование приёма эксцентричной обработки суставной поверхности лопатки без компенсации созданного дефекта костной массы не рекомендовано при ретроверсии гленоида более  $10^\circ$  [12].

Для того чтобы не медиализировать суставную площадку лопатки и постараться сохранить оставшуюся нативную кость, существуют методики замещения дефектов ауто- и аллотрансплантатами, специальными аугментами [13].

Традиционным и доказанным методом нивелирования изменения морфологии гленоида, использовавшимся ещё до появления специализированных метагленов, является костная пластика [4, 13]. Применение костнопластических методик позволяет хирургу исправить деформацию, восстановить опорную площадку для установки метаглена. Кроме того, выполнение костной пластики позволяет не только увеличить объём костной ткани для стабильной имплантации гленоидального компонента, но и компенсировать изменение офсета при медиализации гленоида, увеличить натяжение дельтовидной мышцы и мышц ротаторной манжеты. Целями реконструкции гленоида являются: восстановление пространственной анатомии, стабильная реконструкция костного дефекта и обеспечение надёжной фиксации метаглена [13]. Так, компания Tornier разработала технологию эндопротезирования «bony increased offset-reverse shoulder arthroplasty», которая вошла в широкую практику под устойчивым названием BIO-RSA [13]. Она заключалась в использовании цилиндрического трансплантата из головки плечевой кости, который имплантировался через длинную ножку метаглена между метагленом и нативным гленоидом. Адаптировав данную методику к эксцентрическим дефектам гленоида, Voileau использовал трансплантаты с наклонной поверхностью [13]. Костная пластика суставной впадины показана, когда потеря костной массы достаточно серьёзна, чтобы предотвратить

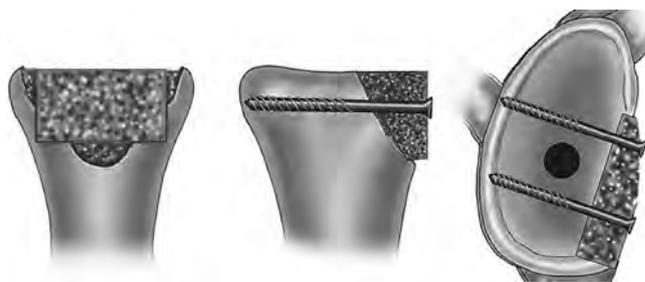
корректную имплантацию метаглена, но противопоказана, если потеря объёма и плотности костной ткани настолько серьёзна, что стабильная конструкция «имплант – трансплантат – гленоид» недостижима [9, 15]. Учитывая то, что аутокость является «золотым стандартом» в костной пластике, обладая оптимальными свойствами остеоинтеграции, в своей практике мы не рассматривали методики аллопластики. В литературных источниках встречаются методики забора трансплантатов из таза и из резецированной головки плечевой кости [9]. Выбор донорской зоны для забора трансплантата мы делаем в пользу гребня подвздошной кости с учётом того, что губчато-кортикальный трансплантат обладает необходимыми механическими свойствами, является оптимальным в плане репаративной регенерации и восстановления костной массы и, зачастую, вследствие дегенеративно-дистрофических процессов головки плечевой кости имеет «компрометированное» состояние [16]. При замещении значительных, медиализирующих гленоид дефектов появляется возможность провести стабильную фиксацию губчато-кортикального трансплантата на ножке метаглена с достаточной компрессией при помощи винтов. В похожих условиях губчатый трансплантат из резецированной головки плечевой кости обладает более податливой структурой и не обеспечивает необходимую механическую прочность для латерализации гленоида. Более того, зачастую на фоне гиповаскулярных и дегенеративно-дистрофических изменений головка вовсе отсутствует. При некоторых заболеваниях и посттравматических изменениях проксимального отдела плечевой кости не удаётся произвести забор костной ткани из этой зоны.

Методики костной аутопластики применимы к дефектам гленоида типа В1, В2, С по классификации Walch, ко всем центральным и эксцентрическим дефектам по классификации A. Gupta, C. Thussbas, M. Koch, L. Seebauer [9]. К центральным дефектам типа С1, С2, С3 применима методика «импакционной» костной пластики мелкими по размеру трансплантатами или костной крошкой [9, 15] (рис. 8).



**РИС. 8.**  
Импакционная костная аутопластика [9]  
**FIG. 8.** Impact bone autoplasty [9]

Также вариантом замещения концентрических дефектов типа С3, эксцентрических дефектов типа Е1 по классификации A. Gupta, C. Thussbas, M. Koch, L. Seebauer, дефектов Е2 и Е3 по классификации Favard, дефектов В1 и В2 и С по классификации Walch является костная аутопластика трансплантатом с его фиксацией к суставной впадине лопатки, при необходимости [9] (рис. 9).



**РИС. 9.**  
Костная аутопластика, методика фиксации трансплантата [9]  
**FIG. 9.**  
Bone autografting, graft fixation technique [9]

При выраженных дефектах гленоида типа Е2, Е3 в сочетании с центральными дефектами типа С3, дефектах Е4, медиализации площадки гленоида при дефектах С4, A. Gupta, C. Thussbas, M. Koch, L. Seebauer предложены методики костной аутопластики «композитным» опорным трансплантатом с компенсацией дефекта и изменённого офсета [9] (рис. 10).



**РИС. 10.**  
Костный трансплантат с латерализацией и замещением дефекта гленоида [9]  
**FIG. 10.**  
Bone graft with lateralization and replacement of the glenoid defect [9]

Однако существуют ограничения по проведению одноэтапной костной пластики гленоида и установки лопаточного компонента эндопротеза, обусловленные выраженностью нарушения анатомии и характеристиками импланта. Одними из условий возможности проведения успешной одноэтапной костной аутопластики гленоида, по данным литературных источников, являются контакт минимум 30–50 % поверхности метаглена или опорной площадки трансплантата с костью лопатки, установка ножки метаглена длиной минимум 8–10 мм (или минимум 50 % своей длины) в нативную костную ткань и воз-

возможность проведения минимум двух винтов метаглена [9, 15, 17]. В противном случае, при наличии выраженных дефектов, остеопорозе и плохом качестве костной ткани, сомнительных прогнозах одномоментной костной пластики, рекомендуется прибегнуть к двухэтапному вмешательству [9, 15]. Первым этапом производится костная аутопластика гленоида с фиксацией трансплантата, резекция головки плечевой кости. Далее, после подтверждения консолидации трансплантата по результатам компьютерной томографии, производят второй этап операции – реверсивную артропластику плечевого сустава. В данных литературы описан опыт двухэтапного оперативного лечения дефектов типа E3, E4 в сочетании с C4 по вышеизложенной классификации [9].

Одним из методов улучшения консолидации трансплантата является использование достижений биотехнологии. Доказано, что применение технологии PRP улучшает процесс интеграции, консолидации невааскуляризованных ауто трансплантатов [18, 19]. Это характеризуется более быстрым сращением трансплантатов и образованием более качественной (плотной) костной ткани [18, 19]. Исходя из основных принципов тканевого инжиниринга, с целью активизации репаративной регенерации костной ткани, наибольшего эффекта возможно добиться при применении технологии совместной имплантации, обогащённой тромбоцитами аутоплазмы (PRP-геля) в сочетании с гранулами биокомпозиционного материала КоллапАн, разработанной в ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова». За счёт синергизма действия КоллапАна и аутологичной плазмы, насыщенной тромбоцитами, наблюдается значительная активация репаративной регенерации костной ткани, причём в исследованиях процессы образования и созревания кости выражены в большей степени, чем при использовании КоллапАна и аутоплазмы в отдельности [20–25]. Положительный эффект влияния КоллапАна на индуцирование репаративного остеогенеза объясняется тем, что входящий в состав КоллапАна экзогенный коллаген является хематтрактантом для эндотелиоцитов и мезенхимальных клеток-предшественников остеобластов. Опосредованная активностью продуктов растворения гранул КоллапАна и биоактивных молекул тканевой жидкости (эндогенные костные морфогенетические и остеогенные белки, фибронектин, остеопонтин, ламинин и др.) механизмы хемотаксиса и клеточной активности остеобластов и их клеток-предшественников проявляются в их прикреплении, пролиферации и дифференцировке, в образовании межклеточного матрикса костной ткани. Также в процессе постепенной резорбции искусственного гидроксиапатита КоллапАна в тканях организма выделяются ионы кальция и фосфата, которые взаимодействуют с ионами тканевой жидкости с последующей преципитацией, впоследствии формируя слой биологического гидроксиапатита на поверхности имплантата. Немаловажный фактор остеорепарации, которым является подавление инфекции в очаге, обусловлен постепенным выделением из гранул связанных с коллагеном антибактериальных препаратов [20]. Синтетический материал КоллапАн, который обладает остеоиндуктивными

и остеокондуктивными свойствами, является оптимальной матрицей для иммобилизации необходимых ростовых факторов и цитокинов, биологически активных веществ, клеточных элементов, способствующих активизации репаративного остеогенеза, предотвращению развития и подавлению инфекционного процесса [20].

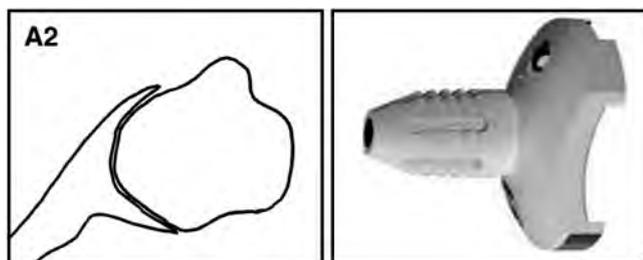
В случаях наличия дефектов и выраженного снижения минеральной плотности костной ткани суставной впадины лопатки, даже при наличии вышеизложенных условий, позволяющих выполнить одноэтапную костную пластику дефекта, качество костной ткани может быть недостаточным для стабильной фиксации и интеграции импланта. Несмотря на корректную установку и проведение длинных винтов в оптимальной траектории, повторяющиеся нагрузки на имплант и его микроподвижность могут приводить к асептической нестабильности при остеопорозе.

Выраженная rareфикация, снижение плотности костной ткани по данным КТ (ниже 139 HU), заставляет задуматься о наличии системного патологического процесса, не ограничивающегося локальным поражением плечевого сустава [11]. Снижение минеральной плотности костной ткани наблюдается при остеопорозе и остеопении. Интересен тот факт, что измерение единиц Хаунсфилда суставной впадины лопатки может являться достоверным диагностическим критерием при изменении минеральной плотности костной ткани на организменном уровне [11]. В исследовании пациенты с показателями единиц Хаунсфилда выше порогового значения 257 имели нормальную минеральную плотность костной ткани [11]. У 100 % пациентов с показателями ниже 139 HU был диагностирован остеопороз или остеопения [11]. В нашем Центре данным пациентам назначается обследование, которое включает денситометрию и анализы крови и мочи (общий белок, белковые фракции, кальций крови и суточной мочи, фосфор крови и суточной мочи, щелочная фосфатаза, ионизированный кальций, креатинин, мочевина, дезоксиридинолин утренней мочи, клинический анализ крови и мочи, паратгормон, остеокальцин, b-cross-laps, витамин D крови) для дальнейшей консультации специалистов по лечению остеопороза. Пациенты получали терапию остеопороза, после которого выполнялось хирургическое лечение. На время проведения лечения и коррекции костного метаболизма принципиально важна активная реабилитация пациента для профилактики атрофии дельтовидной мышцы, поддержания объёма движений в плечевом суставе.

Вариантом восполнения дефектов костной ткани и корректной установки метаглена при рисках несращения, лизиса трансплантата, является использование специальных аугментов и аугментированных модернизированных метагленов [13, 15].

Модернизированные, видоизменённые метаглены и техника обработки гленоида фрезой могут применяться при центральных дефектах, «проlapsа» головки плечевой кости типа A2 по классификации Walch [13]. При обработке гленоида фрезами для установки метаглена с плоским основанием происходит чрезмерное нецелесообразное удаление сохранной костной ткани и создание нежела-

тельного оффсета. Методом решения этой проблемы и формирования костного ложа для установки специального метаглена с изогнутым основанием является обработка гленоида специальной фрезой [13] (рис. 11). Кроме того, некоторые исследования показывают, что данные типы имплантов характеризуются лучшим контактом с костной тканью, большим сопротивлением нагрузкам [13].



**РИС. 11.**  
Вид дефекта и специального гленоидального компонента [13]  
**FIG. 11.**  
Type of defect and special glenoid component [13]

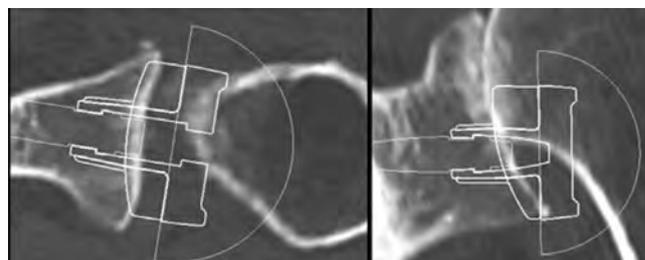
Существуют методики использования аугментов и аугментированных метагленов и для компенсации эксцентричных дефектов [13]. Исследования ранних клиновидных аугментов в анатомических имплантах показали высокую частоту неблагоприятных результатов на протяжении 10-летнего наблюдения [17]. Однако в последнее время внедряется технология использования аугментов и аугментированных имплантов из трабекулярного металла, которые, учитывая лучшие свойства остеоинтеграции, показали отличные ранние результаты, тем самым возобновив интерес к использованию аугментов [17]. Так, при дефектах типа B1, B2, C по Walch, E1–3 по Favard используются специальные аугментированные метаглены [12, 13]. Проблему верхней инклинации суставной поверхности, что прослеживается при артропатиях с несостоятельностью ротаторной манжеты, возможно решить при помощи метагленов с наклонным основанием с предварительной эксцентричной обработкой или без неё [26] (рис. 12).



**РИС. 12.**  
Гленоидальные компоненты с наклонным основанием [26]  
**FIG. 12.**  
Glenoid components with an inclined baseplate [26]

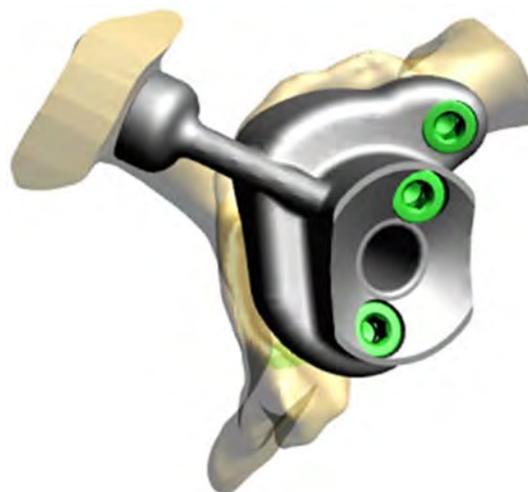
При наличии многоплоскостных, сложных и иных дефектов, которые невозможно заместить видоизменён-

ными «стандартными» промышленными метагленами, применима технология замещения индивидуальными компонентами, выполненными при помощи 3D-печати [27] (рис. 13).



**РИС. 13.**  
КТ-планирование для изготовления индивидуального гленоидального компонента [27]  
**FIG. 13.**  
CT planning for fabrication of a customized glenoid component [27]

При выраженных изменениях гленоида, грубой потере костной массы, при невозможности установки хотя бы 10 мм ножки метаглена и двух винтов для достаточной стабильности существуют методики изготовления индивидуальных протезных систем с альтернативными участками фиксации и траекториями проведения винтов [13, 15, 17] (рис. 14).



**РИС. 14.**  
Индивидуальный компонент с альтернативными зонами фиксации к лопатке [17]

**FIG. 14.**  
An individual component with alternative zones of fixation to the scapula [17]

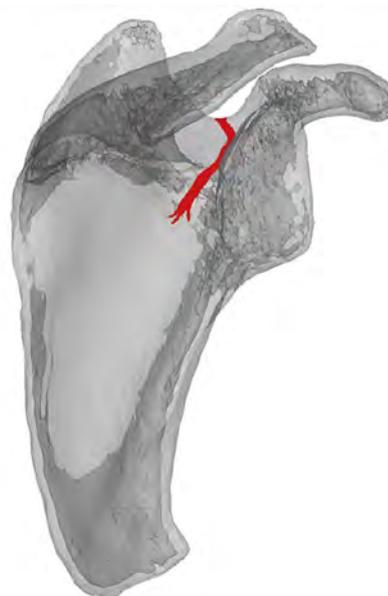
Учитывая сложность изготовления и операции эндопротезирования подобным имплантом, индивидуальные прогнозы ближайших и отдалённых результатов лечения, необходимо дифференцированно подходить к выбору данной методики. В случаях, когда функциональные потребности пациента снижены, присутствует выражен-

ная гипотрофия мышечной ткани рекомендовано ограничиться резекционной артропластикой или установкой гемизендопротеза [15, 17]. Некоторые авторы, столкнувшись с неудовлетворительными результатами двухэтапной пластики гленоида, рассматривают индивидуальный протез как актуальный вариант решения проблемы эндопротезирования при наличии выраженных дефектов [15].

В своей практике эндопротезирования мы разработали систему и алгоритм нивелирования дефектов гленоида в зависимости от его морфологии в соответствии с действующими классификациями. В клинической практике современная классификация, разработанная A. Gupta, C. Thusbas, M. Koch, L. Seebauer, наиболее удобна, так как учитывает локализацию и размеры дефектов суставной впадины лопатки [9]. Данную информацию удобно систематизировать в виде упрощённой таблицы, принимая во внимание то, что деформация гленоида может быть многоплоскостной, и унифицировать всё разнообразие возможных морфологий не представляется возможным (табл. 1).

Кроме того, минеральная плотность костной ткани в области деформации может быть изменена, что также влияет на тактику лечения. На основании кадаверных исследований лопаток без проявлений остеоартроза отмечено, что наибольшая толщина кортикальной кости находится на медиальной и латеральной границах тела лопатки, ости лопатки и в акромиальном отростке [28]. В свою очередь латеральная часть лопаточной ости обладает большим по объёму массивом костной ткани, чем медиальный [28]. Учитывая то, что вдоль основания клювовидного отростка, латерального края лопатки и лопаточной ости определяется наиболее плотное расположение кортикальной кости, проведение винтов метаглена через эти зоны является потенциально лучше для обеспечения стабильности импланта [28]. На траекторию верхнего и заднего винтов в значительной степени влияет решение хирурга, подвергать ли риску надлопаточный нерв или нет. Надлопаточный нерв берет на

чало на 3 см выше ключицы, затем следует латерально через задний треугольник шеи, через среднюю лестничную мышцу в надключичную ямку в толще лопаточно-подъязычной мышцы. Далее нерв продолжает следовать в латеральном направлении и через надлопаточную вырезку попадает в надостную ямку, где непосредственно контактирует с надостной мышцей. Надлопаточный нерв иннервирует надостную и подостную мышцы, капсулу плечевого сустава [28] (рис. 15).



**РИС. 15.** Топография надлопаточного нерва [28]

**FIG. 15.** Topography of the suprascapular nerve [28]

На основании литературных данных, существует две тенденции к проведению винтов метаглена [28]. Соглас-

**ТАБЛИЦА 1**  
**ИЗМЕНЁННАЯ МОРФОЛОГИЯ ГЛЕНОИДА**  
**И ПУТИ ЕЁ РЕШЕНИЯ**

Методы	Вид дефекта							
	Центральные				Эксцентричные			
	C1	C2	C3	C4	E1 (A, P, I, S)	E2 (A, P, I, S)	E3 (A, P, I, S)	E4 (A, P, I, S)
Техники обработки фрезой	+	Не применяется			+	+	Не применяется	
Костная пластика	+	+	+	+	+	+	+	+
Аугментация	Не применяется	+	Не применяется	Не применяется	Не применяется	+	+	Не применяется
Индивидуальный протез	Не применяется		+		Не применяется			+

**TABLE 1**  
**ALTERED MORPHOLOGY OF THE GLENOID**  
**AND WAYS TO SOLVE IT**

но первой методике, принимая во внимание топографию нейроваскулярных структур, каждый винт позиционируется согласно следующим критериям:

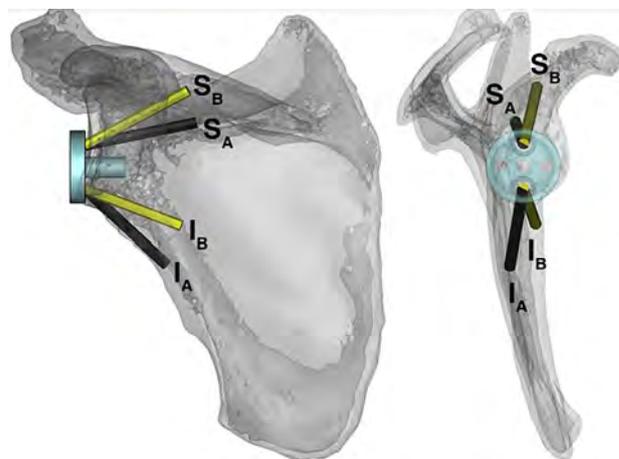
- 1) диаметр винта на всём своём протяжении проходит внутрикостно;
- 2) винт входит и заканчивается в области, содержащей максимально толстый слой плотной костной ткани;
- 3) для каждой определённой области используют максимально длинные винты;
- 4) винт не оппонирует с другими винтами.

Второй сценарий предполагает следующие возможности позиционирования винтов:

- 1) винт при установке своим диаметром может выходить за пределы костной ткани и повторно входить в неё;
- 2) винт входит и заканчивается в области, содержащей максимально толстый слой плотной костной ткани;
- 3) для каждой определённой области используются максимально длинные винты;
- 4) винт не оппонирует с другими винтами;
- 5) винт может проходить внекостно через известные области прохождения нейрососудистых образований.

Таким образом, руководствуясь первой методикой, верхний винт метаглена стоит располагать по траектории на 10 мм ниже надлопаточной вырезки во избежание травмирования надостного нерва [28]. При второй методике верхний винт рекомендовано устанавливать по направлению к основанию клювовидного отростка лопатки через латеральную стенку надлопаточной вырезки, тем самым проводя его через области с наибольшим количеством плотной костной ткани (рис. 16) [28]. На основании исследований, оптимальной зоной проведения заднего винта является латеральная часть ости лопатки (рис. 17) [28]. Однако, согласно требованиям методики предохранения нервных стволов от травмирования, достичь этой зоны без выхода через спиногленоидальную вырезку невозможно [28]. Соответственно, зона для имплантации заднего винта имеет весьма ограниченный объём [28]. Применение техники «in-out-in» с выходом винта из гленоида и повторным

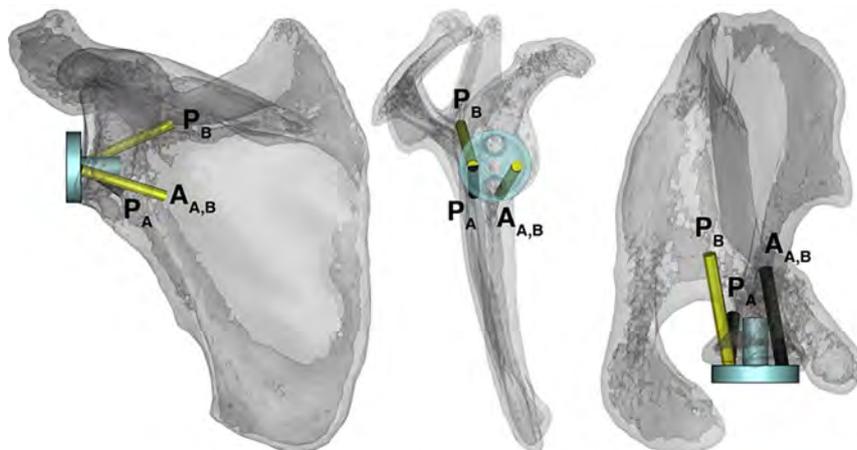
вхождением в плотную костную ткань лопатки позволяет проводить длинные винты (30–40 мм), обеспечивая стабильную фиксацию [15, 28]. Основываясь на анализе расчётов плотности костной ткани, ориентирование нижнего винта в направлении книзу проходит через плотную костную ткань на стыке шейки гленоида и наружного края лопатки (рис. 16) [28].



**РИС. 16.**  
Проведение верхнего (S) и нижнего (I) винтов: А – первая методика; В – вторая методика [28]

**FIG. 16.**  
Passing the upper (S) and lower (I) screws: А – the first technique; В – the second technique [28]

Качество костной ткани гленоида неоднородно и меняется на коротких расстояниях [8, 28]. При дегенеративно-дистрофических заболеваниях плечевого сустава морфология лопатки может меняться не только с учётом деформаций и дефектов. При изменении формы и структуры сустава перераспределяются нагрузки на лопатку и плечевую кость, что ведёт к качественному



**РИС. 17.**  
Проведение заднего (P) и переднего (A) винтов: А – первая методика; В – вторая методика [28]

**FIG. 17.**  
Passing the rear (P) and front (A) screws: А – the first method; В – the second method [28]

изменению самой костной ткани, её плотности. Поэтому при каждом случае артропластики необходим индивидуальный подход и предоперационное планирование.

По данным литературы, многочисленные исследования были направлены на характеристику костной анатомии лопатки, но лишь немногие – на количественный анализ качества костной ткани для того, чтобы предложить оптимальное направление для проведения винтов [15, 14, 28]. Интраоперационно трудно определить оптимальную траекторию проведения винтов [28]. Это зачастую приводит к неоднократному рассверливанию каналов, что приводит к ослаблению кости и потенциальному ослаблению конструкции [28]. Предоперационное планирование и измерение единиц плотности костной ткани по Хаунсфилду во фронтальной и аксиальной плоскостях на КТ служит полезным инструментом для определения траектории проведения винтов метаглена [14]. В своих исследованиях A.R. Hopkins и соавторы выявили, что увеличение длины винтов метаглена до 30 мм уменьшает микроподвижность на 30 % [цит. по 15]. Также, увеличение угла наклона винта по отношению к ножке метаглена увеличивает стабильность импланта [15]. Соответственно, оптимальным будет имплантация штифта метаглена не менее 10 см в гленоид и проведение верхнего и нижнего винтов метаглена длиной не менее 30 мм [15].

Расчёт траектории ножки метаглена и винтов на основании морфологии лопатки и плотности костной ткани в HU по данным КТ мы осуществляем следующим образом. Первым этапом производится масштабное достоверное моделирование используемых метагленов и винтов (рис. 18).

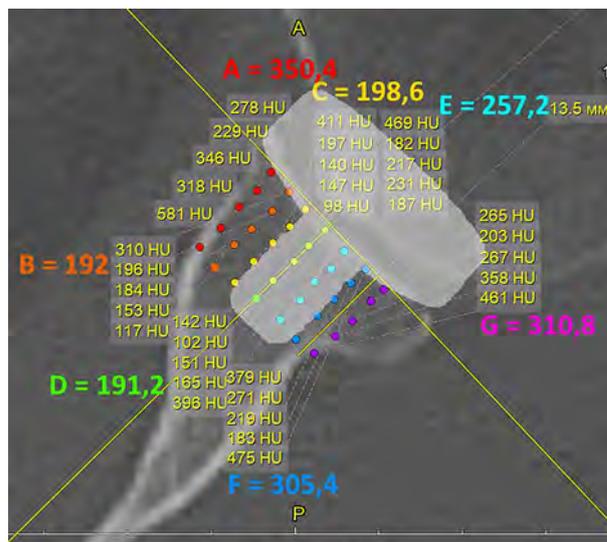


**РИС. 18.**  
Моделирование метаглена и винта  
**FIG. 18.**  
Modeling of metaglene and screw

Далее производился расчёт единиц Хаунсфилда суставной впадины лопатки в области предполагаемой зоны проведения ножки метаглена в аксиальной, фронтальной и сагиттальной плоскостях с учётом его корректного позиционирования и недопущения нотчинг-синдрома (рис. 19).

В приведённом примере (рис. 19) в аксиальной плоскости, по данным расчёта единиц Хаунсфилда, выявлена наибольшая плотность костной ткани в направлениях А и G со средними арифметическими значениями 350,4 и 310,8 HU соответственно. Однако с учётом корректного

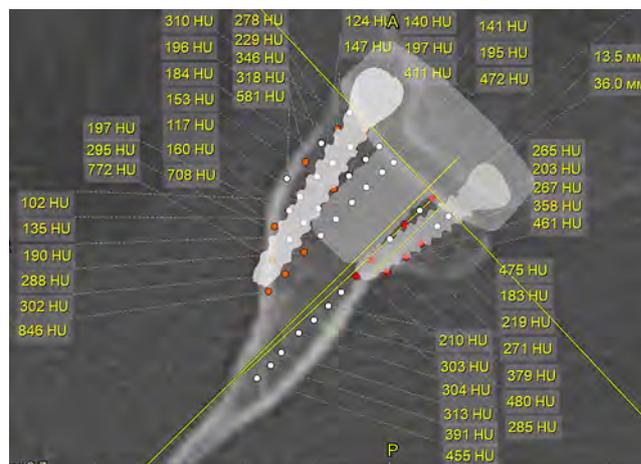
позиционирования метаглена, стенками канала метаглена могут быть направления С и F с приемлемыми, высокими показателями единиц Хаунсфилда. Тем самым становится понятно, что оптимальной зоной рассверливания и проведения ножки метаглена являются направления D и E, так как проведённая по каналу ножка будет окружена стенками из плотной костной ткани. Также производится расчёт позиционирования метаглена во фронтальной и сагиттальной плоскостях.



**РИС. 19.**  
Моделирование позиционирования гленоидального компонента по КТ (аксиальная плоскость)

**FIG. 19.**  
Modeling the positioning of the glenoid component by CT (axial plane)

Подобным образом производился расчёт плотности костной ткани и моделирование длины и направления проведения винтов (рис. 20).



**РИС. 20.**  
Моделирование позиционирования винтов по КТ (аксиальная плоскость)

**FIG. 20.**  
Modeling the positioning of screws by CT (axial plane)

С целью определения оптимальной траектории проведения винтов по данным разметки плотности костной ткани гленоида избирались точки с наибольшими показателями HU. С целью достижения максимальной надёжности и устойчивости винтов к дестабилизирующим нагрузкам, их целесообразно проводить через зоны с максимальными показателями HU или около них, причём рекомендовано проводить максимально возможные длинные винты.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании анализа отечественной литературы не выявлено достаточного количества данных о решении проблемы патологии гленоида при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава. В изученных нами иностранных источниках вопросы деформации и качественного состояния костной ткани лопатки рассмотрены более подробно, однако не прослеживается комплексного подхода к диагностике и решению данной проблемы при эндопротезировании плечевого сустава. Принимая в учёт разнообразие деформаций суставной впадины лопатки, возможность количественной оценки состояния костной ткани, зная и имея в арсенале различные методики замещения костных дефектов и методы лечения поражения костной ткани, на современном этапе развития ортопедии мы имеем пути решения тяжёлых клинических случаев при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава.

### Конфликт интересов

Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кесян Г.А., Карапетян Г.С., Шуйский А.А., Уразгильде-ев Р.З., Арсеньев И.Г., Кесян О.Г. Особенности выполнения реверсивной артропластики плечевого сустава в условиях дефектов и дефицита костной массы суставной впадины лопатки. *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2021; 17(3): 449-452.
2. Lädermann A, Schwitzguebel AJ, Edwards TB, Godeneche A, Favard L, Walch G, et al. Glenoid loosening and migration in reverse shoulder arthroplasty. *Bone Joint J*. 2019; 101-B(4): 461-469. doi: 10.1302/0301-620X.101B4.BJJ-2018-1275.R1
3. Gates S, Sager B, Khazzam M. Preoperative glenoid considerations for shoulder arthroplasty: A review. *EFORT Open Rev*. 2020; 5(3): 126-137. doi: 10.1302/2058-5241.5.190011
4. Seidl AJ, Williams GR, Boileau P. Challenges in reverse shoulder arthroplasty: Addressing glenoid bone loss. *Orthopedics*. 2016; 39(1): 14-23. doi: 10.3928/01477447-20160111-01
5. Jean K. Classifications of glenoid dysplasia, glenoid bone loss and glenoid loosening: A review of literature. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2013; 23(3): 301-310. doi: 10.1007/s00590-012-1119-4
6. Eichinger JK, Galvin JW, Grassbaugh JA, Parada SA, Li X. Glenoid dysplasia. *J Bone Joint Surg Am*. 2016; 98(11): 958-968. doi: 10.2106/jbjs.15.00916
7. Abbound JA, Bateman DK, Barlow J. Glenoid dysplasia. *JAAOS*. 2016; 24(5): 327-336. doi: 10.5435/JAAOS-D-15-00032
8. Letissier H, Chaoui J, Bercik MJ, Boileau P, Le Nen D, Stindel E, et al. Glenoid subchondral bone density in osteoarthritis: A comparative study of asymmetric and symmetric erosion patterns. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2020; 106(6): 1127-1134. doi: 10.1016/j.otsr.2020.06.004
9. Gupta A, Thussbas C, Koch M, Seebauer L. Management of glenoid bone defects with reverse shoulder arthroplasty – surgical technique and clinical outcomes. *J Shoulder Elbow Surg*. 2017; 27(5): 853-862. doi: 10.1016/j.jse.2017.10.004
10. Кесян Г.А., Карапетян Г.С., Шуйский А.А., Уразгильде-ев Р.З., Арсеньев И.Г., Кесян О.Г. и др. Реверсивное эндопротезирование плечевого сустава при дефектах гленоида с использованием первично-ревизионного метаглена. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2021; 28(2): 13-20. doi: 10.17816/vto64589
11. Кесян Г.А., Карапетян Г.С., Шуйский А.А., Уразгильде-ев Р.З., Арсеньев И.Г., Кесян О.Г. Диагностика и методы решения снижения минеральной плотности костной ткани и деформаций суставной впадины лопатки при реверсивной артропластике плечевого сустава. *Acta Biomedica Scientifica*. 2022; 7(1): 154-160. doi: 10.29413/ABS.2022-7.1.18
12. Virk M, Yip M, Liuzza L, Abdelshahed M, Paoli A, Grey S, et al. Clinical and radiographic outcomes with a posteriorly augmented glenoid for Walch B2, B3, and C glenoids in reverse total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*. 2020; 29(5): 196-204. doi: 10.1016/j.jse.2019.09.031
13. Mourad W, Wiater JM, Wiater BP, Martusiewicz A. Base-plate options for reverse total shoulder arthroplasty. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2020; 13(6): 769-775. doi: 10.1007/s12178-020-09677-1
14. Mahaffy MD, Knowles NK, Berkmortel C, Abdic S, Walch G, Johnson JA, et al. Density distribution of the type E2 glenoid in cuff tear arthropathy. *Shoulder Elbow Surg*. 2020; 29(1): 167-174. doi: 10.1016/j.jse.2019.05.046
15. Malhas A, Rashid A, Copas D, Bale S, Trail I. Glenoid bone loss in primary and revision shoulder arthroplasty. *Shoulder Elbow*. 2016; 8(4): 229-240. doi: 10.1177/1758573216648601
16. Кесян Г.А., Карапетян Г.С., Шуйский А.А., Уразгильде-ев Р.З., Арсеньев И.Г., Кесян О.Г. Алгоритм выполнения реверсивного эндопротезирования плечевого сустава при дефиците костной массы лопатки. *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: естественные и технические науки*. 2021; 7: 190-193. doi: 10.37882/2223-2966.2021.07.19
17. Porcellini G, Micheloni GM, Tarallo L, Paladini P, Merolla G, Catani F. Custom-made reverse shoulder arthroplasty for severe glenoid bone loss: Review of the literature and our preliminary results. *J Orthop Traumatol*. 2021; 22(1): 2. doi: 10.1186/s10195-020-00564-6
18. Desai AP, Sahoo N, Pal AK, Roy Chowdhury SK. Efficacy of platelet-rich plasma in enhancing the osteogenic potential of bone graft in oral and maxillofacial region. *J Maxillofac Oral Surg*. 2021; 20(2): 282-295. doi: 10.1007/s12663-020-01378-z
19. Kumar KA, Rao JB, Pavan Kumar B, Mohan AP, Patil K, Parimala K. A prospective study involving the use of platelet rich plasma in enhancing the uptake of bone grafts in the oral and maxillofacial region. *J Maxillofac Oral Surg*. 2013; 12(4): 387-394. doi: 10.1007/s12663-012-0466-3

20. Берченко Г.Н., Кесян Г.А., Уразгильдеев Р.З., Арсеньев И.Г., Микелаишвили Д.С., Болбут М.В. Сравнительное экспериментально-морфологическое исследование влияния некоторых используемых в травматолого-ортопедической практике кальций-фосфатных материалов на активизацию репаративного остеогенеза. *Acta Biomedica Scientifica*. 2006; 4(50): 327-332.

21. Берченко Г.Н., Кесян Г.А. Использование композиционного материала КоллапАн в травматологии и ортопедии для активизации репаративного остеогенеза. *Гены и клетки*. 2017; 12(3): 42-43.

22. Кесян Г.А., Берченко Г.Н., Уразгильдеев Р.З., Микелаишвили Д.С., Шулашов Б.Н. Сочетанное применение обогащённой тромбоцитами аутоплазмы и биокомпозиционного материала коллапАн в комплексном лечении больных с длительно не срастающимися переломами и ложными суставами длинных костей конечностей. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2011; 2: 26-32.

23. Берченко Г.Н., Кесян Г.А., Микелаишвили Д.С. Применение биокомпозиционного наноструктурированного препарата КоллапАн и обогащённой тромбоцитами аутоплазмы в инжиниринге костной ткани. *Травма*. 2010; 11(1): 7.

24. Кесян Г.А., Берченко Г.Н., Уразгильдеев Р.З., Арсеньев И.Г., Микелаишвили Д.С., Карапетян Г.С. Комплексное лечение переломов и ложных суставов длинных трубчатых костей с использованием отечественного биокомпозиционного препарата КоллапАн. *Вестник Российской академии медицинских наук*. 2008; 9: 24-33.

25. Кесян Г.А., Берченко Г.Н. Обоснование использования отечественного биокомпозиционного препарата КоллапАн в комплексном лечении переломов и ложных суставов длинных трубчатых костей. *Вестник Российской академии медицинских наук*. 2008; 9: 3.

26. Liuzza L, Mai DH, Grey S, Wright TW, Flurin PH, Roche CP, et al. Reverse total shoulder arthroplasty with a superior augmented glenoid component for Favard type-E1, E2, and E3 glenoids. *J Bone Joint Surg Am*. 2020; 102(21): 1865-1873. doi: 10.2106/JBJS.19.00946

27. Abdic S, Knowles NK, Walch G, Johnson JA, Athwal GS. Type E2 glenoid bone loss orientation and management with augmented implants. *J Shoulder Elbow Surg*. 2020; 29(7): 1460-1469. doi: 10.1016/j.jse.2019.11.009

28. DiStefano JG, Park AY, Nguyen TQD, Diederichs G, Buckley JM, Montgomery III WH. Optimal screw placement for base plate fixation in reverse total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*. 2011; 20(3): 467-476. doi: 10.1016/j.jse.2010.06.001

## REFERENCES

1. Kesyan GA, Karapetyan GS, Shuyskiy AA, Urazgil'deev RZ, Arsenyev IG, Kesyan OG. Features of performing reverse arthroplasty of the shoulder joint in conditions of defects and deficiency of bone mass of the glenoid cavity of the scapula. *Saratov Journal of Medical Scientific Research*. 2021; 17(3): 449-452. (In Russ.).

2. Lädermann A, Schwitzguebel AJ, Edwards TB, Godeneche A, Favard L, Walch G, et al. Glenoid loosening and migration in reverse shoulder arthroplasty. *Bone Joint J*. 2019; 101-B(4): 461-469. doi: 10.1302/0301-620X.101B4.BJJ-2018-1275.R1

3. Gates S, Sager B, Khazzam M. Preoperative glenoid considerations for shoulder arthroplasty: A review. *EFORT Open Rev*. 2020; 5(3): 126-137. doi: 10.1302/2058-5241.5.190011

4. Seidl AJ, Williams GR, Boileau P. Challenges in reverse shoulder arthroplasty: Addressing glenoid bone loss. *Orthopedics*. 2016; 39(1): 14-23. doi: 10.3928/01477447-20160111-01

5. Jean K. Classifications of glenoid dysplasia, glenoid bone loss and glenoid loosening: A review of literature. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2013; 23(3): 301-310. doi: 10.1007/s00590-012-1119-4

6. Eichinger JK, Galvin JW, Grassbaugh JA, Parada SA, Li X. Glenoid dysplasia. *J Bone Joint Surg Am*. 2016; 98(11): 958-968. doi: 10.2106/jbjs.15.00916

7. Abbound JA, Bateman DK, Barlow J. Glenoid dysplasia. *JAAOS*. 2016; 24(5): 327-336. doi: 10.5435/JAAOS-D-15-00032

8. Letissier H, Chaoui J, Bercik MJ, Boileau P, Le Nen D, Stindel E, et al. Glenoid subchondral bone density in osteoarthritis: A comparative study of asymmetric and symmetric erosion patterns. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2020; 106(6): 1127-1134. doi: 10.1016/j.otsr.2020.06.004

9. Gupta A, Thussbas C, Koch M, Seebauer L. Management of glenoid bone defects with reverse shoulder arthroplasty – surgical technique and clinical outcomes. *J Shoulder Elbow Surg*. 2017; 27(5): 853-862. doi: 10.1016/j.jse.2017.10.004

10. Kesyan GA, Karapetyan GS, Shuyskiy AA, Urazgil'deev RZ, Arsenyev IG, Kesyan OG, et al. Reverse shoulder arthroplasty for glenoid defects using primary revision metaglene. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2021; 28(2): 13-20. (In Russ.). doi: 10.17816/vto64589

11. Kesyan GA, Karapetyan GS, Shuyskiy AA, Urazgil'deev RZ, Arsenyev IG, Kesyan OG. Diagnosis and methods for solving a decrease in bone mineral density and deformities of the glenoid cavity of the scapula in reverse arthroplasty of the shoulder joint. *Acta Biomedica Scientifica*. 2022; 154-160. (In Russ.). doi: 10.29413/ABS.2022-7.1.18

12. Virk M, Yip M, Liuzza L, Abdelshahed M, Paoli A, Grey S, et al. Clinical and radiographic outcomes with a posteriorly augmented glenoid for Walch B2, B3, and C glenoids in reverse total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*. 2020; 29(5): 196-204. doi: 10.1016/j.jse.2019.09.031

13. Mourad W, Wiater JM, Wiater BP, Martusiewicz A. Baseplate options for reverse total shoulder arthroplasty. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2020; 13(6): 769-775. doi: 10.1007/s12178-020-09677-1

14. Mahaffy MD, Knowles NK, Berkemortel C, Abdic S, Walch G, Johnson JA, et al. Density distribution of the type E2 glenoid in cuff tear arthropathy. *Shoulder Elbow Surg*. 2020; 29(1): 167-174. doi: 10.1016/j.jse.2019.05.046

15. Malhas A, Rashid A, Copas D, Bale S, Trail I. Glenoid bone loss in primary and revision shoulder arthroplasty. *Shoulder Elbow*. 2016; 8(4): 229-240. doi: 10.1177/1758573216648601

16. Kesyan GA, Karapetyan GS, Shuyskiy AA, Urazgil'deev RZ, Arsenyev IG, Kesyan OG. Algorithm for performing reverse arthroplasty of the shoulder joint with a deficiency of the bone mass of the scapula. *Modern Science: Actual Problems of Theory and Practice. Series: natural and technical sciences*. 2021; 7: 190-193. doi: 10.37882/2223-2966.2021.07.19

17. Porcellini G, Micheloni GM, Tarallo L, Paladini P, Merolla G, Catani F. Custom-made reverse shoulder arthroplasty for severe glenoid bone loss: Review of the literature and our preliminary

results. *J Orthop Traumatol.* 2021; 22(1): 2. doi: 10.1186/s10195-020-00564-6

18. Desai AP, Sahoo N, Pal AK, Roy Chowdhury SK. Efficacy of platelet-rich plasma in enhancing the osteogenic potential of bone graft in oral and maxillofacial region. *J Maxillofac Oral Surg.* 2021; 20(2): 282-295. doi: 10.1007/s12663-020-01378-z

19. Kumar KA, Rao JB, Pavan Kumar B, Mohan AP, Patil K, Parimala K. A prospective study involving the use of platelet rich plasma in enhancing the uptake of bone grafts in the oral and maxillofacial region. *J Maxillofac Oral Surg.* 2013; 12(4): 387-394. doi: 10.1007/s12663-012-0466-3

20. Berchenko GN, Kesyan GA, Urazgil'deev RZ, Arsenyev IG, Mikelaishvili DS, Bolbut MV. Comparative experimental and morphological study of the effect of some calcium phosphate materials used in traumatological and orthopedic practice on the activation of reparative osteogenesis. *Acta Biomedica Scientifica.* 2006; 4(50): 327-332. (In Russ.).

21. Berchenko GN, Kesyan GA. The use of composite material CollapAn in traumatology and orthopedics to activate reparative osteogenesis. *Genes and Cells.* 2017; 12(3): 42-43. (In Russ.).

22. Kesyan GA, Berchenko GN, Urazgil'deev RZ, Mikelaishvili DS, Shulashov BN. Combined use of platelet-rich autoplasm and collapAn biocomposite material in the complex treatment of patients with long-term nonunion fractures and false joints of the long bones of the extremities. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics.* 2011; 2: 26-32. (In Russ.).

23. Berchenko GN, Kesyan GA, Mikelaishvili DS. Application of the biocomposite nanostructured drug CollapAn and platelet-rich autoplasm in bone tissue engineering. *Travma.* 2010; 11(1): 7. (In Russ.).

24. Kesyan GA, Berchenko GN, Urazgil'deev RZ, Arsenyev IG, Mikelaishvili DS, Karapetyan GS. Complex treatment of fractures and false joints of long tubular bones using the domestic biocomposite preparation CollapAn. *Annals of the Russian academy of medical sciences.* 2008; 9: 24-33. (In Russ.).

25. Kesyan GA, Berchenko GN. Rationale for the use of the domestic biocomposite preparation CollapAn in the complex treatment of fractures and false joints of long tubular bones. *Annals of the Russian academy of medical sciences.* 2008; 9: 3. (In Russ.).

26. Liuzza L, Mai DH, Grey S, Wright TW, Flurin PH, Roche CP, et al. Reverse total shoulder arthroplasty with a superior augmented glenoid component for Favard type-E1, E2, and E3 glenoids. *J Bone Joint Surg Am.* 2020; 102(21): 1865-1873. doi: 10.2106/JBJS.19.00946

27. Abdic S, Knowles NK, Walch G, Johnson JA, Athwal GS. Type E2 glenoid bone loss orientation and management with augmented implants. *J Shoulder Elbow Surg.* 2020; 29(7): 1460-1469. doi: 10.1016/j.jse.2019.11.009

28. DiStefano JG, Park AY, Nguyen TQD, Diederichs G, Buckley JM, Montgomery III WH. Optimal screw placement for base plate fixation in reverse total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 2011; 20(3): 467-476. doi: 10.1016/j.jse.2010.06.001

#### Сведения об авторах

**Карпетян Григорий Сергеевич** – кандидат медицинских наук, врач травматолог-ортопед отделения ортопедии взрослых, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, e-mail: dr.karapetian@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3172-0161>

**Шуйский Артём Анатольевич** – кандидат медицинских наук, врач травматолог-ортопед, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, e-mail: shuj-artyom@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9028-3969>

#### Information about the authors

**Grigoriy S. Karapetyan** – Cand. Sc. (Med.), Traumatologist-Orthopedist at the Department of Adult Orthopedics, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, e-mail: dr.karapetian@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3172-0161>

**Artyom A. Shuyskiy** – Cand. Sc. (Med.), Traumatologist-Orthopedist, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, e-mail: shuj-artyom@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9028-3969>