



Научная статья
УДК 616.727.2-089.881
<https://doi.org/10.17816/2311-2905-1683>

Артродез плечевого сустава: новая технология

И.А. Воронкевич¹, А.П. Варфоломеев¹, Н.И. Геращенко²

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

² ООО «Новая клиника «АБИА»», г. Санкт-Петербург, Россия

Актуальность. Вытеснение артрореза эндопротезированием при терминальных артропатиях плечевого сустава привело к появлению пациентов, которым противопоказано ревизионное эндопротезирование. Выполнение артрореза традиционными методами у таких пациентов оказывается крайне рискованным вследствие неблагоприятных условий: отсутствия головки, истончения стенок метафиза и дефектов суставного отростка лопатки. Это потребовало создания новой техники артрореза плечевого сустава. **Цель исследования** — показать возможности новой методики артрореза плечевого сустава при последствиях осложнений эндопротезирования и терминальных стадиях артропатии плечевого сустава. **Техника операции** включает резекцию плечевого сустава, внутреннюю фиксацию специальным устройством, содержащим лопаточную вилку с четырьмя блокирующими винтами и накостную пластину. Вилка надевается на лопаточную ость со стороны ее вырезки и блокируется четырьмя стягивающими винтами, которыми зажимают лопаточную ость в вилке. Накостной пластиной фиксируют диафиз плечевой кости. Форма фиксатора задает плечелопаточные соотношения для формирования анкилоза в функционально выгодном положении. Костную пластику выполняют трансплантатом из крыла подвздошной кости по специальной методике после удаления эндопротеза или утильной головкой плечевой кости при артрорезе. **Заключение.** Разработанная методика может применяться в качестве стандартной ревизионной опции при противопоказаниях к эндопротезированию плечевого сустава, а также при любых традиционных показаниях к его артрорезу, таких как онкологические резекции, последствия открытой и огнестрельной травмы, поражения плечевого сплетения и терминальные стадии артропатии у лиц, занимающихся тяжелым физическим трудом при невозможности смены профессии.

Ключевые слова: артрорез плечевого сустава, плечелопаточный анкилоз, артропатия плечевого сустава, осложнения эндопротезирования плечевого сустава, костная пластика.

Воронкевич И.А., Варфоломеев А.П., Геращенко Н.И. Артродез плечевого сустава: новая технология. *Травматология и ортопедия России*. 2022;28(1):100-109. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-1683>.

Cite as: Voronkevich I.A., Varfolomeev A.P., Geraschenko N.I. [Shoulder Arthrodesis: A New Technique]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2022;28(1):100-109. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-1683>.

Воронкевич Игорь Алексеевич / Igor A. Voronkevich; e-mail: dr_voronkevich@inbox.ru

Рукопись получена: 15.10.2021. Рукопись одобрена: 22.11.2021. Статья опубликована онлайн: 07.02.2022.
Submitted: 15.10.2021. Accepted: 22.11.2021. Published Online: 07.02.2022.

© Воронкевич И.А., Варфоломеев А.П., Геращенко Н.И., 2022
© Voronkevich I.A., Varfolomeev A.P., Geraschenko N.I., 2022

Shoulder Arthrodesis: A New Technique

Igor A. Voronkevich¹, Alexander P. Varfolomeev¹, Nikita I. Geraschenko²

¹ Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia

² New Clinic ABIA, St. Petersburg, Russia

Background. The replacement of fusion by arthroplasty in terminal shoulder arthropathies has led to the emergence of cases contraindicated for revision arthroplasty. Performing fusion by traditional methods in such cases is extremely risky because of unfavorable conditions: absence of the humeral head, thinning of the metaphysis walls, and defects of the glenoid. Thus, the creation of a new shoulder fusion technique is necessary. **The study aimed** to show the possibilities of a new shoulder fusion technique in treating arthroplasty complications and terminal shoulder arthropathies. **The surgical procedure** includes the resection of the shoulder joint and internal fixation with a special device containing a scapular fork with four locking screws and a bone plate. The fork was put on the scapular spine from the side of its notch and was blocked by four tightening screws, which clamped the scapular spine in the fork. The bone plate fixed the diaphysis of the humerus. The fixator form set the scapulohumeral ratio for the formation of ankylosis in a functional position. Bone grafting was performed with a graft from the wing of the iliac bone according to the special technique after endoprosthesis removal or with the resected head of the humerus in case of arthrosis. **Conclusion.** The developed technique can be used as a standard revision option for contraindications to shoulder arthroplasty and for any traditional indications for its fusion, such as oncological resections, consequences of open and gunshot trauma, lesions of the brachial plexus, and terminal arthropathies in persons engaged in heavy physical labor when it is impossible to change profession.

Keywords: shoulder arthrodesis, shoulder ankylosis, shoulder arthropathy, complications of shoulder arthroplasty, bone grafting.

Введение

Артродез плечевого сустава — это оперативное вмешательство, заключающееся в резекции сустава и фиксации плечевой кости к лопатке для формирования анкилоза, обеспечивающего безболезненное функционирование верхней конечности в новых анатомо-функциональных условиях. Тридцатилетний опыт эндопротезирования плечевого сустава показал низкую выживаемость современных систем, вследствие чего в некоторых случаях через 7–12 лет развивается неоперабельное с точки зрения эндопротезирования состояние [1, 2, 3, 4, 5]. При противопоказаниях к ревизионному эндопротезированию плечевого сустава у таких пациентов все чаще требуется выполнение артродеза, который ортопеды, с одной стороны, стали забывать, а с другой, — избегают из-за несовершенства традиционной хирургической техники, которая оказывается совершенно несостоятельной при последствиях осложнений эндопротезирования плечевого сустава [6]. Кроме этого, пришло понимание того, что лицам, занимающимся тяжелым физическим трудом, первичное эндопротезирование, как правило, противопоказано [7, 8, 9, 10].

Новая реальность обусловила поиск иных решений проблемы терминальных артропатий за счет возрождения операции артродеза плечевого сустава на новом технологическом уровне, который может обеспечить успешное анкилозирова-

ние при сочетанных дефектах головки плеча и суставного отростка лопатки. Для этого нами была модифицирована методика операции и создан специальный внутренний фиксатор для формирования стандартизированного по углам установки анкилоза [11]. При противопоказаниях к эндопротезированию это оказалось высокотехнологичной опцией хирургического восстановления функции верхней конечности.

Цель работы — показать возможности новой методики артродеза плечевого сустава при последствиях осложнений эндопротезирования и терминальных артропатиях плечевого сустава.

Созданные в НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена новая методика и специальный внутренний фиксатор для формирования анкилоза, стандартизированного по углам плечелопаточных соотношений, — это не только обновленная опция хирургического восстановления функции верхней конечности при всех известных показаниях к артродезу плечевого сустава, но и высокоэффективный метод при противопоказаниях к ревизионному эндопротезированию.

Устройство представляет собой мостовидную конструкцию, сочетающую лопаточный фиксирующий узел в виде вилки с блокирующими винтами для крепления к лопаточной ости и наkostную пластину для фиксации диафиза плечевой кости. За внешнее сходство устройство получи-

ло название «камертон» [11]. Сочетание проксимального блокирования и компрессирующей пластины в конструкции обеспечивает жесткую межотломковую фиксацию, длительно противостоящую расшатыванию и поддерживающую оптимальные механические условия консолидации плечевой кости с остатками суставного отростка лопатки при отсутствии головки плечевой кости. В форму фиксатора заложены такие углы между лопаточной блокируемой вилкой и наkostной диафизарной частью, которые при фиксации задают оптимальные отведение и девиацию в плечевом суставе и соответствуют функционально выгодному положению плечелопаточного анкилоза. Они ответственны за относительный комфорт пациента и достижение рациональной амплитуды движений плеча с верхней конечностью. Хирургу остается уточнить ротационную установку.

Изгиб по контуру головки плечевой кости позволяет обойти резецированные остатки проксимального конца плечевой кости с остатками суставного отростка лопатки (рис. 1 а), сориентировать их точное сопоставление, освободить пространство вокруг стыкуемых поверхностей для размещения трансплантатов, увеличивающих локальную костную массу и полноту контакта.

После удаления ножки протеза или спейсера всегда высока вероятность замедленной кон-

солидации вследствие снижения репаративного потенциала прилегающей к ним кости. Это требует от фиксатора длительной устойчивости к усталостным переломам конструкции на уровне отверстия. Поэтому переходная зона фиксатора над резецированным плечевым суставом выполнена без отверстий, являющихся концентраторами напряжений. Лопаточный фиксирующий узел сделан так, чтобы при надевании на лопаточную ость вилка «камертона» охватывала ее ветвями спереди, в надостной ямке, и сзади, в подостной. Фиксацию осуществляют тремя-четырьмя стягивающими винтами, которые проходят сквозь лопаточную ость, блокируют ее и жестко зажимают, сближая ветви вилки (рис. 1 б, с). Такая фиксация успешно противостоит расшатыванию в лопатке и долго обеспечивает надежность компрессии.

В диафизарной части пластины расположены три вида отверстий: продольный паз для одноментной статической компрессии контрактором, овальные компрессирующие отверстия для динамической компрессии и круглые отверстия для окончательной фиксации плечевой кости.

Техника операции

Операцию можно выполнять из двух положений пациента: «пляжный шезлонг», сидя с приподнятым туловищем, что является традиционным для хирургии плечевого сустава, или в положении лежа



Рис. 1. Расположение фиксатора на кости и охват лопаточной ости с блокирующими винтами на муляже из учебных пластиковых костей:

а — общий вид; б — вид со стороны лопаточной ости; с — вид сбоку

Fig. 1. Location of the fixator on the bone and the coverage of the scapular spine with locking screws on a training plastic saw bone:

а — general view; б — view from the scapular spine; с — side view

на здоровом боку. При укладке «пляжный шезлонг» для артродеза плечевого сустава необходимо свешивание оперируемой лопатки за край стола на ширину лопатки (рис. 2). В этом положении удобно и резецировать сустав, и удалять лопаточный компонент эндопротеза. Устанавливать вилку на лопаточную ость неудобно. Также невозможно осуществить забор большого ауто трансплантата из крыла подвздошной кости, который требуется при отсутствии головки, то есть при показаниях к ревизионной операции по поводу несостоятельного эндопротеза при одновременных противопоказаниях к эндопротезированию. Приходится вначале укладывать пациента на бок для забора ауто трансплантата, затем переключать его в «шезлонг», а блокировать винты в лопаточной вилке хирург вынужден

без визуального контроля — «на ощупь», с риском ошибок и значимыми потерями времени.

Положение пациента «на боку» мы сейчас используем чаще. Оно позволяет без переключивания пациента одновременно (двумя хирургами) выполнить все этапы операции от забора большого ауто трансплантата из крыла подвздошной кости до удаления эндопротеза, блокирования лопаточной вилки, остеосинтеза и костной пластики (рис. 3). При этом длительность операции сокращается на 40–50 мин.

Удаление компонентов и резекция сустава требуют пространственного переосмысления и обновления навыка хирургов. Для снижения кровопотери разрез выполняют по частям: каждый доступ — для одного из этапов операции.

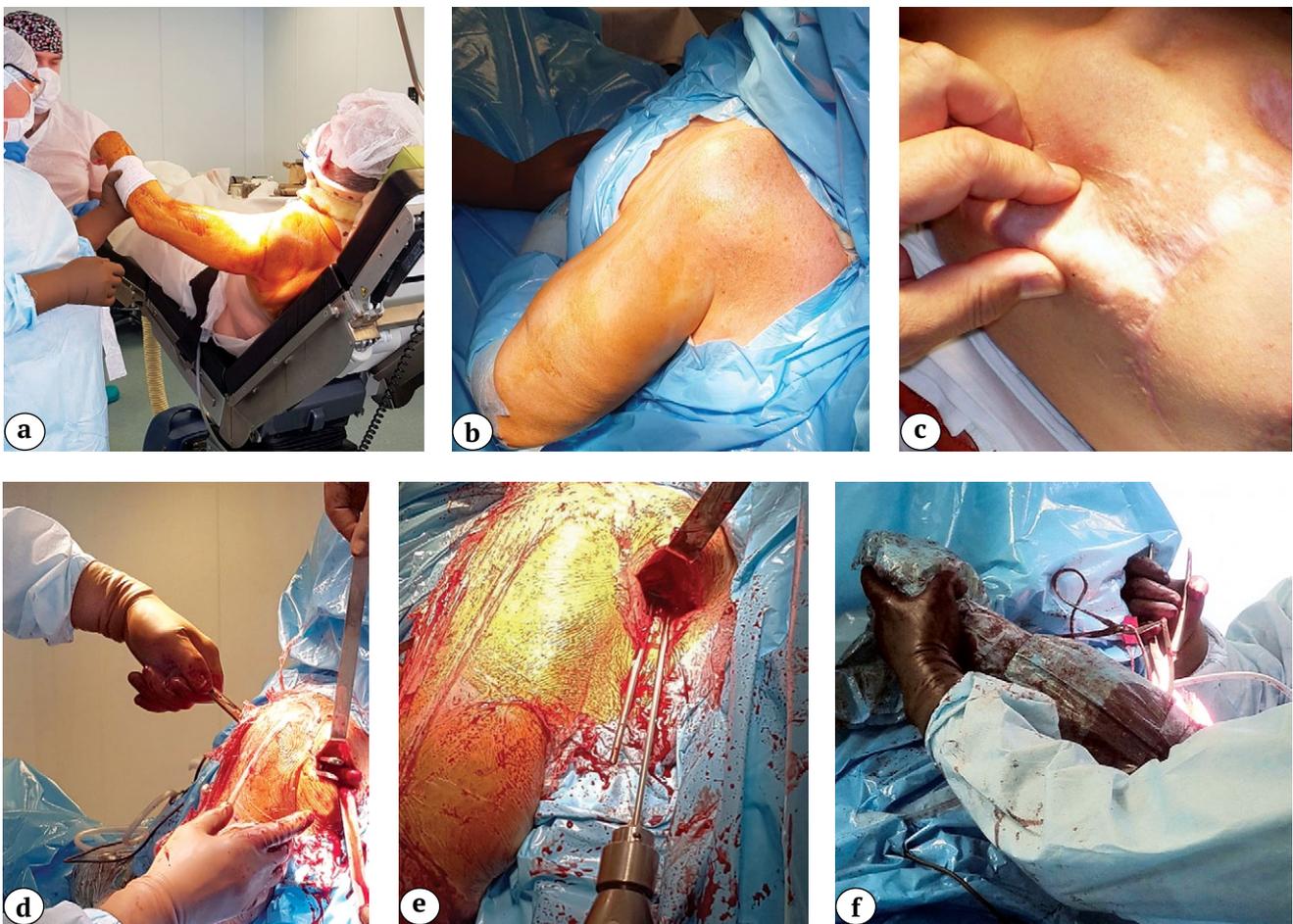


Рис. 2. Укладка пациента «пляжный шезлонг» для артродеза плечевого сустава: а — общий вид; б — операционное поле включает в себя всю лопатку и обеспечивает доступ к лопаточной ости; в — пальпация лопаточной ости при корректной укладке; д — установка вилки; е — блокирование вилки на ости; ф — установка корректной ротации, при которой кисть оперируемой руки достает до носа пациента

Fig. 2. Patient's operation position ("beach chair") for shoulder arthrodesis: а — general view; б — the operating field includes all of the scapula and provides access to the scapular spine; в — palpation of the scapular spine in correct positioning; д — fork placement; е — fork screw-locking to the scapular spine; ф — setting the correct rotation — when the hand of the operated arm reaches the patient's nose

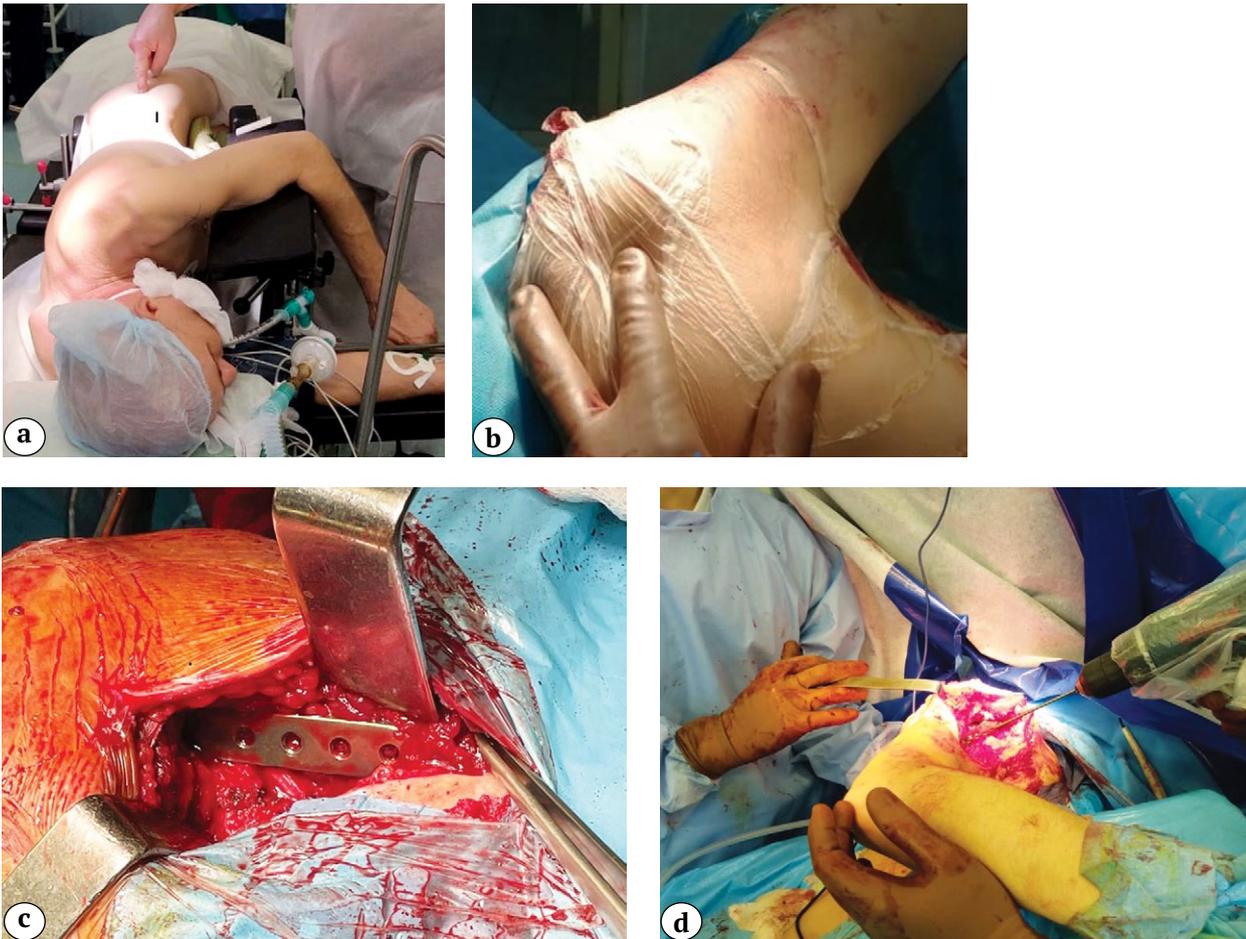


Рис. 3. Положение пациента на здоровом боку:
 а — удобство при заборе аутогрантата из крыла подвздошной кости;
 б — пальпация при планировании доступа к ости лопатки;
 в — визуализация лопаточной ветви вилки для введения блокирующих винтов;
 д — удобство при введении винтов в пластину

Fig. 3. Patient's position "on the intact side":
 а — handiness of bone harvesting from the iliac wing;
 б — palpation for planning approach to the spine of the scapula;
 в — visualization of the blade branch of the "the fork" for its screw locking;
 д — handiness of inserting screws into the plate

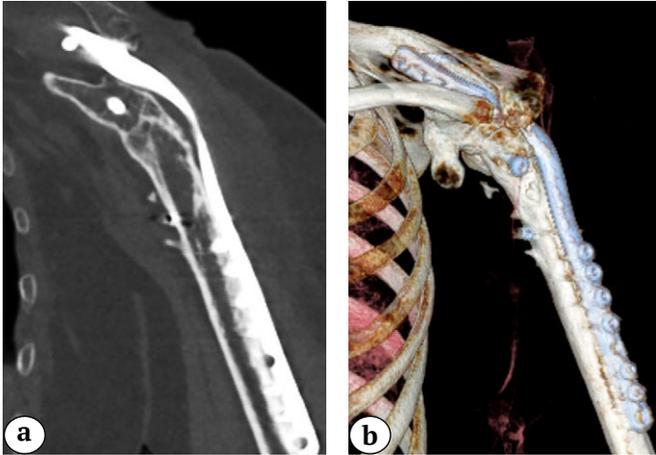
Первый разрез — прямая передняя артротомия длиной 10–12 см между передней и средней порциями дельтовидной мышцы от акромиона до нижней границы шейки плечевой кости — выполняется для резекции плечевого сустава. Удаляют хрящевую губу, хрящ с суставного отростка и резецируют 2/3 головки плечевой кости (при наличии головки) по анатомической шейке. Ее при помощи осциллирующей пилы срезают параллельно анатомической шейке, формируя дисковидные фрагменты толщиной 5–8 мм, которые будут использованы как аутогрантаты для костной пластики.

Для фиксации вилки к лопатке разрез длиной 4–5 см осуществляют параллельно лопаточной ости, отступив от нее в дистальном направлении

на 3–7 см в зависимости от толщины мягких тканей (при ожирении расстояние увеличивают). Продольно рассекают подостную мышцу, достигают задней поверхности лопаточной ости до края ее вырезки, надевают на ость вилку и блокируют ее стягивающими винтами.

Далее артротомический разрез продлевают в дистальном направлении на длину диафизарной части пластины. Разрез по спирали смещают медиально для отклонения от лучевого нерва. Двуглавую мышцу в дистальной части разреза также смещают медиально и, раздвигая волокна плечевой мышцы, достигают кости. В нижнем углу раны у низкорослых пациентов виден или пальпируется лучевой нерв, у рослых пациентов он остается дистальнее.

возросло до 3:2. У 95% пациентов сформирован анкилоз плечевого сустава, причем консолидация в условиях отсутствия головки и дефектов суставного отростка привела к формированию достаточно прочной костной мозоли (рис. 4). У части пациентов без окончательной перестройки наб-



людается клиническая консолидация при положительной тенденции к костному сращению. Все пациенты отмечают прекращение боли, физическую силу и постоянство результата с тенденцией к его улучшению к 5–6-му году после операции без тенденции к ухудшению на протяжении 10 лет.

Рис. 4. Консолидация после артродеза левого плечевого сустава по поводу рецидивирующих вывихов ревизионного реверсивного эндопротеза (7 лет — анатомический эндопротез, рецидивирующие вывихи через 4 года после имплантации реверсивного эндопротеза): а — фронтальный КТ-срез; б — 3D КТ, вид спереди

Fig. 4. Consolidation quality following arthrodesis for recurrent dislocations after the revision reverse endoprosthesis (7 years of anatomical endoprosthesis survival and 4 years after the reverse shoulder endoprosthesis complicated by recurrent dislocations): а — CT in frontal section; б — CT scan — 3D reconstruction, frontal view

Обсуждение

Операция артродеза по описанной методике применяется в нашем учреждении с 2005 г. Первые такие вмешательства выполняли с использованием индивидуально изготавливаемых имплантатов из штыковидных гвоздей ЦИТО, которые подвергались существенной переделке. Накопленный опыт позволил создать конструкцию второго поколения (НПО «ДЕОСТ», завод «ДС», Пушкино, Москва), которую мы использовали для этой операции с 2012 по 2021 г. В настоящее время третье поколение устройства подготовлено к выпуску на предприятии «Альтермедика» (Санкт-Петербург). Опыт работы со вторым поколением позволил сформулировать новые медико-технические требования к имплантату третьего поколения, выпуск которого планируется с 2023 г.

При окончательной доводке нового устройства третьего поколения были устранены недостатки, характерные для предыдущих поколений. Главный недостаток — необходимость предоперационной подгибки к стороне повреждения и его анатомическому варианту — устраняет производитель, который будет выпускать специальные типоразмеры с высокой степенью подготовки формы устройства для внутренней фиксации. Практически все изгибы фиксатора заложены в заводские формы: уточненный контур вокруг сустава, продольные спиральные скрутки и заднее отклонение диафизарной части. Это привело к появлению в третьем поколении правого и левого вариантов фиксатора, а также типоразмеров, используемых для обширных резекций проксимального отдела,

в основном по постэндопротезным и онкологическим показаниям, в частности ревизионно-резекционный офсет, существенно укороченный по сравнению с офсетом для сохранной головки. Мы считаем важнейшим достоинством устройств третьего поколения минимизацию индивидуального моделирования фиксатора при том, что материал (пластичный титан) теперь позволяет сделать минимальную индивидуализацию прямо в операционной пластиногибами.

Совершенствование техники эндопротезирования повсеместно привело к практически полному отказу от операции артродеза плечевого сустава [8, 10, 12]. Эта операция в ближайшие месяцы после корректной имплантации анатомического или реверсивного эндопротеза приводит к восстановлению безболезненных движений плеча с достаточной амплитудой. Опубликованы даже единичные примеры эндопротезирования у пациентов с остеотомией плечелопаточного анкилоза, выполненного по особым показаниям (по-видимому, при функционально невыгодной установке) [13, 14]. Однако опыт, накопленный более чем за 30 лет, выявил ряд негативных тенденций, что требует переосмысления проблемы лечения терминальной артропатии плечевого сустава. Первым негативным явлением оказался относительно короткий период успешного функционирования эндопротеза плечевого сустава у значительной части пациентов с тенденцией к постепенному снижению амплитуды движений и появлению болевого синдрома, которые со временем становятся показанием к ревизионной операции [8, 15].

Из ревизионных опций в настоящее время чаще используют переход от анатомического к реверсивному эндопротезу [2, 7, 15].

До недавнего времени переход от эндопротеза к артродезу рассматривался в качестве очень редкого решения с ограниченными показаниями [16], что, по нашему мнению, было связано с отсутствием надежной методики. Имеются единичные публикации, в которых описан переход от эндопротеза к артродезу [6, 16]. В современных публикациях найти четко сформулированных показаний к артродезу после осложнений эндопротезирования не удаётся, что, по нашему мнению, связано с отсутствием доступной надежной методики. Однако опыт показал, что после реверсивного эндопротезирования, выполненного в качестве ревизионного, показания для второй ревизионной операции возникают почти вдвое быстрее, чем после первичного [2, 17]. В настоящее время, по данным разных авторов, от четверти до трети пациентов, нуждающихся во второй ревизии, сталкиваются с противопоказаниями к выполнению эндопротезирования плечевого сустава из-за отсутствия достаточного костного ложа для имплантации (особенно лопаточного компонента), рецидивирующих вывихов реверсивной конструкции, перипротезных переломов или псевдоартрозов на уровне верхушки нестабильного плечевого компонента, дисфункции дельтовидной мышцы, наличия спейсера после глубокой инфекции, а также отсутствия понимания пациентом необходимости строгого соблюдения ограничений нагрузок при профессиях, связанных с тяжелым физическим трудом при невозможности смены профессии [17, 18, 19]. Пациенту с «болезненным болтающимся плечом» после многократных попыток замены сустава остается единственный шанс на восстановление безболезненности и силы руки при ограниченной амплитуде движений. Это артродез плечевого сустава на фоне крайне неблагоприятных условий формирования анкилоза — комбинации тотального дефекта головки с субтотальным дефектом суставного отростка лопатки [18, 19, 20, 21, 22].

Кроме новых проблем, возникших в связи с ростом количества операций эндопротезирования, никуда не исчезли традиционные, давно известные показания к артродезу, которые не имеют альтернативных решений. В настоящее время это последствия переломов и переломовывихов проксимального отдела плеча с необратимой потерей функции подкрыльцового нерва, невправленные вывихи плеча с многолетним анамнезом, которым сопутствуют полное дегенеративное перерождение элементов ротаторной манжеты

с глубоким импрессионным дефектом головки плечевой кости, повреждения плечевого сплетения (стабилизация плеча для повышения эффективности ревизионного нейрохирургического вмешательства на нервах, формирующих сплетение), последствия тяжелых открытых и огнестрельных переломов области плечевого сустава, последствия многократных безуспешных ревизионных вмешательств по поводу осложнений остеосинтеза, резекции опухолей области плечевого сустава, после которых эндопротезирование с приемлемым функциональным результатом невозможно [21, 22, 23, 24, 25]. Отдельно следует выделить дегенеративно-дистрофические заболевания плечевого сустава у лиц тяжелого физического труда при невозможности смены профессии. Тяжелый физический труд приводит к быстрому развитию механических осложнений эндопротезирования: асептическое расшатывание, перипротезные переломы, нестабильность, вывихи [18, 21, 22].

Сохраняющиеся методики артродеза плечевого сустава, как правило, рассчитаны на использование компрессионной трансартрикулярной фиксации освобожденной от хряща головки плечевой кости к аналогично обработанному суставному отростку лопатки в комбинации с внесуставной фиксацией плеча к лопатке одной-двумя мостовидными пластинами или аппаратами внешней фиксации. Однако даже при сохранной головке они не всегда позволяют достичь консолидации: вместо анкилоза плечевого сустава у 10–25% пациентов после артродеза развивается псевдоартроз [20, 26, 27, 28]. А после удаления головки плечевой кости по любым показаниям, среди которых преобладают связанные с эндопротезированием, эти методики артродеза оказываются практически несостоятельными. В этом отношении методика, описанная в настоящей работе, имеет явные и неоспоримые преимущества и является эффективной опцией при противопоказаниях к эндопротезированию плечевого сустава.

Заключение

Таким образом, предложенная методика артродеза плечевого сустава является эффективной операцией при невозможности восстановления плечевого сустава, позволяющей добиться консолидации более чем в 90% случаев, в том числе и после удаления эндопротеза или спейсера, что значительно превышает эффективность известных методик. Она является надежной ревизионной опцией в неблагоприятных биомеханических условиях, характерных для противопоказаний к эндопротезированию плечевого сустава, и может служить альтернативой известным методикам.

Дополнительная информация

Заявленный вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Этическая экспертиза. На проведение исследования получено разрешение локального этического комитета НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена.

Информированное согласие. Пациенты дали письменное информированное согласие на участие в исследовании и публикацию медицинских данных и фотографий.

Литература [References]

- Shukla D.R., McAnany S., Kim J., Overlay S., Parsons B.O. Hemiarthroplasty versus reverse shoulder arthroplasty for treatment of proximal humeral fractures: a meta-analysis. *J Shoulder Elbow Surg.* 2016;25(2):330-340. doi: 10.1016/j.jse.2015.08.030.
- Australian Orthopaedic Association National Joint Replacement Registry (AOANJRR). Hip, Knee & Shoulder Arthroplasty: 2020 Annual Report. Adelaide: AOA, 2020.
- Ненашев Д.В., Варфоломеев А.П., Майков С.В. Анализ отдаленных результатов эндопротезирования плечевого сустава. *Травматология и ортопедия России.* 2012;18(2):71-78. doi: 10.21823/2311-2905-2012--2-71-78. Nenashev D.V., Varfolomeev A.P., Maykov S.V. [Analysis of long-term results of shoulder arthroplasty] *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2012;18(2):71-78. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2012--2-71-78.
- Доколин С.Ю., Варфоломеев А.П., Кузьмина В.И., Артюх В.А., Марченко И.В. Среднесрочные результаты реверсивного эндопротезирования у пациентов с артропатией плеча после массивного разрыва вращательной манжеты. *Травматология и ортопедия России.* 2018;24(2):7-18. doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-7-18. Dokolin S.Yu., Varfolomeev A.P., Kuzmina V.I., Artyukh V.A., Marchenko I.V. [Outcomes of Reverse arthroplasty in patients with Shoulder arthropathy and Massive Rotator cuff Tear]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(2):7-18. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-7-18.
- Майков С.В. Эволюция эндопротезирования плечевого сустава. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2020;27(1):84-90. doi: 10.17816/vto202027184-90.

Disclaimers

Authors' contributions

All authors made equal contributions to the study and the publication.

All authors have read and approved the final version of the manuscript of the article. All authors agree to bear responsibility for all aspects of the study to ensure proper consideration and resolution of all possible issues related to the correctness and reliability of any part of the work.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Ethics approval. The study was approved by the local ethics committee of Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patients for publication of relevant medical information and all of accompanying images within the manuscript.

- Maykov S.V. [Evolution of shoulder arthroplasty]. *Vestnik travmatologii i ortopedii imeni N.N. Priorova* [N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics]. 2020;27(1):84-90. (In Russian). doi: 10.17816/vto202027184-90.
- Scalise J.J., Iannotti J.P. Glenohumeral arthrodesis after failed prosthetic shoulder arthroplasty. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91 Suppl 2 Pt 1:30-37. doi: 10.2106/JBJS.H.01249.
- Gregory T., Hansen U., Taillieu F., Baring T., Brassart N., Mutchler C. et al. Glenoid loosening after total shoulder arthroplasty: an in vitro CT-scan study. *J Orthop Res.* 2009;27(12):1589-1595. doi: 10.1002/jor.20912.
- Dillon M.T., Page R.S., Graves S.E., Lorimer M.F., Prentice H.A., Harris J.E. et al. Early revision in anatomic total shoulder arthroplasty in osteoarthritis: a cross-registry comparison. *Shoulder Elbow.* 2020; 12(1 Suppl):81-87. doi: 10.1177/1758573219842168.
- Gauci M.O., Cavalier M., Gonzalez J.F., Holzer N., Baring T., Walch G. et al. Revision of failed shoulder arthroplasty: epidemiology, etiology, and surgical options. *J Shoulder Elbow Surg.* 2020;29(3):541-549. doi: 10.1016/j.jse.2019.07.034.
- González-Díaz R., Rodríguez-Merchán E.C., Gilbert M.S. The role of shoulder fusion in the era of arthroplasty. *Int Orthop.* 1997;21(3):204-209. doi: 10.1007/s002640050151.
- Воронкевич И.А., Варфоломеев А.П., Герашенко Н.И. Артродез плечевого сустава с использованием оригинального фиксатора. *Актуальные проблемы травматологии и ортопедии: сборн. науч. статей посвящ. 110-летию РНИИТО им. Р.Р. Вредена.* Санкт-Петербург; 2016. с. 40-46. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28791371>.

- Voronkevich I.A., Varfolomeev A.P., Gerashchenko N.I. [Arthrodesis of the shoulder joint using an original fixator]. [Actual problems of traumatology and orthopedics: collection of articles. scientific. articles dedicated. 110-th anniversary of the RNIITO them. R.R. Vreden]. St. Petersburg; 2016. p. 40-46. (In Russian) Available from: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28791371>.
12. Boyer P., Hutten D., Alnot J.Y. [Bipolar shoulder prosthesis for rheumatoid arthritis with irreparable rotator cuff tear: results after 5 years' follow-up]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 2006;92(6):556-566. (In French).
 13. Alta T.D., Willems W.J. Once an arthrodesis, always an arthrodesis? *J Shoulder Elbow Surg.* 2016;25(2):232-237. doi: 10.1016/j.jse.2015.07.010.
 14. Dogger M.N., van Bommel A.F., Alta T.D.W., van Noort A. Conversion to reverse shoulder arthroplasty fifty-one years after shoulder arthrodesis: A case report. *World J Orthop.* 2020;11(10):465-472. doi: 10.5312/wjo.v11.i10.465.
 15. Boileau P., Watkinson D.J., Hatzidakis A.M., Balg F. Grammont reverse prosthesis: design, rationale, and biomechanics. *J Shoulder Elbow Surg.* 2005;14(1 Suppl S):147S-161S. doi: 10.1016/j.jse.2004.10.006.
 16. Wilde A.H., Brems J.J., Boumphrey F.R. Arthrodesis of the shoulder. Current indications and operative technique. *Orthop Clin North Am.* 1987;18(3):463-472.
 17. Moeini S., Rasmussen J.V., Salomonsson B., Domeij-Arverud E., Fenstad A.M., Hole R. et al. Reverse shoulder arthroplasty has a higher risk of revision due to infection than anatomical shoulder arthroplasty: 17 730 primary shoulder arthroplasties from the Nordic Arthroplasty Register Association. *Bone Joint J.* 2019;101-B(6):702-707. doi: 10.1302/0301-620X.101B6.BJJ-2018-1348.R1.
 18. Atlan F., Durand S., Fox M., Levy P., Belkheyar Z., Oberlin C. Functional outcome of glenohumeral fusion in brachial plexus palsy: a report of 54 cases. *J Hand Surg Am.* 2012;37(4):683-688. doi: 10.1016/j.jhsa.2012.01.012.
 19. Dimmen S., Madsen J.E. Long-term outcome of shoulder arthrodesis performed with plate fixation: 18 patients examined after 3-15 years. *Acta Orthop.* 2007;78(6):827-833. doi: 10.1080/17453670710014626.
 20. Rühmann O., Schmolke S., Bohnsack M., Flamme C., Wirth C.J. Shoulder arthrodesis: indications, technique, results, and complications. *J Shoulder Elbow Surg.* 2005;14(1):38-50. doi: 10.1016/j.jse.2004.05.008.
 21. Thangarajah T., Alexander S., Bayley I., Lambert S.M. Glenohumeral arthrodesis for the treatment of recurrent shoulder instability in epileptic patients. *Bone Joint J.* 2014;96-B(11):1525-1529. doi: 10.1302/0301-620X.96B11.33754.
 22. Diaz J.A., Cohen S.B., Warren R.F., Craig E.V., Allen A.A. Arthrodesis as a salvage procedure for recurrent instability of the shoulder. *J Shoulder Elbow Surg.* 2003;12(3):237-241. doi: 10.1016/s1058-2746(02)86883-5.
 23. Tomaino M.M. Scapulothoracic arthrodesis for post-traumatic proximal humeral loss using vascularized fibular transplantation and allograft bone. *J Reconstr Microsurg.* 2000;16(5):335-340. doi: 10.1055/s-2000-7342.
 24. Chammas M., Goubier J.N., Coulet B., Reckendorf G.M., Picot M.C., Allieu Y. Glenohumeral arthrodesis in upper and total brachial plexus palsy. A comparison of functional results. *J Bone Joint Surg Br.* 2004;86(5):692-695. doi: 10.1302/0301-620x.86b5.13549.
 25. Zsoldos C.M., Basamania C.J., Bal G.K. Shoulder fusion after a self-inflicted gunshot wound: an injury pattern and treatment option. *Bone Joint J.* 2013;95-B(6):820-824. doi: 10.1302/0301-620X.95B6.31447.
 26. Mimata Y., Nishida J., Sato K., Suzuki Y., Doita M. Glenohumeral arthrodesis for malignant tumor of the shoulder girdle. *J Shoulder Elbow Surg.* 2015;24(2):174-178. doi: 10.1016/j.jse.2014.05.023.
 27. Porcellini G., Savoie F.H. 3rd, Campi F., Merolla G., Paladini P. Arthroscopically assisted shoulder arthrodesis: is it an effective technique? *Arthroscopy.* 2014;30(12):1550-1556. doi: 10.1016/j.arthro.2014.06.026.
 28. Lenoir H., Williams T., Griffart A., Lazerges C., Chammas M., Coulet B. et al. Arthroscopic arthrodesis of the shoulder in brachial plexus palsy. *J Shoulder Elbow Surg.* 2017;26(5):e115-e121. doi: 10.1016/j.jse.2016.09.040.

Сведения об авторах

✉ **Воронкевич Игорь Алексеевич** — д-р мед. наук, заведующий научным отделением

Адрес: Россия, 195427, Санкт-Петербург, ул. Академика Байкова, 8

<https://orcid.org/0000-0001-8471-8797>

e-mail: dr_voronkevich@inbox.ru

Варфоломеев Александр Павлович — канд. мед. наук

<https://orcid.org/0000-0002-7710-1024>

e-mail: doctor_varf@mail.ru

Герашенко Никита Игоревич — врач травматолог-ортопед

<https://orcid.org/0000-0002-0781-4619>

e-mail: gerashchenko@gmail.com

Authors' information

✉ **Igor A. Voronkevich** — Dr. Sci. (Med.).

Address: 8, Akademika Baykova str., St. Petersburg, 195427, Russia

<https://orcid.org/0000-0001-8471-8797>

e-mail: dr_voronkevich@inbox.ru

Alexander P. Varfolomeev — Cand. Sci. (Med.)

<https://orcid.org/0000-0002-7710-1024>

e-mail: doctor_varf@mail.ru

Nikita I. Geraschenko

<https://orcid.org/0000-0002-0781-4619>

e-mail: gerashchenko@gmail.com