

# ОПТИМИЗАЦИЯ АРТРОСКОПИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЯ СУСТАВНОЙ ГУБЫ ЛОПАТКИ В ПОЛОЖЕНИИ «BEACH-CHAIR» У СПОРТСМЕНОВ

Миленин О.Н.\*<sup>1,2,4</sup>, Егиазарян К.А.<sup>3</sup>, Ратьев А.П.<sup>3</sup>,  
Гедиев Т.В.<sup>3,4</sup>, Бакулина М.А.<sup>4</sup>

DOI: 10.25881/20728255\_2026\_21\_1\_78

<sup>1</sup> ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины им. С.И. Спасокукоцкого», Москва

<sup>2</sup> ФГБУ «Национальный медико-хирургический Центр им. Н.И. Пирогова», Москва

<sup>3</sup> ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва

<sup>4</sup> ООО «Лаборатория ортопедии, биомеханики и реабилитации», Москва

**Резюме.** Обоснование: Артроскопическая стабилизация плечевого сустава при повреждениях передней суставной губы требует точного позиционирования якорных фиксаторов. Традиционно рекомендуется установка якорей снизу вверх, начиная с нижнего полюса гленоида, однако в положении пациента «beach-chair» доступ к позиции на 6 часах затруднён. Существует пробел в оценке альтернативных стратегий фиксации при сохранении биомеханической эффективности, что особенно актуально у спортсменов, учитывая высокий риск передней нестабильности плеча и частоту рецидивов после стабилизации.

Цель: оптимизация и теоретическое обоснование установки якорных фиксаторов при лечении повреждений суставной губы лопатки в положении beach-chair.

Методы: исследование представляет собой анализ с векторным моделированием натяжения капсульно-лабрального комплекса при различном позиционировании якорных фиксаторов и порядке их установки. Основной конечной точкой являлась величина результирующей силы натяжения, обеспечиваемой фиксацией.

Результаты: анализ показал, что фиксация к верхнему якорю с последующим натяжением и прикреплением к нижнему якорю приводит к формированию результирующей силы, сопоставимой по направлению и величине с фиксацией снизу вверх, а фиксация нижней порции капсульно-лабрального комплекса на 2 якорных фиксатора в положении 5 и 7 часов превосходит по силе фиксацию одним якорем в положении 6 часов.

Заключение: фиксация капсульно-лабрального комплекса сверху вниз, а также фиксация его нижней порции с использованием двух якорей в положениях 5 и 7 часов может рассматриваться как биомеханически эквивалентная альтернатива традиционному подходу (снизу вверх, положение нижнего якоря на 6 часах) в условиях ограниченного доступа к нижнему полюсу гленоида, особенно в положении beach-chair.

**Ключевые слова:** передняя нестабильность плеча, суставная губа, якорные фиксаторы, векторный анализ, beach-chair, артроскопия, капсульно-лабральный комплекс.

Артроскопическое восстановление суставной губы лопатки с использованием якорных фиксаторов является основным методом хирургического лечения передней, задней и многонаправленной нестабильности плечевого сустава. С момента внедрения этой методики в 1990-х гг. она претерпела значительные технические усовершенствования.

Согласно анатомическим и биомеханическим исследованиям стабильность плечевого сустава достигается при анатомическом восстановлении суставной губы с

## OPTIMIZATION OF ARTHROSCOPIC TREATMENT OF GLENOID LABRUM INJURY IN THE BEACH-CHAIR POSITION

Milenin O.N.\*<sup>1,2,4</sup>, Egiazaryan K.A.<sup>3</sup>, Rat'ev A.P.<sup>3</sup>, Gediev T.V.<sup>3,4</sup>, Bakulina M.A.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> S.I. Spasokukotsky Moscow centre for research and practice in medical rehabilitation, restorative and sports medicine, Moscow

<sup>2</sup> Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow

<sup>3</sup> Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow

<sup>4</sup> Laboratory of Orthopedics, Biomechanics and Rehabilitation, Moscow

**Abstract.** Background: Arthroscopic stabilization of the shoulder joint in anterior labral injuries requires precise positioning of anchor fixation devices. Traditionally, anchors are placed from inferior to superior, starting at the 6 o'clock position on the glenoid. However, in the beach-chair position, access to the inferior pole is limited. There is a knowledge gap in the evaluation of alternative fixation strategies while maintaining biomechanical effectiveness, which is especially important for athletes, given the high risk of anterior shoulder instability and the frequency of relapses after stabilization.

Aims: to optimize and theoretically substantiate the positioning of anchor fixators in the treatment of glenoid labrum injuries in the beach-chair position.

Methods: this study is based on vector modeling analysis of the capsulolabral complex tension under different anchor positions and sequences of fixation. The primary endpoint was the magnitude of the resulting tension force achieved by the fixation.

Results: the analysis showed that initiating fixation at the superior anchor followed by tensioning and attachment to the inferior anchor produces a resulting force comparable in direction and magnitude to the traditional inferior-to-superior fixation. Additionally, fixation of the inferior portion of the capsulolabral complex using two anchors at the 5 and 7 o'clock positions generated a greater force than fixation with a single anchor at the 6 o'clock position.

Conclusions: superior-to-inferior fixation of the capsulolabral complex, as well as fixation of its inferior portion using two anchors at the 5 and 7 o'clock positions, may be considered a biomechanically equivalent alternative to the traditional inferior-to-superior approach (with the inferior anchor at 6 o'clock), particularly when access to the lower glenoid pole is limited, as in the beach-chair position.

**Keywords:** anterior shoulder instability, labrum, anchor fixation, vector analysis, beach-chair, arthroscopy, capsulolabral complex.

размещением якорей по «циферблату». Bokshan и соавт. в своем кадаверном исследовании показали, что фиксация нижнего сегмента суставной губы якорем в позиции «6 часов» значительно увеличивает прочность и надёжность реконструкции [1].

Одной из первых техник анатомического восстановления капсульно-лабрального комплекса с применением концепции «inferior-to-superior capsular shift» стала методика, предложенная Habermeyer и соавт. [2]. В данной технике основное внимание уделяется захвату и

\* e-mail: olegmilenin@yandex.ru

подтягиванию нижних отделов капсулы и суставной губы в области передней порции нижней глено-хумеральной связки вверх, начиная с установки первого якоря в нижнем сегменте гленоида в позиции 5:30 часов. Исследование Voileau и соавт. показало, что рецидивы нестабильности после артроскопических реконструкций чаще встречаются при недостаточном охвате дефекта, особенно в нижне-переднем квадранте [3].

Положение пациента во время артроскопических операций на плечевом суставе традиционно варьирует между положением на боку (*lateral decubitus*) и полусидячим (*beach-chair*). В литературе неоднократно предпринимались попытки определить, оказывает ли выбор положения влияние на клинические исходы. Систематические обзоры и мета-анализы продемонстрировали, что значимых различий в функциональных результатах, уровне боли и частоте осложнений между двумя позициями выявлено не было [4–6]. Пациенты в обеих группах демонстрировали схожие показатели по шкалам ASES, Constant и UCLA. Таким образом, с точки зрения долгосрочной функциональной эффективности обе позиции считаются приемлемыми.

Тем не менее, в ряде исследований было отмечено, что установка нижнего якоря в позиции 6 часов, являющаяся ключевой для полноценной стабилизации при передней нестабильности, значительно затруднена в положении *beach-chair*. Согласно данным Streicher, нижний якорь устанавливался в позиции 6 часов только в 8,3% случаев при положении *beach-chair*, в то время как в *lateral decubitus* – в 25% случаев [6]. Это объясняется анатомическим и техническим ограничением доступа к нижнему отделу гленоида при вертикальном расположении пациента.

Таким образом, хотя общие клинические исходы при выборе позиции пациента сопоставимы, технические особенности операции, в частности возможность адекватной фиксации в зоне 6 часов, могут являться фактором в пользу *lateral decubitus* при передней нестабильности.

В большинстве современных артроскопических техник восстановления суставной губы предпочтительной считается последовательность установки якорей снизу вверх – от 6 часов к более верхним позициям. Такая тактика основана на анатомических, биомеханических и технических соображениях и получила подтверждение в ряде клинических и экспериментальных работ.

Во-первых, нижний отдел суставной губы и прилежащая к нему нижнелопаточная связка (IGHL) играют ключевую роль в обеспечении передне-нижней стабильности плеча. Именно с восстановления натяженияIGHL начинается формирование полноценного «эффекта бампера» и восстановление капсульно-лабрального комплекса [1]. При этом установка первого якоря в позиции 6 часов создаёт анатомическую основу, на которую затем «натягиваются» и фиксируются более верхние участки капсулы и губы.

Во-вторых, последовательная фиксация снизу вверх позволяет избежать чрезмерного натяжения ткани. В

технике 360° восстановления суставной губы (панкапсулярный шов) рекомендуется именно такой порядок: якорь устанавливается на нижней позиции, затем выполняется фиксация в направлении вверх, с отложенным завязыванием узла нижнего якоря, чтобы не ограничивать последующие манипуляции [7].

Цель – оптимизация и теоретическое обоснование установки якорных фиксаторов при лечении поврежденной суставной губы лопатки в положении *beach-chair*.

Для обоснования гипотез использовался векторный анализ. Для целей анализа мы рассматриваем идеализированную модель плечевого сустава, в которой:

- растяжимость капсульно-лабрального комплекса предполагается равномерной во всех направлениях и по всей ее окружности;
- усилие, создаваемое каждым якорным фиксатором, принимается одинаковым по величине;
- направление тяги от каждого якоря представлено как вектор в двухмерной плоскости гленоидальной впадины;
- смещение тканей при репозиции происходит равномерно.

При таких допущениях мы проводим векторный анализ, основанный на классических законах механики. Для сложения векторов использовалось правило параллелограмма.

## Результаты

Мы выдвинули две гипотезы:

- 1) смещение и репозиция капсульно-лабрального комплекса к верхнему якорю на первом этапе и фиксация к нижнему якорю на втором этапе производят тот же эффект, как и в случае фиксации методом «снизу-вверх»;
- 2) 2 якорных фиксатора в положении «5» и «7» часов обеспечивают такой же или лучший эффект при фиксации нижней порции капсульно-лабрального комплекса, чем 1 якорный фиксатор в положении «6» часов.

В этом случае, если на первом этапе выполняется репозиция и фиксация комплекса к верхнему якорю (например, в позиции 3 часа), а на втором этапе – фиксация к нижнему якорю (5 часов), то результирующее натяжение тканей будет распределено по тому же принципу, что и при классическом методе снизу вверх. Более того, установка нижнего якоря после верхней фиксации позволяет направить тягу нижнего якоря по заранее сформированной траектории, создавая эффективный вектор стабилизации. В результате формируется та же результирующая сила, направленная к гленоиду, при этом обеспечивается контроль за положением суставной губы и капсулы в процессе операции.

Визуальная демонстрация представлена на рисунках 1 и 2.

Математическое подтверждение гипотезы следующее:  $C_1 + C_2 = B_1 + E = D + B_1 + B_2 = A_1 + A_2 + B_1 + B_2$ , при условии, что  $A_1 = A_2$  и  $B_1 = B_2$ .

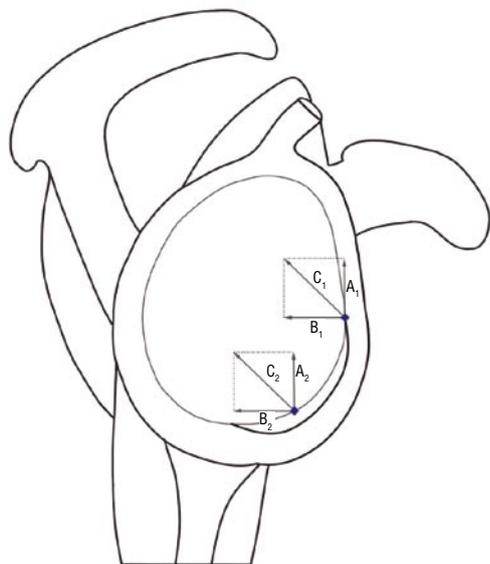


Рис. 1. Модель классического варианта «inferior to superior shift».

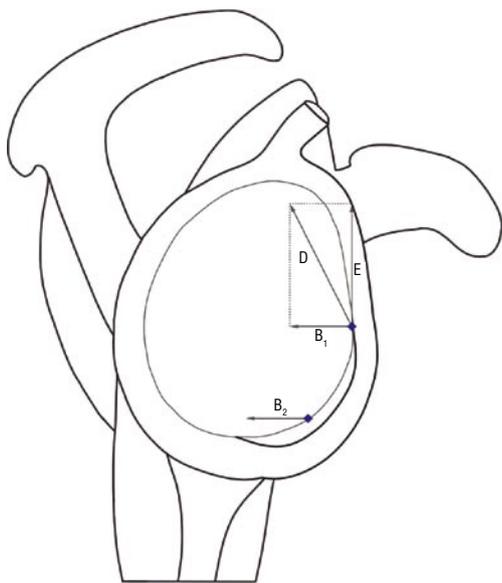


Рис. 2. Модель, рассматриваемая в 1 гипотезе.

На рисунке 3 представлены интраоперационные фото с последовательным выполнением манипуляций.

В случае установки двух якорей в позициях 5 и 7 часов создаются два симметричных вектора тяги, направленных вверх и медиально. Результирующий вектор, полученный путём сложения этих двух усилий, направлен к центру гленоида, и по величине превышает усилие, создаваемое одиночным якорем, установленным в позиции 6 часов.

Визуальная демонстрация представлена на рисунках 3 и 4.

Представим, что результирующая сила от каждого якорного фиксатора равна ( $D = C_1 = C_2 = 1$ ), как и равны

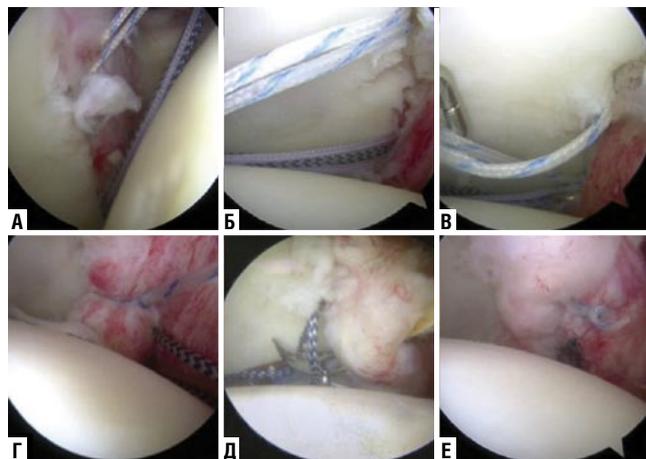


Рис. 3. А – установка 2 якорных фиксаторов. Б – перенос нитей в задний порт. В – прошивание суставной губы на уровне нижнего якоря и захват нити верхнего якоря. Г – формирование и затягивание lasso-loop. Д – прошивание суставной губы на уровне нижнего якоря и захват нити нижнего якоря. Е – окончательный вид после затягивания нитей.

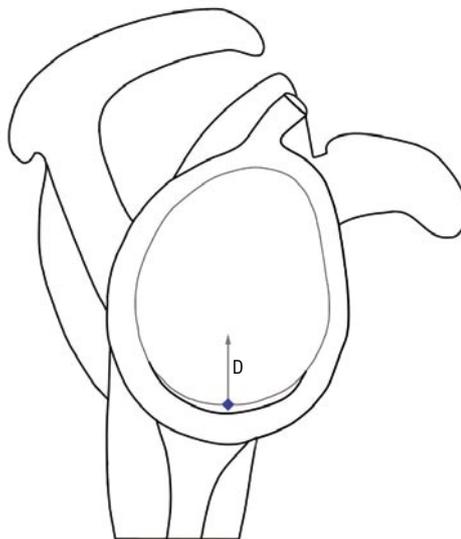


Рис. 4. Модель с якорным фиксатором на 6 часах.

силы  $A_1 = A_2 = B_1 = B_2$ . Тогда, согласно теореме Пифагора, силы  $A$  и  $A'$  (катеты равнобедренных прямоугольных треугольников) будут равны  $\sqrt{2}/2 \approx 0,7$ , что меньше, чем сила от якоря на 6 часах. Но суммарная сила, создаваемая двумя якорными фиксаторами на 5 и 7 часах, превышает силу от одного якорного фиксатора на 6 часах ( $0,7+0,7 = 1,4$ ).

Таким образом, результирующая сила выше, чем у одного вертикального вектора, что способствует большей стабилизации суставной губы в нижнем сегменте.

Однако, чтобы результирующая сила от двух якорных фиксаторов на передне-нижнем и задне-нижнем сегментах гленоида превышала силу от 1 якорного фиксатора на 6 часах, необходимо их располагать под определенным

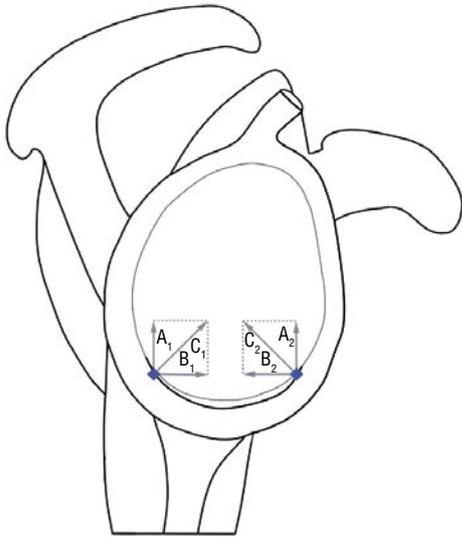


Рис. 5. Модель с якорными фиксаторами на 5 и 7 часах.

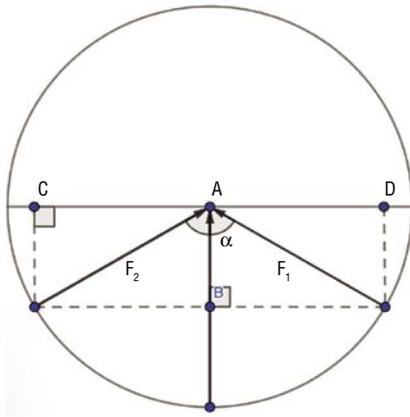


Рис. 6. Графическая демонстрация анализа расположения якорных фиксаторов.

углом от вертикали. Представим поверхность гленоида в виде окружности. Из положения 6 часов к центру окружности действует сила  $F$ , равная 1. Нужно найти две другие силы  $F_1$  и  $F_2$ , тоже направленные к центру, расположенные на циферблате под таким углом  $\alpha$  симметрично с двух сторон от вертикали, чтобы их сумма по модулю была больше этой силы  $F$  при условии, что  $F = F_1 = F_2$  (Рис. 3). Если силы расположены под углами  $\pm\alpha$  к вертикали, то вертикальная компонента каждой силы (отрезок  $AB$ ) равна  $F \times \cos \alpha = \cos \alpha$ . Горизонтальные компоненты каждой силы (отрезки  $AC$  и  $AD$ ) равны по модулю и противоположны по знаку, а значит их сумма равна 0 и может не учитываться в расчёте. Две силы дают суммарную вертикальную проекцию  $2 \times \cos \alpha$ . Чтобы эта сумма равнялась 1 (или превышала 1), нужно решить неравенство  $2 \times \cos \alpha \geq 1$ , следовательно  $\cos \alpha \geq 0,5$ , а  $\alpha \leq 60^\circ$ . Значит, якорные фиксаторы следует располагать в положениях между 4 и 8 часами циферблата ( $\pm 60^\circ$  от вертикали).

## Обсуждение

Традиционная техника восстановления передней суставной губы предполагает последовательную фиксацию снизу вверх, начиная с якоря в позиции 6:00 или 5:30 и продвигаясь к верхним отделам. Такая последовательность исторически основана на стремлении сначала восстановить натяжение IGHL и устранить передне-нижнюю нестабильность.

Однако в условиях ограниченного доступа к нижнему гленоиду, особенно в положении beach-chair, возможен альтернативный подход с фиксацией сверху вниз, который при определённых условиях может обеспечивать аналогичный биомеханический результат.

Такой подход может быть особенно полезен при:

- технических сложностях доступа к нижнему полюсу гленоида;
- использовании направляемых канюль и гибких инструментов в положении beach-chair;
- необходимости снижения манипуляций в узком операционном пространстве.

Таким образом, фиксация сверху вниз обеспечивает сопоставимую векторную стабилизацию и может рассматриваться как обоснованная альтернатива классической методике при соблюдении технических и анатомических условий.

Биомеханическая стабильность фиксатора и правильное направление силового вектора имеют ключевое значение для восстановления функции. Подобные закономерности были подтверждены в работах по реконструкции костных структур плечевого сустава: интрамедуллярная фиксация показала лучшие результаты благодаря сохранению естественных векторов нагрузки и меньшей инвазивности [8].

Для спортсменов, особенно вовлечённых в контактные и overhead-виды спорта, прочность фиксации нижнего сегмента приобретает ключевое значение, поскольку именно они демонстрируют наиболее высокий уровень рецидивов после стандартной стабилизации. Так, Torrance и соавт. показали, что у подростков, занимающихся регби и другими контактными видами спорта, частота рецидивов после артроскопического восстановления достигает 51% при среднем сроке наблюдения около 33 месяцев [9]. В работе Nakagawa и соавт. было выявлено, что молодые пациенты (10–19 лет) и представители контактных видов спорта (особенно регби) имеют существенно повышенный риск повторной нестабильности после Bankart-репарации [10]. Систематический обзор Kasik и соавт. подтвердил, что, несмотря на высокий уровень возвращения к спорту (около 81,5%), подростки-спортсмены демонстрируют более высокую частоту рецидивов по сравнению с общей популяцией пациентов [11]. Эти данные подчёркивают, что именно прочная фиксация нижнего отдела губы и связочного комплекса является критически важной для спортсменов: недостаточное натяжение в этой зоне повышает вероятность срыва реконструкции при воз-

вращения к нагрузкам, характерным для контактного спорта и метательных движений.

Степень восстановления стабильности плечевого сустава напрямую коррелирует с функциональными результатами [12]. Аналогично, при выполнении артроскопического восстановления суставной губы правильное позиционирование нижнего якоря обеспечивает прочную фиксацию и снижает риск рецидивов нестабильности.

Это теоретическое обоснование подтверждает, что в определённых клинических ситуациях, особенно при ограниченном доступе к нижнему гленоиду в позиции beach-chair, использование двух якорей в позициях между 4 и 8 часами может не только технически заменить установку якоря на 6 часах, но и биомеханически её превзойти.

Вопрос оптимального направления натяжения тканей имеет фундаментальное значение при всех видах реконструктивных вмешательств на плечевом суставе. Аналогичные биомеханические принципы применяются при восстановлении вращательной манжеты, где правильное распределение тяги сухожилий и их фиксация под физиологическим углом обеспечивают стойкий функциональный результат [13].

## Заключение

Позиционирование якорных фиксаторов при артроскопической стабилизации плечевого сустава остаётся критически важным фактором, определяющим как анатомическую точность репозиции капсульно-лабрального комплекса, так и функциональный исход лечения. На основании проведённого литературного анализа, а также результатов теоретического векторного моделирования, можно утверждать, что использование двух нижних якорей в позициях 5:00 и 7:00 создаёт более выраженное стабилизирующее усилие, чем одиночный якорь в положении 6:00. Это подтверждается результирующим вектором тяги, направленным вверх и к центру гленоидальной впадины, что способствует лучшему восстановлению «эффекта упора» и натяжения IGHL.

Предложенная последовательность фиксации сверху вниз с первичной репозицией к верхнему якорю и последующей установкой нижних фиксаторов может служить клинически обоснованной альтернативой классической методике снизу вверх, особенно в условиях ограниченного доступа к нижнему полюсу гленоида в положении пациента «beach-chair». Учитывая анатомические ограничения, это техническое решение позволяет сохранить биомеханику стабилизации и достичь сопоставимых по эффективности результатов.

Таким образом, изменение порядка фиксации не нарушает принципы анатомической реконструкции и может быть применено при соответствующем интраоперационном контроле. Для окончательной клинической валидации данной стратегии необходимы дальнейшие биомеханические и проспективные клинические исследования.

## Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов (The authors declare no conflict of interest).

### ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Bokshan SS, DeFroda SF, Owens BD. The 6 O'Clock Anchor Increases Labral Repair Strength in a Cadaveric Model of Anterior Shoulder Instability. *Arthroscopy*. 2019; 35(10): 2795-2800. doi: 10.1016/j.arthro.2019.05.012.
2. Habermeyer P, Lichtenberg S. Arthroscopic repair of anterior instability. In: Craig EV, ed. *Master Techniques in Orthopaedic Surgery: The Shoulder*. 2nd ed. Lippincott Williams & Wilkins; 2003: 83-101.
3. Boileau P, Villalba M, Héry JY, Balg F, Ahrens P, Neyton L. Risk factors for recurrence of shoulder instability after arthroscopic Bankart repair. *J Bone Joint Surg Am*. 2006; 88(8): 1755-1763. doi: 10.2106/JBJS.E.00817.
4. Frank RM, Saccomanno MF, McDonald LS, Moric M, Romeo AA, Provencher MT. Outcomes of arthroscopic anterior shoulder instability in the beach chair versus lateral decubitus position: a systematic review and meta-regression analysis. *Arthroscopy*. 2014; 30(10): 1349-1365. doi: 10.1016/j.arthro.2014.05.008.
5. Paul RW, Zareef U, Streicher S, et al. Beach-Chair Versus Lateral Decubitus Positioning for Arthroscopic Posterior Shoulder Labral Repair: A Retrospective Comparison of Clinical and Patient-Reported Outcomes. *Am J Sports Med*. 2022; 50(8): 2211-2218. doi: 10.1177/03635465221095243.
6. Streicher S, Osman A, Zareef U, et al. Poster 182: Beach Chair vs Lateral Decubitus Surgical Positioning for Arthroscopic Anterior Shoulder Stabilization: A Retrospective Comparison of Clinical and Patient-Reported Outcomes. *Orthop J Sports Med*. 2022; 10(7S5): 2325967121S00743. doi: 10.1177/2325967121S00743.
7. Wilson MR, Field AC, Field LD. Arthroscopic 360° Shoulder Labral Reconstruction: A Stepwise Approach. *Arthrosc Tech*. 2018; 7(9): e951-e956. doi: 10.1016/j.eats.2018.05.007.
8. Егиазарян К.А., Ратьев А.П., Гордиенко Д.И., Григорьев А.В., Овчаренко Н.В. Среднесрочные результаты лечения переломов проксимального отдела плечевой кости методом внутрикостного остеосинтеза // *Травматология и ортопедия России*. – 2018. – Т.24. – №4. – С.81–88. [Egiazaryan KA, Ratyev AP, Gordienko DI, Grigoriev AV, Ovcharenko NV. Midterm treatment outcomes of proximal humerus fractures by intramedullary fixation. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2018; 24(4): 81–88. (In Russ.)]
9. Torrance E, Clarke CJ, Monga P, Funk L, Walton MJ. Recurrence After Arthroscopic Labral Repair for Traumatic Anterior Instability in Adolescent Rugby and Contact Athletes. *Am J Sports Med*. 2018; 46(12): 2969-2974. doi: 10.1177/0363546518796602.
10. Nakagawa S, Iuchi R, Mae T, et al. Risk Factors for the Postoperative Recurrence of Instability After Arthroscopic Bankart Repair in Athletes. *Am J Sports Med*. 2017; 45(6): 1406-1414. doi: 10.1177/0363546517694351.
11. Kasik CS, Chang ES, Polster JM, Bicos J. High Rate of Return to Sport in Adolescent Athletes Following Anterior Shoulder Stabilisation: A Systematic Review. *JSES Rev Rep Tech*. 2019; 3(2): 123-130. doi: 10.1016/j.jses.2019.01.001.
12. Егиазарян К.А., Ратьев А.П., Ершов Д.С., Курч Е.А., Кузнецов В.Н., Овчаренко Н.В. Среднесрочные результаты хирургического лечения пациентов с переломовывихами плечевой кости // *Травматология и ортопедия России*. – 2020. – Т.26. – №4. – С.68–79. [Egiazaryan KA, Ratyev AP, Ershov DS, Kuruch EA, Kuznetsov VN, Ovcharenko NV. Surgical treatment of humerus fracture-dislocations: medium-term results. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2020; 26(4): 68–79. (In Russ.)]
13. Егиазарян К.А., Лазишвили Г.Д., Ратьев А.П., Данилов М.А., Овчаренко Н.В. Оперативное лечение повреждений вращательной манжеты плечевого сустава // *Кафедра травматологии и ортопедии*. – 2017. – №2(28). – С.15–18. [Egiazaryan KA, Lazishvili GD, Ratyev AP, Danilov MA, Ovcharenko NV. Surgical treatment of injuries of the rotator cuff of the shoulder joint. *Kafedra travmatologii i ortopedii*. 2017; 2(28): 15–18. (In Russ.)]