

ПРИМЕНЕНИЕ АППАРАТА ВНЕШНЕЙ ФИКСАЦИИ В АРТРОСКОПИИ КИСТЕВОГО СУСТАВА: ОТ ЭКСПЕРИМЕНТА К ПРАКТИКЕ

Гречухин Д.А.*^{1,2}, Дубров В.Э.², Брижань Л.К.¹,
Пиманчев О.В.³, Давыдов Д.В.¹, Губайдуллина Г.Ф.⁴

DOI: 10.25881/20728255_2022_17_4_2_41

¹ ФГБУ «Главный военный клинический госпиталь им. академика Н.Н. Бурденко», Москва

² ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова», Москва

³ ФГБУ «Национальный медико-хирургический Центр им. Н.И. Пирогова», Москва

⁴ ГБУЗ «Городская клиническая больница им. А. К. Ерамишанцева», Москва

Резюме. Обоснование: Переломы дистального метаэпифиза лучевой кости (ДМЭЛК) занимают ведущее место в структуре переломов верхней конечности. Наиболее информативный контроль репозиции отломков при внутрисуставных переломах доступен при артроскопии лучезапястного сустава, которая проводится в условиях distraction. Существующие distraction-устройства затрудняют рентген-контроль стояния отломков после остеосинтеза волярной пластиной, в связи с чем предложена методика distraction кистевого сустава в аппарате внешней фиксации (АВФ).

Цель: Оценить изменения взаимоотношений топографоанатомических элементов кистевого сустава в условиях АВФ, а также изучение влияние этих изменений на проведение артроскопии.

Материалы и методы: Исследование проводилось на кадаверных верхних конечностях (n = 16). До выполнения манипуляций измеряли расстояния от стандартных артроскопических портов до основных анатомических структур (например, чувствительные ветви n.radialis и n.ulnaris). После этого кистевой сустав подвергали distraction в АВФ и повторно измеряли расстояния.

Результаты: От порта 1–2 среднее расстояние до дорсальной и волярной веточек n.radialis составило 3±1,4 мм и 4±2,3 мм, соответственно. A.radialis располагалась в 3,4±1,7 мм. После монтажа АВФ расстояние до ближайшей поверхностной ветви n.radialis не изменилось: 3±1,9 мм, p = 0,98. От порта 3–4 до чувствительных ветвей n.radialis расстояние составило 14±4,5 мм, а до a.radialis — 25±3,7 мм. Расстояние от порта 4–5 до дорсальной ветви n.ulnaris составило 58±14 мм. В связи с этим измерение расстояния от портов 3–4 и 4–5 после монтажа АВФ не производилось. Наименьшее расстояние до чувствительных нервов отмечено при использовании порта 6R (2±1,6 мм), которое не изменялось при distraction в условиях АВФ (2±1,8 мм; p = 0,93).

Обсуждение: Наиболее «опасными» (т.е. теми, при использовании которых максимальный риск повреждения анатомических структур) оказались порты 1–2 и 6R. Порт 1–2 уже описан в литературе как наиболее близкий к поверхностной ветви n.radialis при кадаверном эксперименте. Однако порт 6R считается в литературе «безопасным», что не нашло подтверждения в нашем эксперименте. Наиболее «безопасными» портами (т.е. теми, при использовании которых минимальный риск повреждения анатомических структур) оказались порты 3–4 и 4–5, поскольку расстояние до артерий и нервов составило более 1 см по всех измерениях. Учитывая безопасность метода, было предложено внедрение в практику, что подтверждается клиническим наблюдением.

Заключение: В исследовании продемонстрирована безопасность выполнения артроскопии в условиях АВФ. Предложенная методика не влияла на взаимное расположение анатомических структур кистевого сустава и не приводила к увеличению риска их повреждения в ходе артроскопии. Клиническое наблюдение позволило оценить возможность практического применения предложенной методики.

Ключевые слова: переломы дистального метаэпифиза лучевой кости, переломы ДМЭЛК, артроскопия, кадаверный эксперимент, аппарат внешней фиксации.

THE USAGE OF THE EXTERNAL FIXATION APPARATUS IN ARTHROSCOPY OF THE WRIST JOINT: FROM EXPERIMENT TO PRACTICE. ORIGINAL RESEARCH AND CLINICAL OBSERVATION

Grechukhin D.A.*^{1,2}, Dubrov V.E.², Brizhan L.K.¹, Pimanchev O.V.³, Davydov D.V.¹, Gubaidullina G.F.⁴

¹ Main Military Clinical Hospital named after N.N. Burdenko, Moscow

² Lomonosov Moscow State University, Moscow

³ Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow

⁴ City Clinical Hospital named after A.K. Eramishantsev, Moscow

Abstract. Rationale: Distal radius fracture (DRF) occupy a leading place in the structure of fractures of the upper limb. Adequate reposition of fragments in intraarticular fractures is acceptable with arthroscopic control, which is carried out under conditions of distraction. Existing devices make it difficult to X-ray control after osteosynthesis with a volar plate, and therefore a method of distraction of the carpal joint in the external fixation apparatus (EFA) is proposed.

Objective: To assess changes in the relationship of the topographic-anatomical elements of the carpal joint in the conditions of EFA, as well as to study the effect of these changes on arthroscopy.

Methods: The study was conducted on the cadaver upper extremities (n = 16). Prior to the manipulations, the distance from standard arthroscopic ports to the main anatomical structures (e.g., the sensitive branches n.radialis and n.ulnaris) was measured. The carpal joint was then subjected to distraction in the EFA and the distances were re-measured.

Results: From port 1-2, the average distance to the dorsal and volar branches of n.radialis was 3±1.4 mm and 4±2.3 mm, respectively. A. radialis was located in 3.4±1.7 mm. After the installation of EFA, the distance to the nearest surface branch of n.radialis did not change: 3±1.9 mm, p = 0.98. From the 3-4 port to the sensitive branches of n.radialis, the distance was 14±4.5 mm, and to a.radialis — 25±3.7 mm. The distance from port 4-5 to the dorsal branch of n.ulnaris was 58±14 mm. Therefore, the distance from ports 3-4 and 4-5 was not measured after the installation of the EFA. The smallest distance to the sensory nerves was observed when using port 6R (2±1.6 mm), which did not change during distraction under EFA conditions (2±1.8 mm; p = 0.93).

Discussion: The most "dangerous" (i.e. those with the maximum risk of damage to anatomical structures) were ports 1-2 and 6R. Port 1-2 has already been described in the literature as the closest to the surface branch of n. radialis in the cadaver experiment. However, port 6R is considered "safe" in the literature, which was not confirmed in our experiment. The most "safe" ports (i.e. those with minimal risk of damage to anatomical structures) were ports 3-4 and 4-5, since the distance to the arteries and nerves was more than 1 cm in all measurements. Given the safety of the method, it was proposed to introduce it into practice, which is confirmed by clinical observation.

Conclusion: The study demonstrated the safety of performing arthroscopy in the conditions of EFA. The proposed technique did not affect the mutual location of the anatomical structures of the wrist joint and did not lead to an increase in the risk of their damage during arthroscopy. Clinical observation made it possible to assess the possibility of practical application of the proposed technique.

Keywords: fractures of the distal metaepiphysis of the radius bone, DMRB fractures, arthroscopy, cadaver experiment, external fixation apparatus.

* e-mail: dr.grechukhin@gmail.com

Введение

Наиболее распространенными переломами верхней конечности являются переломы дистального метаэпифиза лучевой кости (ДМЭЛК), занимая от 8 до 17% от всех мышечно-скелетных повреждений по разным литературным данным [1; 2]. Несмотря на большую распространенность, на сегодня нет четкого консенсуса ведения таких пациентов: большая часть пациентов получает консервативную терапию с гипсовой иммобилизацией [3]. Однако стоит помнить о том, что консервативное ведение не всегда позволяет достичь удовлетворительных функциональных результатов: так, при оскольчатом внутрисуставном характере перелома, особенно со вторичным смещением отломков, практически невозможно достичь их адекватной репозиции. Неполноценная репозиция и, как следствие, сращение со смещением зачастую приводит к последующему нарушению функции конечности [3]. По данным литературы можно сделать вывод о том, что наилучшая репозиция отломков достигается при остеосинтезе волярными пластинами. Анатомичная репозиция критически важна, так как сохранение смещения внутрисуставных отломков более 1 мм приводит к развитию посттравматического артроза [4]. Применение волярных блокируемых пластин более предпочтительно, чем использование аппарата внешней фиксации (АВФ), так как возможна более жесткая фиксация, что сводит к минимуму смещение внутрисуставных отломков.

Крайне важной является адекватная визуализация суставной поверхности, которая может достигаться только при применении артроскопии или артротомии. Последняя является крайне инвазивным методом, и сама по себе может приводить к развитию контрактур и всегда повреждает связочный аппарат кистевого сустава. Артроскопия является менее инвазивным способом, позволяет достичь адекватной визуализации [4]. Несмотря на очевидные преимущества артроскопического сопровождения при остеосинтезе переломов ДМЭЛК, существуют и ограничения, которые затрудняют применение волярных пластин [5; 6]. Это объясняется тем, что для выполнения артроскопии необходимо тракционное воздействие, а существующие устройства «подвешивают» кисть и предплечье за пальцы, что усложняет проведение остеосинтеза (в особенности под контролем электронно-оптического образователя (ЭОП) [7].

Учитывая простоту и распространенность спицевого АВФ Илизарова, накопленный положительный опыт его применения, была предложена экспериментальная методика артроскопии кистевого сустава (КС) в условиях его трaкции в АВФ. После экспериментального обоснования безопасности и эффективности данной методики целесообразно ее поэтапное внедрение в клиническую практику.

Целью экспериментального исследования стала оценка изменения взаимоотношений топографо-анатомических элементов КС в условиях АВФ, а также изучение влияния этих изменений на проведение артроскопии.

Материалы и методы

Проведение экспериментального исследования одобрено на заседании независимого комитета по этике ГБУЗ «Московский клинический научно-практический центр имени А.С. Логинова» ДЗМ (протокол №2/2013 от 01.02.2013). Исследование проводилось на кадаверных верхних конечностях ($n = 16$), при этом биологическая смерть могла наступить не ранее 3 суток от момента проведения эксперимента.

В процессе исследования применяли различные методы: препарирование, морфометрический, видеоэндоскопический эксперимент с формированием артроскопических портов.

Средний возраст умерших составил $65,4 \pm 4,5$ года (разброс 58–71). Согласно медицинской документации, ни у кого из них не было ранее переломов ДМЭЛК или каких-либо хирургических вмешательств в области верхней конечности. Все исследованные тела были нормостенического телосложения.

На первом этапе осуществляли препарирование тыльной поверхности области лучезапястного сустава от дистального ряда костей запястья до верхней трети предплечья, выкраивали U-образный кожно-фасциальный лоскут. При этом обнажались не только элементы КС, но и костно-фиброзные каналы-компарменты, расположенные между «перегородками» собственной фасции задней поверхности запястья (удерживателя сухожилий разгибателей запястья) и тыльной поверхности локтевой и лучевой костей.

Как правило, артроскопический доступ осуществляли через стандартные порты 1–2, 3–4, 4–5 и 6R, которые представлены на рисунке 1 (адаптировано из [8]).

Артроскопию проводили с отведением плеча до прямого угла и сгибанием в локте до 90° , при этом запястье находилось в нейтральном положении. После фиксации кисти к АВФ на коже помечали топографо-анатомические

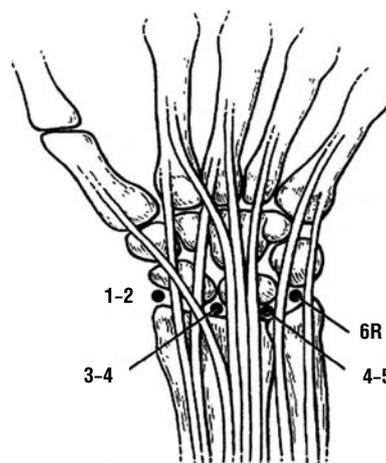


Рис. 1. Стандартные порты, используемые при артроскопии кистевого сустава (адаптировано из [8]).

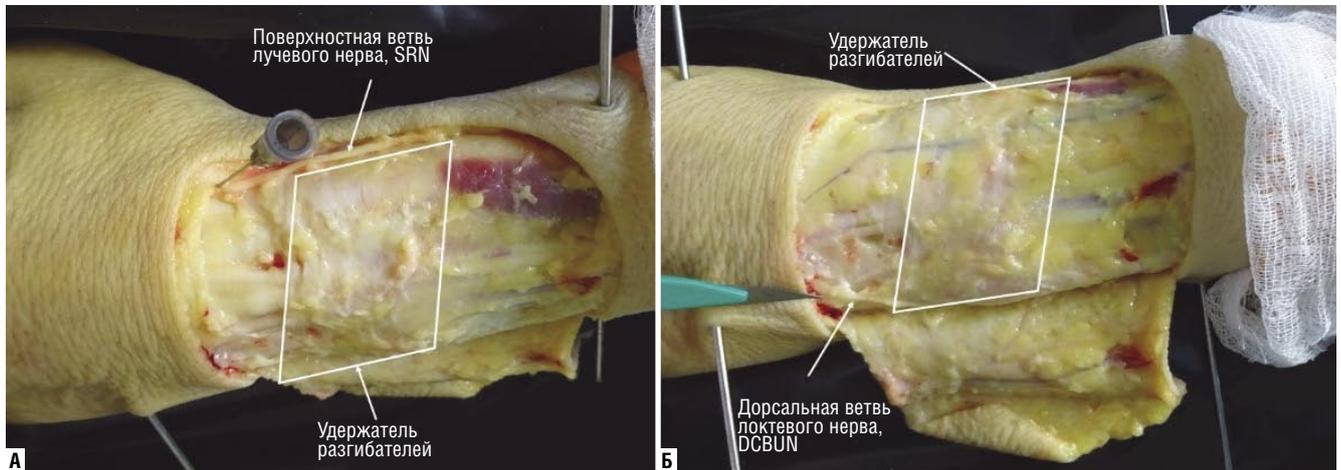


Рис. 2. Расположение: А — поверхностной; Б — дорсальной ветви *n.radialis*.

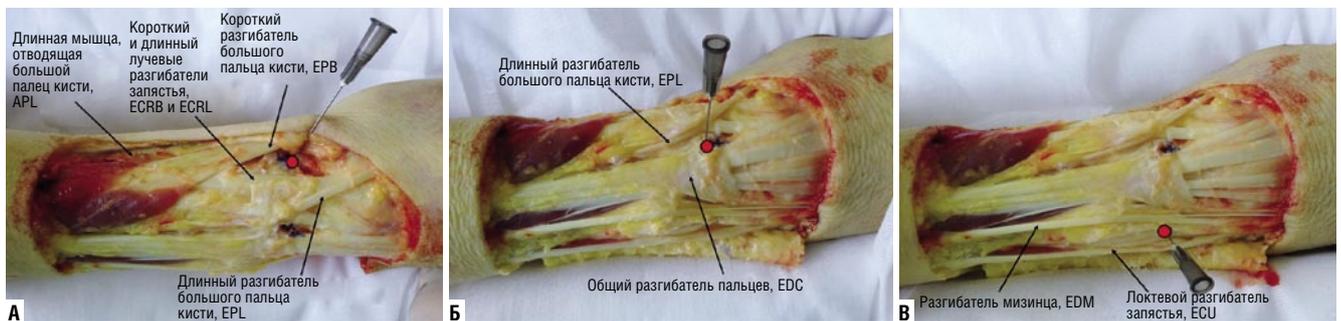


Рис. 3. Расположение артроскопических портов: А — 1–2; Б — 3–4; В — 6R.

ориентеры сухожилий разгибателей, бугорка Листера и других костных образований [9]. После отделения кожного лоскута и обнажения области лучезапястного сустава намечали расположение каждого дорсального артроскопического порта и измеряли расстояние от каждого порта до наиболее значимых анатомических структур, т.е. требующих особого внимания при формировании портов. К ним относят не только основные крупные артерии и нервы (например, *nervus (n.) ulnaris*, *n.medianus*, *arteria (a.) radialis*, *a.ulnaris*), но и чувствительные нервные ветви: ладонная и дорсальная ветвь чувствительной кожной ветви *n.radialis* и дорсальная ветвь *n.ulnaris* (Рис. 2).

Также изучали расстояние от портов до сухожилий *abductor pollicis longus (APL)*, *extensor pollicis brevis (EPB)*, *extensor carpi radialis brevis (ECRB)* и *extensor carpi radialis longus (ECRL)* (Рис. 3).

После всех измерений кистевой сустав фиксировали в АВФ, который представлял собой два полукольца аппарата Илизарова (d до 15 см), соединенных резьбовыми стержнями и смонтированных на двух параллельно расположенных спицах.

Статистический анализ проводили при помощи стандартных методов описательной статистики и непараметрическим *U*-критерием Манна-Уитни для сравнения двух независимых выборок в программе *Jamovi v.2.2.2*.

Результаты

Среднее расстояние от места формирования порта 1–2 до дорсальной и волярной ветвей *n.radialis* составило $3 \pm 1,4$ мм и $4 \pm 2,3$ мм, соответственно. *A.radialis* располагалась в среднем в $3,4 \pm 1,7$ мм от места формирования порта 1–2. Расстояние до сухожилий *APL* и *EPB* составило $4,5 \pm 0,86$ мм, до *ECRB* и *ECRL* — $4,0 \pm 0,74$ мм. После монтажа АВФ расстояние до ближайшей поверхностной ветви *n.radialis* не изменилось: $3 \pm 1,9$ мм, $p = 0,98$ (здесь и далее сравнение до и после наложения АВФ). Расстояния до сухожилий *APL* и *EPB* после тракции в АВФ составило $4,0 \pm 0,66$ мм, а до *ECRB* и *ECRL* — $4,2 \pm 0,53$ мм. Расстояние от 3 до 4 компартмента составило $8,0 \pm 0,44$ мм до наложения АВФ и $6,2 \pm 0,86$ мм после него ($p = 0,25$).

Чувствительные ветви *n.radialis* располагаются на достаточном расстоянии от порта 3–4, что обеспечивает безопасность при выполнении артроскопии: среднее расстояние составило $14 \pm 4,5$ мм. При этом среднее расстояние до *a.radialis* от порта 3–4 достигает $25 \text{ мм} \pm 3,7$ мм. При использовании порта 4–5 риск травмирования чувствительных ветвей *n.radialis* невелик: дорсальная кожная ветвь *n.ulnaris* отходит на расстоянии около 58 ± 14 мм.

Учитывая, что во всех наблюдениях расстояние от портов 3–4 и 4–5 до анатомических структур составило более 1 см, его измерение после наложения АВФ не осу-

ществуялось, поскольку порт был признан «безопасным» с точки зрения риска повреждения нервов и/или сосудов и/или сухожилий.

Наименьшее расстояние до чувствительных ветвей *n. radialis* отмечено при использовании порта 6R: среднее расстояние составило $2 \pm 1,6$ мм. После наложения АВФ среднее расстояние практически не изменилось: $2 \pm 1,8$ мм ($p = 0,93$).

Обсуждение

Ранее в литературе уже были описаны топографо-анатомические исследования на кадаверных материалах. Так Shyamalan и соавт. провел эксперимент на 10 трупных конечностях и сравнил полученные результаты с данными пяти наиболее достоверных исследований [10–15]. Наиболее «опасным» авторы признали порт 1–2, что согласуется с полученными результатами в нашем исследовании: он оказался наиболее близким к поверхностной ветви *n. radialis*, расстояние составило всего $3 \pm 1,4$ мм. Это связано с тем, что чувствительная ветка *n. radialis* выходит из-под плечелучевой мышцы на 5 см проксимальнее шиловидного отростка лучевой кости и далее делится на дорсальную и волярную ветви на расстоянии в среднем 4,6 см от него [15].

При оценке расстояния до сухожилий, нервов или сосудов в нашем исследовании оказалось, что порт 3–4 располагался от них более, чем в 1 см, что позволяет отнести обозначенный порт к «безопасным» для проведения артроскопии, т.е. с минимальным риском повреждения важных структур. Это наблюдение согласуется с данными Shyamalan и соавт., а также Abrams и соавт. [10; 15].

Противоречивой находкой оказалось то, что в нашем исследовании среднее расстояние от порта 6R до чувствительных веточек *n. radialis* составило $2 \pm 1,6$ мм, что может с высокой вероятностью приводить к повреждению обозначенных веточек при формировании этого порта. Несмотря на то, что в литературе порт 6R признается одним из самых «безопасных», в нашем исследовании подтверждений этому получено не было. Тильная ветвь *n. ulnaris* отходит от него на расстоянии около 5,8 см проксимальнее головки локтевой кости, становится подкожной в 5 см от гороховидной кости, затем косо пересекает головку локтевой кости и делится на несколько ветвей (2–4 ветви), которые обеспечивают кожную чувствительность локтевой части кистевого сустава и IV–V пальцев [10]. В ранее рассматриваемом исследовании Shyamalan и соавт. среднее расстояние от порта 6R до чувствительных веточек составило 8 мм [15].

При наложении АВФ и дистракции кистевого сустава до 4 мм не выявлено значимых изменений топографо-анатомических соотношений лучезапястного сустава. Это обусловлено тем, что удерживатель разгибателей фиксирует сухожилия, что препятствует их смещению при внешнем воздействии в условиях АВФ. Подкожные ветви *n. radialis* и дорсальная ветвь *n. ulnaris* не меняли своего расположения и риск их повреждения не возрастал, поскольку они растягивались.

Таким образом, использование АВФ позволяет добиться необходимой для выполнения артроскопии дистракции без применения дополнительного оборудования, а также не изменяет топографоанатомические взаимоотношения в КС. При этом АВФ может обеспечить управляемую тракцию, устранить грубое смещение костных отломков, что способствует более адекватной репозиции. Принимая во внимание полученные данные, мы внедрили изучаемую методику в клиническую практику.

Клиническое наблюдение

Пациент 35 лет поступил в приемное отделение по поводу закрытого внутрисуставного перелома ДМЭЛК с вывихом кисти, переломом шиловидного отростка лучевой кости справа (тип 21B1 по АО/ASIF). Время от получения травмы до поступления в стационар составило около 3 часов. Рентгенограммы пациента при поступлении отражены на рисунке 4.

При поступлении пациенту наложили АВФ на предплечье-кисть и обеспечили дистракцию под контролем ЭОП, что позволило устранить вывих и грубое смещение отломков при адекватном и безопасном расширении суставной щели (на Рис. 5А представлена рентгенограмма после монтажа АВФ).

Через 72 часа пациенту была выполнена артроскопия, во время которой выявлен гемартроз, разволокнение и повреждение (без разрыва) треугольного фиброзно-хрящевого комплекса. Пациенту был выполнен дебридмент, а отломок шиловидного отростка лучевой кости был фиксирован провизорной спицей Киршнера, после чего провели остеосинтез волярной пластиной (интраоперационная рентгенограмма в прямой проекции представлена на Рис. 5Б). При контрольной артроскопии положение установленных винтов было правильным, они не выступали в полость сустава.



Рис. 4. Рентгенограммы кистевого сустава пациента при поступлении в приемное отделение.

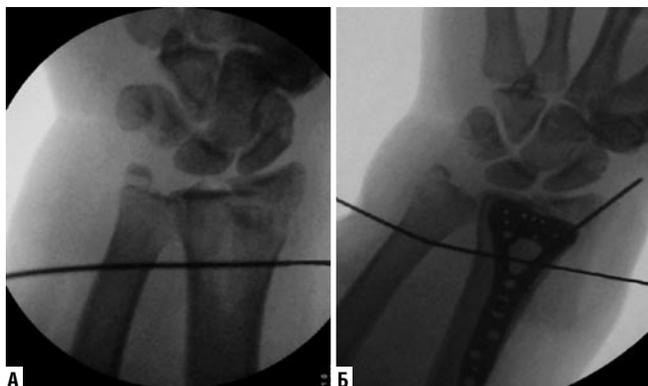


Рис. 5. Рентгенограмма кистевого сустава пациента: А — после монтажа АВФ; Б — интраоперационно (отломок шиловидного отростка лучевой кости фиксирован спицей Киршнера).

Восстановление функции кисти оценили через 3, 6 и 12 месяцев. Уже через 3 месяца отмечено наилучшее восстановление функции сгибания в кистевом суставе (75,8% от здоровой конечности), функция разгибания восстанавливалась несколько медленнее (65,0% от здоровой конечности через 3 месяца). Через 12 месяцев после операции пациент смог вернуться к привычному для профессионального спортсмена образу жизни.

Заключение

Таким образом, доказана безопасность выполнения артроскопии в условиях АВФ. Предложенная методика не влияла на взаимное расположение анатомических структур кистевого сустава и не приводила к увеличению риска их повреждения в ходе артроскопии. Клиническое наблюдение позволило оценить возможность практического применения предложенной методики. В результате проведенного лечения у пациента отмечается восстановление функции кисти, сопоставимое с традиционным методом distraction, однако, экономическая составляющая и техническая простота делает использование АВФ в качестве траекционного устройства более актуальным.

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

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Bushnell BD, Bynum DK. Malunion of the distal radius. *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* 2007; 15(1): 27-40. doi: 10.5435/00124635-200701000-00004.
- Sander AL, Leiblein M, Sommer K, et al. Epidemiology and treatment of distal radius fractures: current concept based on fracture severity and not on age. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2020; 46: 585-590. doi: 10.1007/s00068-018-1023-73.
- Bales JG, Stern PJ. Treatment strategies of distal radius fractures. *Hand Clin.* 2012; 28(2): 177-84. doi: 10.1016/j.hcl.2012.02.003.
- Augé WK 2nd, Velázquez PA. The application of indirect reduction techniques in the distal radius: the role of adjuvant arthroscopy. *Arthroscopy.* 2000; 16(8): 830-835. doi: 10.1053/JARS.2000.17717.
- Ono H, Furuta K, Fujitani R, et al. Distal radius fracture arthroscopic intra-articular displacement measurement after open reduction and internal fixation from a volar approach. *Journal of Orthopaedic Science.* 2010; 4(15): 502-508. doi: 10.1007/s00776-010-1484-y.
- Seigerman D, Lutsky K, Fletcher D, et al. Complications in the Management of Distal Radius Fractures: How Do We Avoid them? *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine.* 2019; 2(12): 204-212. doi: 10.1007/s12178-019-09544-8.
- Abe Y. Plate presetting and arthroscopic reduction technique (PART) for treatment of distal radius fractures. *Handchir Mikrochir Plast Chir.* 2014; 46(5): 278-285. doi: 10.1055/s-0034-1387705.
- Gupta R, Bozentka DJ, Osterman AL. Wrist arthroscopy: principles and clinical applications. *J Am Acad Orthop Surg.* 2001; 9(3): 200-209. doi: 10.5435/00124635-200105000-00006.
- Randelli P, Dejour D. *Arthroscopy.* Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2016: 931-934.
- Abrams RA, Petersen M, Botte MJ. Arthroscopic portals of the wrist: an anatomic study. *J Hand Surg Am.* 1994; 19(6): 940-4. doi: 10.1016/0363-5023(94)90093-0.
- Auerbach DM, Collins ED, Kunkle KL, et al. The radial sensory nerve. An anatomic study. *Clin Orthop Relat Res.* 1994; 308: 241-249.
- Bushnell BD, Bynum DK. Malunion of the distal radius. *J Am Acad Orthop Surg.* 2007; 15(1): 27-40. doi: 10.5435/00124635-200701000-00004.
- Ehlinger M, Rapp E, Cognet JM, et al. Transverse radioulnar branch of the dorsal ulnar nerve: anatomic description and arthroscopic implications from 45 cadaveric dissections. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 2005; 91(3): 208-214. doi: 10.1016/s0035-1040(05)84306-5.
- Kiliç A, Kale A, Usta A, et al. Anatomic course of the superficial branch of the radial nerve in the wrist and its location in relation to wrist arthroscopy portals: a cadaveric study. *Arthroscopy.* 2009; 25(11): 1261-4. doi: 10.1016/j.arthro.2009.05.015.
- Shyamalan G, Jordan RW, Kimani PK, et al. Assessment of the structures at risk during wrist arthroscopy: a cadaveric study and systematic review. *J Hand Surg Eur Vol.* 2016; 41(8): 852-828. doi: 10.1177/1753193416641061.