

МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ И ПРИНЦИПЫ ЛЕЧЕНИЯ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ДИСТАЛЬНОГО ЛУЧЕЛОКТЕВОГО СУСТАВА У ДЕТЕЙ

Семенов С.Ю.^{1,2}, Прощенко Я.Н.¹

¹ФГБУ «НИДОИ имени Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург, e-mail: info@roturner.ru;

²ГБУЗ «Детская городская больница № 22», Санкт-Петербург, e-mail: dgb22@rambler.ru

Дистальный лучелоктевой сустав (ДЛЛС) входит в состав кистевого сустава, стабильность ДЛЛС придают такие структуры, как треугольный фиброзно-хрящевой комплекс (ТФХК), локтевой разгибатель кисти, межкостная мембрана, квадратный пронатор предплечья, а также ладонные и тыльные лучелоктевые связки. По мнению авторов, травматический тип нестабильности ДЛЛС у детей наиболее часто возникает при «свежих» переломах и переломовывихах дистальных структур локтевой и лучевой костей, в результате которых происходит повреждение стабилизаторов ДЛЛС. В зависимости от характера травмы костей предплечья головка локтевой кости может вывихиваться в ладонную или тыльную сторону – волярный или дорзальный типы смещения. Посттравматическая нестабильность ДЛЛС формируется вследствие неправильно срастающихся переломов и остановки роста одной из костей предплечья. В отдельную группу авторы выделяют изолированное повреждение стабилизаторов ДЛЛС без предшествующего перелома костей предплечья. В статье представлен анализ литературных данных о методах диагностики и принципах лечения нестабильности дистального лучелоктевого сустава у детей. Отсутствие четко обоснованной тактики обследования и диагностического алгоритма, нацеленного на обнаружение поврежденных структур ДЛЛС у детей, а также данных об эффективных методиках лечения нестабильности в ДЛЛС, направленных на восстановление функции кистевого сустава, обуславливает актуальность исследования данной патологии у пациентов детского возраста.

Ключевые слова: кистевой сустав, треугольный фиброзно-хрящевой комплекс, травма, нестабильность, дети

DIAGNOSTIC METHODS AND TREATMENT PRINCIPLES FOR DISTAL RADIOULNAR JOINT INSTABILITY IN CHILDREN

Semenov S.Ju.^{1,2}, Proshchenko Ya.N.¹

¹The Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, Saint Petersburg, e-mail: info@roturner.ru;

²State Budgetary Institution of Healthcare «Children's City Hospital №22», St. Petersburg, e-mail: dgb22@rambler.ru

The distal radioulnar joint (DRUJ) is a part of the wrist joint, the stability of DRUJ is provided by the triangular fibrocartilage complex (TFCC), the ulnar extensor of the hand, the interosseous membrane, square pronator of the forearm and the volar and dorsal radioulnar ligaments. According to the authors, traumatic type of the DRUJ instability in children most often occurs with "fresh" fractures and fractures-dislocations of the distal structures of the ulnar and radial bones, which result in damage to the stabilizers of the DRUJ. Depending on the nature of the injury to the bones of the forearm, the head of the ulnar bone can dislocate to the palmar or back side - the volar or dorsal types of displacement. Posttraumatic DRUJ instability is formed due to improperly passionate fractures and stunting of one of the forearm bones. In a separate group, the authors distinguish isolated damage to the stabilizers of the DRUJ without a previous fracture of the forearm bones. The article presents an analysis of literature on the methods of diagnosis and principles of treatment of instability DRUJ in children. It makes out the absence of a clearly substantiated examination tactics, a diagnostic algorithm aimed at identifying damaged structures of the DRUJ, and the lack of evidence effective methods of treating instability in the DRUJ, aimed at restoring wrist joint function, which leads to the relevance of research on this pathology in pediatric patients.

Keywords: wrist joint, triangular fibrocartilage complex, trauma, instability, children.

В литературе последних лет все чаще поднимается вопрос о лечении детей с нестабильностью дистального лучелоктевого сустава (ДЛЛС). При этом нужно пояснить, что НДЛЛС – дисгармоничное взаимодействие структур кистевого сустава на уровне ДЛЛС, которое приводит к нарушению функции вследствие патологической дислокации локтевой или лучевой кости и может являться причиной как болевого синдрома, так и раннего

развития артроза кистевого сустава [1].

Дистальный лучелоктевой сустав входит в состав кистевого сустава, относится к цилиндрическим суставам и представлен головкой локтевой кости и сигмовидной вырезкой лучевой кости [2]. Szabo R.M. описал ДЛЛС как сустав с «природной нестабильностью», что в первую очередь относится к его костной структуре [3], так как радиус кривизны сигмовидной вырезки лучевой кости превышает радиус головки локтевой кости на 4–7 мм [4]. Это позволило сделать вывод о важности именно мягкотканых структур в стабилизации ДЛЛС – треугольного фиброзно-хрящевого комплекса (ТФХК), локтевого разгибателя кисти, межкостной мембраны, квадратного пронатора предплечья, ладонных и дорзальных радиоульнарных связок.

По мнению авторов, нестабильность ДЛЛС у детей наиболее часто возникает при переломах и переломовывихах дистальных структур локтевой и лучевой костей (травматический тип нестабильности), в результате которых происходит повреждение указанных мягкотканых структур, что и приводит к развитию нестабильности в дистальном лучелоктевом суставе [5, 6, 7, 8].

Другими причинами развития поздней посттравматической нестабильности ДЛЛС служат неправильно срастающиеся переломы и остановки роста одной из костей предплечья [7-9].

В отдельную группу авторы выделили нестабильность в дистальном лучелоктевом суставе, возникающую в результате изолированного повреждения стабилизаторов ДЛЛС [5, 8].

Таким образом, нужно подчеркнуть, что есть три основные причины травматического характера, которые приводят к развитию нестабильности дистального лучелоктевого сустава у детей.

J. K. Andersson с соавт. (2014) провели ретроспективное исследование 85 детей и подростков в возрасте 6,7–17,8 года (средний возраст 14 лет) с НДЛЛС после травматических повреждений и установили, что сроки от получения острой травмы запястья до постановки диагноза нестабильности в ДЛЛС могут составлять от 0 до 18 лет (в среднем 3 года) [8]. В свою очередь ошибки в диагностике повреждений дистального лучелоктевого сустава у детей увеличивают сроки течения заболевания, приводят к значительным нарушениям функции кистевого сустава и повышению количества застарелых повреждений, что и обуславливает актуальность представленной патологии у детей [10].

Целью данного исследования является анализ литературы на предмет выявления диагностических критериев нестабильности ДЛЛС и методик их лечения у детей.

Одним из методов диагностики травматической нестабильности дистального лучелоктевого сустава является клинический метод [11]. При острой травме ребенок

предъявляет жалобы на боли, объективно визуализируются отек и деформация в области локтевого края кистевого сустава [12]. Предплечье находится в вынужденном положении – разогнуто в локтевом суставе, проносупинационные движения невозможны, определяется симптом «локтевой борозды». При попытках ротационных движений определяются пружинящее сопротивление и неподвижность в ДЛЛС. В зависимости от характера травмы костей предплечья головка локтевой кости может смещаться в ладонную или тыльную сторону – волярный или дорзальный типы (рис. 1) [13].



Рис. 1. Вывих головки локтевой кости (волярный тип)

В случае застарелого повреждения структур ДЛЛС авторы рекомендуют проводить диагностические тесты. «Стресс-тест» на стабильность ДЛЛС заключается в оценке степени подвижности локтевой кости в сагиттальной плоскости в положении крайней ротации предплечья (рис. 1). При повреждении стабилизаторов дистального лучелоктевого сустава имеются болезненность и выраженная подвижность головки локтевой кости относительно лучевой – так называемый симптом клавиши пианино [14]. С помощью «пресс-теста» оценивается повреждение диска треугольного фиброзно-хрящевого комплекса. Пациент, сидя на стуле, опирается на него ладонной поверхностью локтевого края запястья, пытаясь приподняться с помощью рук (рис. 2). При появлении болей в области локтевого края запястья тест считается положительным [15]. Проведение описанных тестов у детей младшей возрастной группы может быть затруднено и часто невыполнимо в связи с беспокойством ребенка во время осмотра.



Рис. 2. Стресс-тест



Рис. 3. Пресс-тест

Первичным наиболее доступным и распространенным инструментальным методом исследования дистального лучелоктевого сустава является традиционная рентгенография [16, 17]. Этот метод позволяет выявить и охарактеризовать переломы локтевой и лучевой костей, нарушение правильных соотношений в суставе, т.е. только заподозрить повреждение мягкотканых структур при выявлении изменений положения и формы костей. Исследование проводят в двух стандартных проекциях и в косой проекции (S-проекция – угол наклона в тыльную или ладонную сторону – 45°). Рентгенография в S-проекции помогает выявить «тонкие» линии переломов, надломов, а также визуализировать те отделы костей, которые не видны на рентгенограммах в стандартных проекциях [16]. Сравнительную рентгенографию со здоровым суставом используют в случаях затруднений в постановке диагноза [18]. Для уточнения степени децентрации головки локтевой кости на уровне ДЛЛС авторы [10] предлагают проводить рентгенфункциональное исследование в положении ее вывиха (рис. 4), т.е. в положении пронации или супинации предплечья.



Рис. 4. Функциональная рентгенограмма лучезапястного сустава

Вывих• головки• локтевой• кости (смещение• головки• более• $\frac{1}{2}$ диаметра)

Методика контрастной рентгеновской артрографии ДЛЛС у детей в литературе не

описана и не применяется.

Компьютерная томография при данном заболевании является дополнительным методом диагностики, который дает возможность оценить степень смещения отломков при травме, а также используется для планирования хирургического лечения [17]. Из-за почти одинаковой рентгеновской плотности мягкотканых структур и низкой степени контрастности мягких тканей при компьютерной томографии не удастся получить достоверную информацию о повреждениях фиброзно-хрящевых структур, связок, сухожилий, мышц. Основным КТ-признаком повреждения связок считается наличие краевых костных дефектов или небольших фрагментов при отрывах связок в месте их прикрепления [19]. В случае застарелых повреждений ДЛЛС можно также выявить децентрацию головки локтевой кости и ее ротационное смещение (рис. 5) [10].

Для выявления повреждений мягкотканых структур ДЛЛС используют ультразвуковой метод. Преимуществами этого метода являются относительно низкая себестоимость исследования, отсутствие лучевой нагрузки, неинвазивность, быстрота и необременительность проведения исследования для пациента [19]. С помощью сонографии возможно оценить равномерность суставной щели, наличие выпота в суставе, исследовать ТФХК и его анатомические особенности, а также выявить повреждения; возможно визуализировать сухожилия и периферические нервы области кистевого сустава [17]. Отрицательными сторонами УЗ-метода исследования при нестабильности дистального лучелоктевого сустава у детей являются отсутствие возрастных критериев оценки, высокая операторо- и приборозависимость, высокая вероятность появления артефактов изображения при нарушении методики исследования [19].

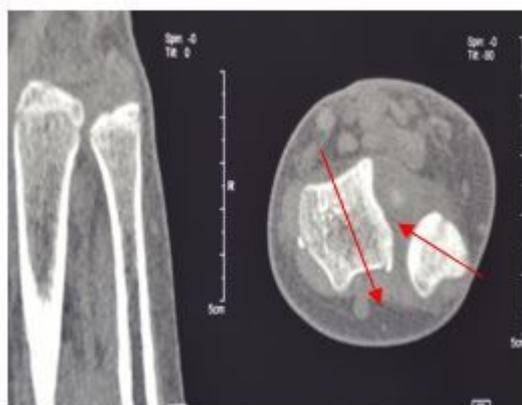


Рис. 5. Компьютерная томография ДЛЛС. Вывих головки локтевой кости (ротационное смещение)

В настоящее время магнитно-резонансная томография (МРТ) является безвредным, неинвазивным, высокочувствительным методом диагностики повреждений ДЛЛС с

возможностью прямого отображения нормальной анатомии и патологии мягкотканых структур [20]. МРТ позволяет получить изображения любой ориентации и толщины среза (до 1 мм), в том числе и трехмерные изображения; благодаря различным импульсным последовательностям возможно оценить характер повреждений как мягкотканых, так и костных структур сустава.

У детей младшей возрастной группы, а также у тревожных пациентов требуется применение анестезиологического пособия при проведении магнитно-резонансной томографии, поэтому в этих случаях неинвазивность данного метода условна. Также к недостаткам метода следует отнести невозможность оценки качества проведенного лечения, выявления патологии при наличии металлических предметов (спиц, пластин и др.) непосредственно в зоне исследования (из-за выраженных артефактов от них), исключение составляют изделия из титана [21].

По данным некоторых авторов, именно треугольный фиброзно-хрящевой комплекс является основным стабилизатором дистального лучелоктевого сустава [22]. Golimbu и соавторы в своих исследованиях пришли к выводу о 95%-ной точности диагностики повреждения треугольного фиброзно-хрящевой комплекса с помощью МРТ-исследования [23]. Другие авторы считают, что МРТ все еще недостаточно чувствительна и неспецифична для диагностики разрывов треугольного фиброзно-хрящевой комплекса [24, 25].

Авторы [26] утверждают, что диагностическая артроскопия должна быть использована в качестве «золотого стандарта» для выявления повреждения ТФХК как у взрослых, так и у детей старшей возрастной группы.

A.L. Ramavath с соавт. (2017) в своем ретроспективном исследовании сравнивали результаты артроскопической диагностики кистевого сустава с предоперационным клиническим и МР-исследованием у детей и подростков. Артроскопия кистевого сустава была выполнена 32 пациентам (2 мальчикам и 30 девочкам). Средний возраст составил 12,7 года (8–15 лет). Повреждение ТФХК при клиническом осмотре было установлено у 22 пациентов, но при артроскопии было подтверждено только в 16 случаях, что свидетельствует об отсутствии специфичности клинического метода исследования. Из 24 МР-исследований кистевого сустава повреждение ТФХК было идентифицировано у 16 пациентов, и все эти повреждения были подтверждены при артроскопии. На основании результатов были сделаны выводы, что МРТ имеет высокую чувствительность и специфичность при диагностике повреждений ТФХК [27].

Считается, что основным методом лечения детей с травматическим типом нестабильности дистального лучелоктевого сустава вследствие переломов костей предплечья является консервативный, который включает закрытую репозицию и гипсовую

иммобилизацию [28]. Однако, по мнению некоторых авторов [8, 29], отмечено большое количество неудовлетворительных результатов применения этого метода вплоть до инвалидизации. Переломы костей предплечья, сопровождающиеся внутрисуставными нарушениями в дистальном лучелоктевом суставе, нуждаются в точном сопоставлении отломков. Для анатомического восстановления длины костей предплечья используют различные методики: аппараты наружной фиксации, открытую репозицию, корригирующую остеотомию и стабилизацию отломков фиксаторами [8, 10, 29, 30, 31].

Авторы [32] описывают такие методы лечения нестабильности ДЛЛС у взрослых, как резекция головки локтевой кости (Darach, 1912), артродез ДЛЛС (Sauve, Kapandji, 1936), гемирезекционная интерпонирующая артропластика ДЛЛС (Bowers, 1985). У детей данные типы операций не применяются из-за большого количества осложнений.

Для стабилизации локтевой кости В.Ю. Никитин и М.П. Ломая (2007) описали разработанную ими операцию с использованием аутосухожилия локтевого разгибателя и пришли к выводу, что данная методика высокоэффективна, патогенетически обоснована и может применяться во всех возрастных группах [33].

Каемрфен с соавторами (2014) описали хирургический метод стабилизации ДЛЛС с помощью аутосухожилия плечелучевой мышцы – модифицированный вариант техники, предложенной Burke [34]. Методика была применена у одного пациента в возрасте 15 лет с ювенильным идиопатическим артритом, сочетающимся с НДЛЛС. Спустя три месяца наблюдения после оперативного лечения НДЛЛС клинически не проявлялась [35].

При ульнокарпальном импинджменте (ulna+ вариант – удлинение локтевой кости относительно лучевой) Feldon предложил выполнять резекцию дистального конца локтевой кости, так называемую вафельную (или укорачивающую) диафизарную остеотомию локтевой кости [36].

Miller с соавторами (2018) сообщили об успешном лечении нестабильности ДЛЛС у 7 детей в возрасте 8–12 лет с угловой деформацией лучевой кости в диапазоне 5–20°. Анатомическое восстановление оси выполняли с помощью корригирующей остеотомии лучевой кости. В отдаленном периоде наблюдения – от 1 до 5,7 года (в среднем 3,85 года) – у всех прооперированных пациентов ДЛЛС был стабилен и ни один из пациентов не нуждался во втором этапе оперативного вмешательства [12].

Артроскопия кистевого сустава как метод диагностики и лечения повреждений стабилизаторов ДЛЛС у детей и подростков мало освещена в современной отечественной литературе. Тем не менее имеются публикации зарубежных авторов о применении артроскопии кистевого сустава при повреждениях ТФХК у детей.

По данным исследования Faag с соавт., 33 пациентам в возрасте 9,8–17,9 года (средний

возраст 14,6 года) с хроническими, резистентными болями в области запястья было выполнено 34 артроскопии кистевого сустава и выявлено 28 повреждений треугольного фиброзно-хрящевого комплекса. В 58,9% случаев (n=20) повреждения носили травматический характер, в 41,1% случаев (n=8) – дегенеративный. Авторы утверждают, что артроскопия является обязательной процедурой, которая должна быть использована как для диагностики, так и для лечения повреждений мягкотканых структур кистевого сустава у детей [29].

М. Wu с соавт. (2019) обследовали 149 детей с посттравматическим болевым синдромом в области запястья. Всем пациентам была выполнена артроскопия кистевого сустава и выявлено 153 повреждения ТФХК. Средний возраст детей на момент операции составил 15,5 года (от 7 до 18 лет). В 26% случаев (n=40) был выполнен дебридмент ТФХК, в 68% случаев (n=105) – артроскопически ассоциированное (n=81) или открытое восстановление ТФХК (n=24), в 6% случаев (n=9) применялись оба метода лечения. В 51% случаев (n=78) потребовались хирургические вмешательства на костях предплечья – укорачивающая остеотомия локтевой кости (40%) и удаление несрастающегося шиловидного отростка локтевой кости (39%) с восстановлением ТФХК. На основании проведенного исследования авторы пришли к выводу, что хирургическое лечение повреждений ТФХК у детей и подростков приводит к уменьшению боли, улучшению движений и стабильности в ДЛЛС, а также к хорошим функциональным результатам у большинства пациентов [37].

Заключение

Из представленного литературного материала видно, что у детей нет четко обоснованной тактики обследования, нет диагностического алгоритма, нацеленного на выявление поврежденных структур ДЛЛС, отсутствуют данные об эффективных методиках лечения различных типов нестабильности в дистальном лучелоктевом суставе, направленных на восстановление функции сустава, что обуславливает актуальность исследования данной патологии у детей.

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

Список литературы

1. Проценко Я.Н. Вывих головки локтевой кости у детей – заблуждение или реальность? Дистальный лучелоктевой сустав: биомеханика и функциональная анатомия // Детская хирургия. 2014. №2. С. 43-45.
2. Капанджи А.И. Верхняя конечность. Физиология суставов. Том 1. М.: Эксмо, 6-е издание, 2014. 368 с.

3. Szabo R.M. Distal radioulnar joint instability. J. Bone Joint Surg. 2006. V.88. no.4. P. 884–994.
4. Huang J.I., Hanel D.P. Anatomy and biomechanics of the distal radioulnar joint. Hand. Clin. 2012. V.28. no.2. P.157-163.
5. Проценко Я.Н. Причины развития нестабильности в дистальном лучелоктевом суставе у детей // Детская хирургия. 2015. №1. С.28-30.
6. Zyluk A., Piotuch B. Distal radioulnar joint instability: a review of literature. Pol. Orthop. Traumatol. 2013. V.78. P.77-84.
7. Zimmerman R.M., Jupiter J.B. Instability of the distal radioulnar joint. J. Hand. Surg. Eur. 2014. V.39. no. 7. P.727-738. DOI: 10.1177/1753193414527052.
8. Andersson J. K., Lindau T., Karlsson J. and Friden J. Distal radioulnar joint instability in children and adolescents after wrist trauma J. Hand Surg Eur. 2014. V.XXE(X). DOI: 10.1177/1753193413518707.
9. Гарбуз И.Ф. Специфика повреждений костей верхней конечности через зону роста у детей // Вестник Приднестровского университета. Серия: Медико-биологические и химические науки. 2015. №2. С.37-42.
10. Проценко Я.Н. Механизм возникновения травматической нестабильности в дистальном лучелоктевом суставе у детей // Вестник экспериментальной и клинической хирургии. 2015. № 2 С. 217-221.
11. Маркс В.О. Ортопедическая диагностика: Руководство-справочник. Мн.: Наука и техника, 1978. 512 с.
12. Miller A., Lightdale-Miric N., Eismann E., Carr P., James K.L., Outcomes of Isolated Radial Osteotomy for Volar Distal Radioulnar Joint Instability Following Radial Malunion in Children J. Hand Surg. Am. 2018. V.43. no.1. DOI: 10.1016/j.jhsa.2017.07.012.
13. Wijffels M., Brink P., Schipper I. Clinical and non-clinical aspects of distal radioulnar joint instability. Open Orthop J. 2012. V.6 no.1. P. 204-210.
14. Lester B., Halbrecht J., Levy I.M. «Press test» for diagnosis of TFCC tears of the wrist. Ann. Plast. Surg. 1995. V. 25. no.1. P. 41 -45.
15. Садофьева В.И. Нормальная рентгеноанатомия костно-суставной системы детей. Л.: Медицина, 1990. 94 с.
16. Труфанов Г.Е., Пчелин И.Г., Кадубовская Е.А. Лучевая диагностика повреждений и заболеваний лучезапястного сустава и запястья. СПб.: ЭЛБИ-СПб. 2013. 496 с.
17. Кадубовская Е.А. Современные возможности лучевой диагностики повреждений связок области лучезапястного сустава (обзор литературы) // Травматология и ортопедия России. 2010. №4. С.93-101.

18. Скороглядов А.В., Магдиев Д.А., Еськин Н.А. Чуловская И.Г., Егиазарян К.А. Диагностика и лечение повреждений дистального лучезапястного сустава // Травматология и ортопедия России. 2010. №4. С. 59-65.
19. Еськин Н.А. Ультразвуковая диагностика в травматологии и ортопедии /Н.А. Еськин; под ред. С.П. Миронова. М.: Соц.-полит. МЫСЛЬ, 2009. 440 с.
20. Кадубовская Е.А. Магнитно-резонансная диагностика повреждений трехгранного фиброзно-треугольного комплекса при травме лучезапястного сустава // Травматология и ортопедия России. 2010. №1. С.58-61.
21. Berquist T.H. MRI of the hand and wrist. Philadelphia, USA: Lippincott Williams & Wilkins, 2003. 292 p.
22. Haugstvedt J.R., Langer M.F., Berger R.A. Distal radioulnar joint: functional anatomy, including pathomechanics. Journal of Hand Surgery (European Volume). 2017. V.42. no.4. P.338-345. DOI:10.1177/1753193417693170.
23. Golimbu C.N., Firooznia H, Melone C.P.Jr., Rafii M., Weinreb J., Leber C. Tears of the triangular fibrocartilage of the wrist: MR imaging. Radiology. 1989. V.173. no.3. P. 731-733. DOI: 10.1148/radiology.173.3.2813778.
24. Hobby JL, Tom BD, Bearcroft PW, Dixon AK. Magnetic resonance imaging of the wrist: Diagnostic performance statistics. Clin. Radiol. 2001. V.56. no.1. P.50–57.
25. Hahn P, Häusler A, Bruckner T, Unglaub F. Quality rating of MRI regarding TFCC lesions in the clinical practice. Handchir Mikrochir Plast Chir. 2012. V.44 no.1. P.310–313.
26. Farr S., Grill F., Girsch W. Wrist arthroscopy in children and adolescents: a single surgeon experience of thirty-four cases. Int. Orthop. 2012. V.36. no.1. P.1215–1220.
27. Ramavath A.L., Unnikrishnan P.N., George H. L., Sathyamoorthy P., Bruce C.E. Wrist Arthroscopy in Children and Adolescent With Chronic Wrist Pain: Arthroscopic Findings Compared With MRI. J. Pediatr Orthop. 2017. V.37. no.5. P. 321-325.
28. Cheng P.G, Chang W.N, Lin H.S., Wu S.K., Wang M.N. Traumatic Separation of the Distal Ulnar Physis in Children: A New classification for Displaced Volar-Flexion Injuries. J. Orthop. Trauma. 2014. V.28. no.8. P. 476-480.
29. Muratli H.H., Yağmurlu M.F., Yüksel H.Y. et al. Treatment of childhood unstable radius distal metaphysis fractures with closed reduction and percutaneous Kirschner wires. Acta Orthop Traumatol Turc. 2002. V.36. no.1. P.52-57.
30. Sinikumpu J.J., Serlo W. J. The shaft fractures of the radius and ulna in children: current concepts. Pediatr Orthop. B. 2015. V.24. no.3. P. 200-206. DOI: 10.1097/BPB.000000000000016.
31. Storelli D.A., Bauer A.S., Lattanza L.L., McCarroll H.R. Jr. The Use of Computer-aided Design and 3-Dimensional Models in the Treatment of Forearm Malunions in Children. Tech Hand

Up Extrem Surg. 2015. V.19. no.1. P.23-26.

32. Магдиев Д.А., Егизарян К.А. Лечение повреждений дистального лучезапястного сустава // Новости хирургии. 2011. №3. С.111-117.

33. Никитин В.Ю., Ломая М.П. Паллиативные операции при лечении застарелых повреждений и заболеваний дистального лучелоктевого сочленения // Травматология и ортопедия России. 2007. №2. С.74-77.

34. Burke C.S., Gupta A. Buecker P. Distal ulna giant cell tumor resection with reconstruction using distal ulna prosthesis and brachioradialis wrap soft tissue stabilization. Hand. 2009. V.4 no.4. P. 410–414.

35. Kaempfen, A., Smith, G. An elegant method of distal radio-ulnar joint stabilization: technical refinement for the brachioradialis wrap around flap. Journal of Hand Surgery (European Volume). 2014. V.40. no.9. P. 1002–1003. DOI:10.1177/1753193414559494.

36. Feldon P., Terrono A.L., Belsky M.R. Wafer distal ulna resection for triangular fibrocartilage tears and/or ulna impaction syndrome. J. Hand Surg. [Am.]. 1992. V. 17. no 4. P. 731-737.

37. Wu M., Miller P.E., Waters P.M., Bae D.S. Early Results of Surgical Treatment of Triangular Fibrocartilage Complex Tears in Children and Adolescents. J. Hand Surg. Am. 2019. pii: S0363-5023(18)30007-8. DOI:10.1016/j.jhsa.2019.06.019.