

ДИСТАЛЬНАЯ МЕЖКОСТНАЯ МЕМБРАНА ПРЕДПЛЕЧЬЯ: АНАТОМИЯ, БИОМЕХАНИКА, ДИАГНОСТИКА

И.О. Голубев, Н.Ю. Матвеева, М.Л. Максаров

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва

Актуальность. Последние исследования показывают, что даже при повреждении структур треугольного фиброзно-хрящевого комплекса (первичного стабилизатора) в ряде случаев не развивается нестабильность дистального лучелоктевого сустава. Исследования, проведенные рядом авторов, доказывают, что на стабильность сустава может влиять дистальная межкостная мембрана предплечья и быть для него вторичным стабилизатором.

Цель исследования. На анатомическом материале изучить вариабельность в строении дистальной межкостной мембраны предплечья и определить влияние дистальной межкостной мембраны на стабильность дистального лучелоктевого сустава. С помощью ультразвукового исследования определить вариабельность строения дистальной межкостной мембраны предплечья.

Материалы и методы. Материалом для исследования стали 10 пар анатомических препаратов верхних конечностей. Функциональную состоятельность оценивали путем пассивного вращения анатомического материала предплечья. Наблюдали изменения натяжения дистальной межкостной мембраны, ее дополнительных образований и капсулы дистального лучелоктевого сустава. В качестве инструментального метода визуализации дистальной межкостной мембраны предплечья и ее структур было выбрано ультразвуковое исследование. В ходе проведенной работы были обследованы 30 добровольцев обоих полов и разных возрастов. Исследование проводили с максимальной пронацией (положение датчика тыльное) и максимальной супинацией (положение датчика ладонное).

Результаты. В ходе проведенного анатомического исследования определено, что в 6 парах анатомического материала дистальная межкостная мембрана представляет собой тонкую прозрачную соединительнотканную структуру. Дополнительных образований в виде утолщения не выявлено. В 4 парах препаратов, что составило 40 % общего количества в дистальной межкостной мембране, имелись дополнительные образования в виде утолщений мембраны — это дистальный косой пучок и дистальный лучелоктевой тракт. При проведении функционального исследования было выявлено: при пронации предплечья происходит натяжение дистальной мембраны и дорзальной капсулы, что в свою очередь удерживает головку локтевой кости в сигмовидной вырезке лучевой кости. Проведя ультразвуковое исследование определена вариабельность в строении дистальной межкостной мембраны предплечья. Дистальный косой пучок визуализируется как линейное гиперэхогенное образование. Из 30 обследуемых данное образование было выявлено у 13 женщин (92,8 %) и 1 мужчины (7,1 %), что в процентном соотношении составило 43 %.

Заключение. Проведя анатомическое исследование, определили вариабельность в строении дистальной межкостной мембраны предплечья в виде наличия утолщений — дистального косого пучка и дистального лучелоктевого тракта, и определили влияние данных структур на стабильность дистального лучелоктевого сустава. Проведя ультразвуковое исследование, также выявили особенности в строении дистальной межкостной мембраны в виде гиперэхогенного образования.

Ключевые слова: дистальная межкостная мембрана предплечья; дистальный косой пучок; дистальный лучелоктевой сустав.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: государственное бюджетное финансирование.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Голубев И.О., Матвеева Н.Ю., Максаров М.Л. Дистальная межкостная мембрана предплечья: анатомия, биомеханика, диагностика // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2020;27(4):65-72. doi: <https://doi.org/10.17816/vto50766>

DISTAL INTEROSSEOUS MEMBRANE OF THE FOREARM: ANATOMY, BIOMECHANICS, DIAGNOSTICS

I.O. Golubev, N.Yu. Matveeva, M.L. Maksarov

Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia

Relevance. Recent studies show that even with damage to the structures of the triangular fibrocartilaginous complex (primary stabilizer), instability of the distal ray-elbow joint does not develop in some cases. Studies

carried out by a number of authors prove that the distal interosseous membrane of the forearm can influence the stability of the joint and be a secondary stabilizer for it.

Aim of the study. To study the variability in the structure of the distal interosseous membrane of the forearm using anatomical material and determine the effect of the distal interosseous membrane on the stability of the distal ray-elbow joint. Using ultrasound to determine the variability of the structure of the distal interosseous membrane of the forearm.

Materials and methods. Material for our study was 10 pairs of anatomical specimens of the upper extremities. The functional viability was assessed by passive rotation of the anatomical material of the forearm. Changes in the tension of the distal interosseous membrane, its additional formations and the capsule of the distal ray-elbow joint were observed. Ultrasound was chosen as an instrumental method for visualizing the distal interosseous membrane of the forearm and its structures. In the course of this work, 30 volunteers of both sexes and different ages were examined. The study was carried out: maximum pronation (position of the sensor back) and maximum supination (position of the sensor palmar).

Results. In the course of the anatomical study, we determined that in 6 pairs of anatomical material, the distal interosseous membrane is a thin transparent connective tissue structure. No additional formations in the form of thickening were found. In 4 pairs of preparations, which amounted to 40% of the total amount in the distal interosseous membrane, there were additional formations in the form of thickening of the membrane — this is the distal oblique bundle and the distal ray-ulnar tract. During the functional study, it was revealed that during pronation of the forearm, the distal membrane and dorsal capsule are stretched, which in turn holds the head of the ulna in the sigmoid notch of the radius. After conducting ultrasound, we determined the variability in the structure of the distal interosseous membrane of the forearm. The distal oblique bundle is visualized as a linear hyperechoic formation. Of the 30 surveyed, this formation was identified in 13 women (92.8%) and 1 man (7.1%), which in percentage terms was 43%.

Conclusion. After conducting anatomical examination, we determined the variability in the structure of the distal interosseous membrane of the forearm in the form of the presence of thickenings — the distal oblique bundle and the distal ray-ulnar tract, and determined the effect of these structures on the stability of the distal ray-elbow joint. An ultrasound scan also identified the features in the structure of the distal interosseous membrane in the form of — hyperechoic formation.

Key words: distal interosseous membrane of the forearm; distal oblique bundle; distal ray-elbow joint.

Conflict of interest: n/a.

Funding: state budget financing.

TO CITE THIS ARTICLE: Golubev IO, Matveeva NYu, Maksarov ML. Distal interosseous membrane of the forearm: anatomy, biomechanics, diagnostics. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2020;27(4):65-72. doi: <https://doi.org/10.17816/vto50766>

ВВЕДЕНИЕ

Принято считать, что первичные мягкотканые стабилизаторы дистального лучелоктевого сустава (ДЛЛС) — это структуры треугольного фиброзно хрящевого комплекса, к которым относятся: тыльная и ладонная радиоульнарные связки, треугольный фиброзный хрящ, локтевая коллатеральная связка и влагалище локтевого разгибателя запястья [1–9]. В последнее время в литературе можно встретить статьи, посвященные особенностям строения дистальной межкостной мембраны предплечья (ДММП) и влияние ее на стабильность ДЛЛС. К. Noda и соавт. [10] сообщили об анатомических вариациях в строении ДММП. Это в основном относится к изменениям толщины последней, и более плотный участок ДММП получил название дистального косо́го пучка (ДКП). Авторы исследовали 30 экземпляров, но ДКП был обнаружен лишь у 12 (40 %). Дистальный косо́й пучок — это более плотный волокнистый пучок в ДММП, который идет от межкостного края нижней трети локтевой кости к сигмовидной вырезке лучевой кости (рис. 1). Затем волокна вплетаются в тыльную и ладонную радиоульнарные связки треугольного фиброзно хрящевого комплекса и частично в квадратный пронатор. Средняя ширина ДКП составляет

4,4 мм (диапазон от 2–6 мм), а средняя толщина 1,5 мм (диапазон от 0,5 до 2,6 мм) [10]. К. Okada и соавт. также, проведя анатомическое исследование, нашли ДКП лишь в 40 % анатомических препаратов [11]. Т. Kitamura и соавт. [12] исследовали 10 экземпляров предплечий и выделили 4 типа строения ДММП (рис. 2). М. Gabl и соавт. [13] описали еще один вариант строения ДММП — дистальный лучелоктевой тракт (ДЛЛТ). Он идет от лучевой кости в дорзальной капсуле ДЛЛС, следовательно, эти два пучка идут параллельно друг другу (рис. 3).

Помимо анатомических исследований особенностей строения ДММП существует ряд работ, посвященных биомеханическим исследованиям по поводу стабилизирующего влияния ДММП на ДЛЛС. Например, Н. Moritomo и соавт. [14] провели исследования по биомеханике межкостной мембраны предплечья. Производя измерения длины межкостной мембраны при разных положениях предплечья и на разных уровнях, получили следующие результаты: при вращении предплечья не происходит изменения длины, ни центрального, ни дистального отделов межкостной мембраны предплечья. Авторы предположили, что ДММП и ДКП могут быть лишь изометрическими стабилизаторами.

Т. Kitamura и соавт. [12] исследовали влияние особенностей в строении ДММП на стабильность

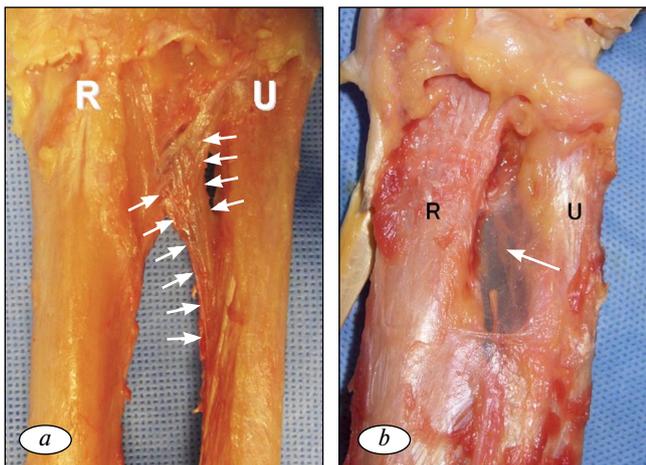


Рис 1. Дистальный косой пучок (указан стрелками): *a* — в дистальной межкостной мембране; *b* — отсутствует в дистальной межкостной мембране [14]. R — лучевая кость, U — локтевая кость

Fig. 1. Distal oblique bundle (indicated by arrows): *a* — in the distal interosseous membrane; *b* — absent in the distal interosseous membrane [14]. R — radius, U — ulna

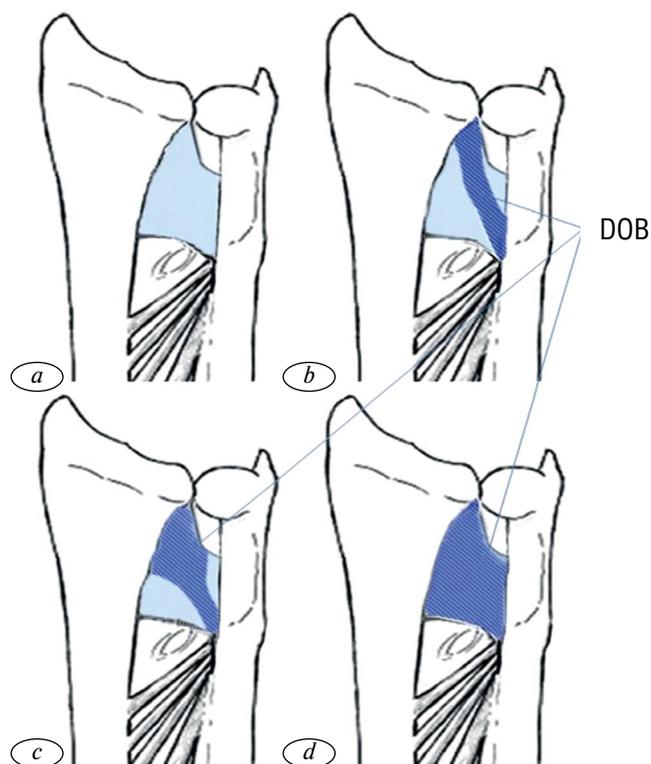


Рис 2. Типы строения дистальной межкостной мембраны предплечья: *a* — обычный мембранозный тип строения; *b* — имеется утолщение в мембране в виде пучка; *c* — имеется утолщение в мембране — проксимально имеет вид пучка, а дистально — веерообразно расширяется; *d* — диффузный тип строения (мембрана утолщена на всем протяжении) [12]

Fig. 2. Types of structure of the distal interosseous membrane of the forearm: *a* — the usual membranous type of structure; *b* — there is a thickening in the membrane in the form of a bundle; *c* — there is a thickening in the membrane — proximally it looks like a bundle, and distally — fan-shaped; *d* — diffuse type of structure (the membrane is thickened throughout) [12]

ДЛЛС в нейтральном положении, супинации и пронации предплечья (60°). Они определили, что смещение лучевой кости относительно локтевой кости больше в экземплярах, у которых в ДММП нет ДКП, и в соответствии с полученными результатами они пришли к выводу, что особенности в строении ДММП повышают стабильность ДЛЛС.

В последнее время можно встретить статьи, где описана роль фронтального смещения при переломах дистального метаэпифиза лучевой кости (ДМЭЛК) на стабильность ДЛЛС. При переломе ДМЭЛК при фронтальном смещении происходит уменьшение лучелоктевого расстояния выше зоны перелома и приводит к снижению натяжения ДММП. Проведя трупные исследования С.Д. Ду и соавт. продемонстрировали повышение нестабильности ДЛЛС при переломах ДМЭЛК с фронтальным смещением от 2 мм с наличием ДКП. Анатомическое восстановление данной деформации приводит к восстановлению натяжения ДММП и ДКП, тем самым увеличивая взаимоотношение головки локтевой кости и сигмовидной вырезки лучевой кости [15–19].

Одной из паллиативных операций для повышения стабильности ДЛЛС и уменьшения компартмент-синдрома является укорачивающая остеотомия локтевой кости [20–26]. S. Arimitsu и соавт. [27] проводили укорачивающую остеотомию локтевой кости для повышения стабильности ДЛЛС с учетом проксимального и дистального локтевого прикрепления ДММП. Они обнаружили, что продольное сопротивление и соответственно стабиль-

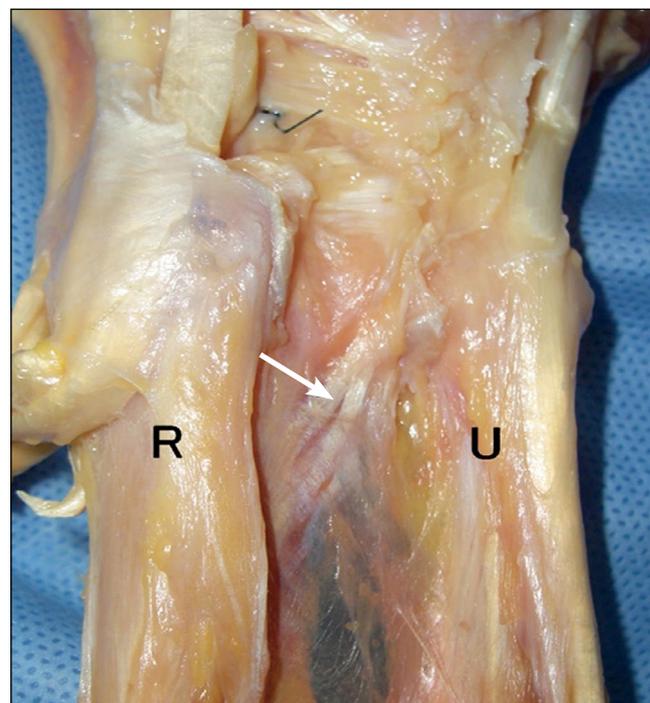


Рис 3. Дистальный лучелоктевой тракт, идущий параллельно дистальному косому пучку (указан стрелкой) [13]. R — лучевая кость, U — локтевая кость

Fig. 3. Distal radioulnar tract running parallel to the distal oblique bundle (indicated by the arrow) [13]. R — radius, U — ulna

ность ДЛЛС выше при проксимальной остеотомии локтевой кости, чем при дистальной остеотомии.

Опираясь на вышеизложенный материал статей, мы решили провести свое анатомобиомеханическое исследование дистальной межкостной мембраны предплечья. А также дополнительно идентифицировать и описать морфологию дистального косоугольного пучка в дистальной межкостной мембране предплечья с помощью ультразвукового метода.

Цель исследования: на анатомическом материале доказать особенность в строении дистальной межкостной мембраны предплечья в виде дополнительного образования — дистального косоугольного пучка; с помощью биомеханических тестов определить влияние дистальной межкостной мембраны на стабильность ДЛЛС; определить с помощью ультразвукового исследования наличие дистального косоугольного пучка в дистальной межкостной мембране предплечья и описать его ультразвуковую морфологию.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для нашего научного исследования стали 10 пар анатомических препаратов верхних конечностей. 6 пар препаратов были взяты от трупов мужского пола и 4 пары — от трупов женского пола. Одним из условий на данном этапе исследования было отсутствие патологии структур кистевого сустава. Для этого анатомические препараты осматривали на отсутствие деформации, после операционных рубцов в области кистевого сустава, а также отсутствия контрактур и анкилозов кистевого сустава (поэтому анатомический материал брали через 24 ч после смерти по мере разрешения трупного окоченения). Возраст на момент смерти составлял от 64 до 82 лет. Работа с анатомическим материалом проводилась в соответствии с Федеральным закон «О погребении и похоронном деле» от 12.01.1996 № 8-ФЗ (последняя редакция).

Выделение и визуализация ДММП проводили из тыльного Г-образного доступа, так как он представляется наиболее технически простым. Поперечная часть доступа соединяет шиловидные отростки локтевой и лучевой костей, продольная часть доступа идет параллельно по латеральному или медиальному краю предплечья до средней трети. Образовавшийся кожный лоскут отбрасывается в сторону и визуализируются сухожилия разгибатели предплечья, которые пересекаются на уровне верхнего края удерживателя разгибателей. После удаления сухожилий разгибателей видна дистальная межкостная мембрана предплечья.

Функциональное исследование мы проводили путем пассивного вращения анатомического материала предплечья и наблюдали изменения натяжения ДММП, ее дополнительных образований и капсулы ДЛЛС.

Новые открытия в области анатомии требуют развития методов инструментальной диагностики. В качестве инструментального метода визуализации

ДММП и ее структур мы выбрали ультразвуковой (УЗ) метод. УЗ-метод — это наиболее технически и экономически доступный метод диагностики.

В ходе проведенной работы были исследованы 30 добровольцев обоих полов и разных возрастов — 15 женщин и 15 мужчин (в соотношении 1:1) в возрасте от 20 до 60 лет (средний возраст $36 \pm 13,1$ года). Основным критерием для включения в исследовательскую группу было отсутствие травм и заболеваний кистевого сустава. С этой целью у исследуемых был собран анамнез, исключая травмы и заболевания КС, использован вопросник DASH неспособностей верхней конечности, проведены клинические исследования — осмотр области КС, измерение объема движений с использованием угломера, определение силы кулачного хвата с использованием динамометра, проведен ряд клинических тестов (тест Watson, Reagan, «пресс-тест» и тест «клавиши пианино»). Методом УЗ исследовали центральный отдел межкостной мембраны для доказательства отсутствия его особенностей строения и непосредственно дистальный отдел межкостной мембраны. Положение предплечья при исследовании: максимальная пронация (положение датчика тыльное) и максимальная супинация (положение датчика ладонное). Одновременно исследовали оба предплечья. Исследование проводили на аппаратах Philips L17-5/MSK, частота датчика 12 Гц, и Hitachi Aloka ProSound F75 с частотой датчика 13 Гц.

РЕЗУЛЬТАТЫ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО И БИОМЕХАНИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЙ

ДММП занимает область квадратного пронатора и крепится к межкостным краям локтевой и лучевой костей. ДММП прочно срастается с квадратным пронатором и при диссекции отделяется от него с трудом. При выделении ДММП также отметили, что она переходит в дорзальную капсулу ДЛЛС. Сама ДММП представляет собой тонкую прозрачную соединительнотканную структуру. Толщина дистальной межкостной мембраны не превышает 0,2–0,4 мм. На границе между ДММП и центральным отделом межкостной мембраны предплечья имеется отверстие, через которое проходит межкостная артерия и нерв. Описанный вариант строения ДММП присутствовал в 6 парах анатомических препаратов (рис. 4).

В 4 парах препаратов (1 препарат взят от трупа мужского пола, и 3 — от женского) в ДММП имелись дополнительные образования в виде утолщений мембраны — дистальный косоугольный пучок и дистальный лучелоктевой тракт. Во всех 4 парах препаратов ДКП и ДЛЛТ располагаются в ДММП между локтевой и лучевой костями, имеют косое направление, идут параллельно друг другу и переходят в дорзальную капсулу ДЛЛС и частично в квадратный пронатор.



Рис 4. Обычный тип строения дистальной межкостной мембраны предплечья без утолщений

Fig. 4. The usual type of structure of the distal interosseous membrane of the forearm without thickening

В первой паре анатомического препарата (взят от трупа женского пола) ДКП имеет вид четко обособленного пучка длиной 25 мм, шириной 4 мм, толщиной 1 мм (рис. 5).

Во второй паре препарата (взят от трупа женского пола) ДКП в начале имеет вид пучка, который веерообразно расширяется по направлению в ДЛЛС, длина 25 мм, ширина 8 мм, толщина 1,7 мм (рис. 6).

В третьей паре препаратов (взятого от мужского трупа) ДКП имеет вид четко обособленного пучка длиной 31 мм, шириной 4 мм, толщиной 1,1 мм. Параллельно ДКП идет ДЛЛТ длиной 25 мм, шириной 3 мм, толщиной 1 мм (рис. 7).

В четвертой паре препарата (взятого от женского трупа) ДКП также имел вид четко обособленного пучка длиной 27 мм, шириной 6 мм, толщиной 1,2 мм.

При проведении функционального исследования было выявлено: при нейтральном положении предплечья и супинации предплечья ДММП и дополнительные ее структуры находятся в расслабленном состоянии, а при пронации предплечья происходит натяжение данных структур и дорзальной капсулы ДЛЛС. Мы проводили исследование на анатомических препаратах путем пассивного вращения, а у живого человека вращение предплечья осуществляется за счет сокращения мышц ротаторов, в частности за счет квадратного пронатора в дистальной части предплечья. Учитывая, что ДММП с ним плотно сращена, то можно предположить, что при сокращении квадратный пронатор может быть ее натяжителем. Соответственно можно предположить, что ДММП, изменяя свое натяжение в зависимости от положения предплечья и работы активного стабилизатора (квадратного пронатора), изменяет натяжение тыльной капсулы ДЛЛС и может быть вторичным изометрическим стабилизатором ДЛЛС, препятствуя тыльному смещению головки локтевой кости при пронации предплечья.

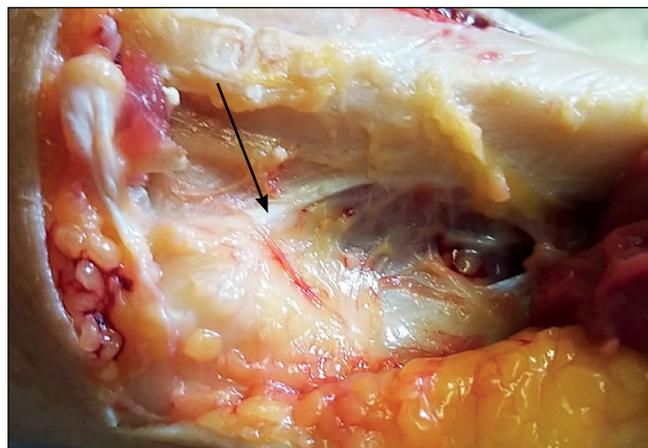


Рис. 5. Дистальный косой пучок с дистальной межкостной мембраной предплечья (показан стрелкой)

Fig. 5. Distal oblique bundle with distal interosseous membrane of the forearm (arrow)

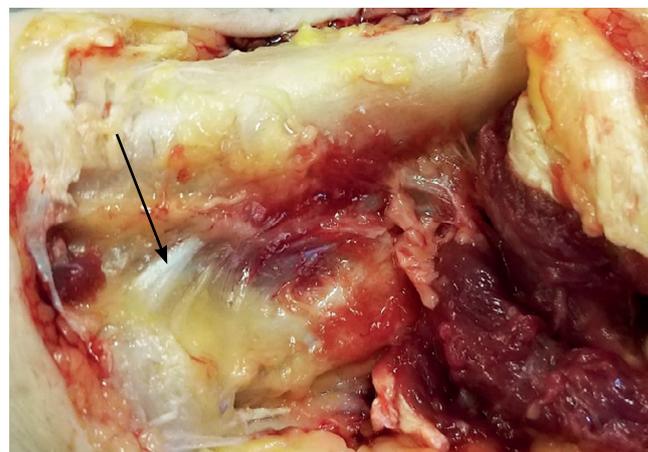


Рис. 6. Дистальный косой пучок в дистальной межкостной мембране предплечья — веерообразный тип строения (показан стрелкой)

Fig. 6. Distal oblique bundle in the distal interosseous membrane of the forearm — fan-shaped type of structure (shown by an arrow)

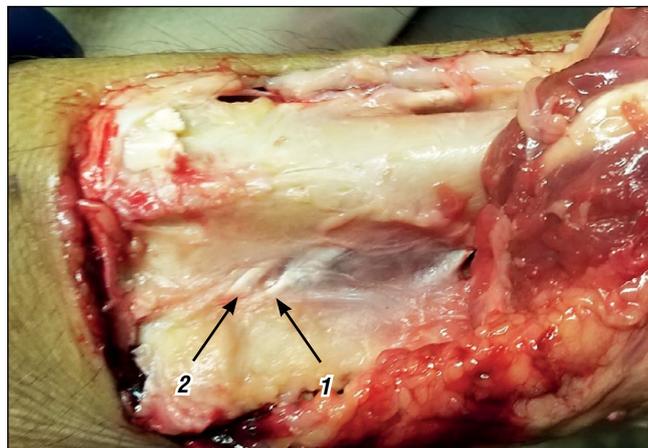


Рис. 7. Наличие в дистальной межкостной мембране предплечья дистального косого пучка (1) и дистального лучелоктевого тракта (2)

Fig. 7. Presence in the distal interosseous membrane of the forearm of the distal oblique bundle (1) and the distal radioulnar tract (2)

РЕЗУЛЬТАТЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

При проведении УЗ-исследования центральный отдел межкостной мембраны визуализируется как гиперэхогенное образование, толщина которого по нашим измерениям составляет от 0,3 до 0,7 мм в независимости от положения предплечья. Среднее значение $0,5 \pm 0,2$ мм. Данные результаты были получены у всех 30 исследуемых. Это может говорить о постоянстве анатомического строения центрального отдела межкостной мембраны при УЗ-исследовании.

Дистальный отдел межкостной мембраны так же визуализируется, как гиперэхогенное образование. У людей, у которых отсутствует ДКП, толщина ДММП составляет от 0,3–0,7 мм в независимости от положения предплечья (рис. 8). Толщина же ДКП при УЗ-исследовании составляет от 0,9 до 2 мм также в независимости от положения предплечья (рис. 9). Среднее значение составляет $1,4 \pm 0,5$ мм. Из 30 обследуемых дистальный кривой пучок был



Рис. 8. Ультразвуковое изображение дистального отдела межкостной мембраны предплечья — дистальный кривой пучок не определяется

Fig. 8. Ultrasound image of the distal part of the interosseous membrane of the forearm — the distal oblique bundle is absent.

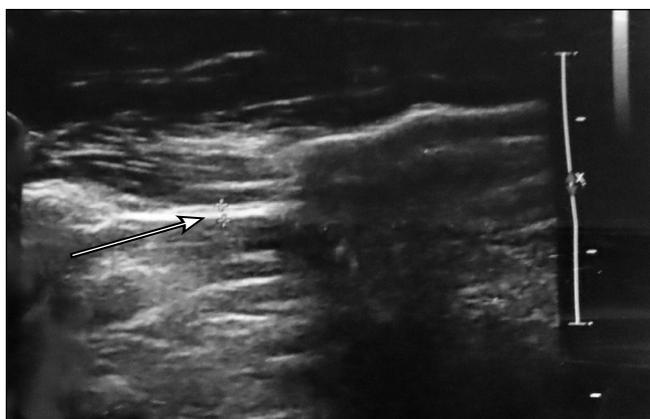


Рис. 9. Ультразвуковое изображение дистального отдела межкостной мембраны предплечья — дистальный кривой пучок присутствует (показано стрелкой)

Fig. 9. Ultrasound image of the distal interosseous membrane of the forearm — the distal oblique bundle is present.

выявлен у 13 женщин (92,8 %) и 1 мужчины (7,1 %), что в процентном соотношении составило 43 %. Помимо ширины измеряли и длину ДКП, интервал длины у обследуемых составляет от 13 до 19 мм. Среднее значение $15,5 \pm 1,9$ мм. Изменение длины также не происходит независимо от положения предплечья.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведя морфологическое исследование на анатомическом материале, мы определили особенности в строении дистальной межкостной мембраны предплечья. Опираясь на классификацию, предложенную Т. Китамага, который в своей работе выделил 4 типа строения дистальной межкостной мембраны предплечья, в ходе проведенного исследования мы идентифицировали 3 типа: обычный перепончатый тип строения, толщина составляет от 0,2 до 0,4 мм, и наличия утолщений в виде дистального кривой пучка (пучковый и веерообразный), толщиной от 1 до 1,7 мм. Помимо этого определили наличие еще одного утолщения в виде дистального лучелоктевого тракта, который в своей работе также описал М. Gabl. Интересен еще тот факт, что частота встречаемости дополнительного образования в дистальной межкостной мембране составляет 40 %, по данным К. Noda и К. Okada. Мы также, проведя собственное анатомическое исследование, обнаружили особенности в строении дистальной межкостной мембраны в 4 препаратах из 10, что составило 40 %.

Помимо анатомического исследования нами было проведено и функциональное исследование, в ходе которого определили, что при вращении предплечья происходит изменение натяжения дистальной межкостной мембраны предплечья, а не изменение ее длины. Исходя из вышеизложенного и учитывая близкое анатомическое расположение к ДЛЛС можно предположить, что ДММП может быть вторичным изометрическим стабилизатором.

Ультразвуковое исследование мы начали проводить, опираясь на материалы из статьи: К. Okada et al. «Morphological evaluation of the distal interosseous membrane using ultrasound» [28]. Авторы проводили исследования на 14 пациентах (1 пациент мужского пола и 13 женского) с различной патологией в области кистевого сустава. Исследование выполнялось с использованием аппаратов экстра-класса. Датчик размещали дорзально под углом от сигмовидной вырезки лучевой кости до нижней трети локтевой кости. ДКП в ДММП был идентифицирован как линейная гиперэхогенная образование в нижней трети предплечья. Толщина ДКП при УЗ-исследовании составляла от 0,8 мм и более. Полученные результаты были доказаны на всех пациентах в ходе проведенных оперативных вмешательств с выделением ДММП. В данном исследовании ДКП был выявлен у 10 пациентов. Мы, проведя УЗ-исследование, также идентифицировали ДКП как гиперэхогенное линейное образование и, обследовав 30 человек без патологии в области кистевого сустава, обнаружили ДКП у 14 обследуемых. Толщина ДКП при

УЗ-исследовании составила от 0,9 до 2 мм. Соответственно из исследований, проведенных К. Okada, и наших исследований можно сделать вывод, что УЗ-метод для диагностики особенностей в строении ДММП более информативный, а учитывая распространенность и экономическую доступность метода, делает его наиболее подходящим методом в диагностике повреждений ДКП при переломах дистального отдела костей предплечья.

Помимо УЗ-диагностики в настоящее время можно встретить научную литературу по результатам магнитно-резонансной томографии (МРТ), в которой также описаны особенности в строении дистальной межкостной мембраны предплечья [29, 30] и сравнительный анализ УЗИ и МРТ в эффективности диагностики дистальной межкостной мембраны предплечья с анатомическим подтверждением [31].

Подводя итог вышеизложенному, можно сделать заключение, что нет еще полного и единого взгляда на патофизиологию нестабильности ДЛЛС, а выявленные нами особенности в строении дистальной межкостной мембраны предплечья и действие ее как вторичного стабилизатора необходимо подтверждать на клинических случаях.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Голубев И.О. Повреждения и заболевания дистального лучелоктевого сустава. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 1998;(3):63. [Golubev IO. Injuries and diseases of the distal radioulnar joint. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova*. 1998;(3):63. (In Russ.)]
2. Garcia-Elias M. Soft-tissue anatomy and relationships about the distal ulna. *Hand Clin*. 1998;14(2):165–176.
3. Haugstvedt JR, Berger RA, Nakamura T, et al. Relative contributions of the ulnar attachments of the triangular fibrocartilage complex to the dynamic stability of the distal radioulnar joint. *J Hand Surg Am*. 2006;31(3):445–451. doi: 10.1016/j.jhsa.2005.11.008.
4. Petersen MS, Adams BD. Biomechanical evaluation of distal radioulnar reconstructions. *J Hand Surg Am*. 1993;18(2):328–334. doi: 10.1016/0363-5023(93)90370-1.
5. Adams BD, Berger RA. An anatomic reconstruction of the distal radioulnar ligaments for posttraumatic distal radioulnar joint instability. *J Hand Surg Am*. 2002;27(2):243–251. doi: 10.1053/jhsu.2002.31731.
6. Kleinman WB, Graham TJ. The distal radioulnar joint capsule: clinical anatomy and role in posttraumatic limitation of forearm rotation. *J Hand Surg Am*. 1998;23(4):588–599. doi: 10.1016/S0363-5023(98)80043-9.
7. Weigl K, Spira E. The triangular fibrocartilage of the wrist joint. *Reconstr Surg Traumatol*. 1969;11:139–153.
8. Mohanti RC, Kar N. Study of triangular fibrocartilage of the wrist joint in Colles' fracture. *Injury*. 1980;11(4):321–324. doi: 10.1016/0020-1383(80)90105-9.
9. Haugstvedt JR, Berger RA, Nakamura T, et al. Relative contribution of the ulnar attachment of the triangular fibrocartilage complex to the dynamic stability of the distal radioulnar joint. *J Hand Surg Am*. 2006;31(3):445–451. doi: 10.1016/j.jhsa.2005.11.008.
10. Noda K, Goto A, Murase T, et al. Interosseous membrane of the forearm: an anatomical study of ligament attachment locations. *J Hand Surg Am*. 2009;34(3):415–422. doi: 10.1016/j.jhsa.2008.10.025.
11. Okada K, Moritomo H, Miyake J, et al. Morphological evaluation of the distal interosseous membrane using ultrasound. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2014;24(7):1095–1100. doi: 10.1007/s00590-013-1388-6.
12. Kitamura T, Moritomo H, Arimitsu S, et al. The biomechanical effect of the distal interosseous membrane on distal radioulnar joint stability. *J Hand Surg Am*. 2011;36(10):1626–1630. doi: 10.1016/j.jhsa.2011.07.016.
13. Gabl M, Zimmermann R, Angermann P, et al. The interosseous membrane and its influence on the distal radioulnar joint. An anatomical investigation of the distal tract. *J Hand Surg Br*. 1998;23(2):179–182. doi: 10.1016/s0266-7681(98)80170-8.
14. Moritomo H, Noda K, Goto A, et al. Interosseous membrane of the forearm: length change of ligaments during forearm rotation. *J Hand Surg Am*. 2009;34(4):685–691. doi: 10.1016/j.jhsa.2009.01.015.
15. Moritomo H, Omori S. Influence of ulnar translation of the radial shaft in distal radius fracture on distal radioulnar joint instability. *J Wrist Surg*. 2014;3(1):18–21. doi: 10.1007/978-1-4471-6554-5_13.
16. Dy CJ, Jang E, Taylor SA, et al. The impact of coronal alignment on distal radioulnar joint stability following distal radius fracture. *J Hand Surg Am*. 2014;39(7):1264–1272. doi: 10.1007/978-1-4613-0033-5_12.
17. Ross M, Di Mascio L, Peters S, et al. Defining residual radial translation of distal radius fractures: a potential cause of distal radioulnar joint instability. *J Wrist Surg*. 2014;3(1):22–29. doi: 10.1007/978-3-319-14815-1_32.
18. Hagert CG. Distal radius fracture and the distal radioulnar joint- anatomical considerations. *Handchir Mikrochir Plast Chir*. 1994;26(1):22–26. doi: 10.1007/978-3-642-54604-4_3.
19. Orbay J. *Ulnar head and styloid fractures*. In: Slutsky D, ed. *Principles and Practice of Wrist Surgery*. Philadelphia, PA: Saunders; 2010. 198 p. doi: 10.1007/978-3-642-30544-3_14.
20. Slade JF 3rd, Gillon TJ. Osteochondral shortening osteotomy for the treatment of ulnar impaction syndrome: a new technique. *Tech Hand Up Extrem Surg*. 2007;11(1):74–82. doi: 10.1097/bth.0b013e3180337df9.
21. Yoshida T, MH, Tada K. Closed wedge osteotomy of distal ulnar metaphysis for ulnocarpal abutment syndrome. *J Jpn Soc Surg Hand*. 1998;15(3):198–201.
22. Milch H. Cuff-resection of the ulna for malunited Colles fracture. *J Bone Joint Surg Am*. 1941;23(3):311–313.
23. Chen NC, Wolfe SW. Ulna shortening osteotomy using a compression device. *J Hand Surg Am*. 2003;28(1):88–93. doi: 10.1053/jhsu.2003.50003.
24. Chun S, Palmer AK. The ulnar impaction syndrome: follow-up of ulnar shortening osteotomy. *J Hand Surg Am*. 1993;18(1):46–53. doi: 10.1016/0363-5023(93)90243-V.
25. Darlis NA, Ferraz IC, Kaufmann RW, Sotereanos DG. Step-cut distal ulnar-shortening osteotomy. *J Hand Surg Am*. 2005;30(5):943–948. doi: 10.1016/j.jhsa.2005.05.010.
26. Darrow JC Jr, Linscheid RL, Dobyns JH, et al. Distal ulnar recession for disorder of the distal radioulnar joint. *J Hand Surg Am*. 1985;10(4):482–491. doi: 10.1016/s0363-5023(85)80069-1.
27. Arimitsu S, Moritomo H, Kitamura K, et al. The stabilizing effect of the distal interosseous membrane on the distal radioulnar joint in ulnar shortening procedure: a biomechanical study. *J Bone Joint Surg Am*. 2011;93(21):2022–2030. doi: 10.2106/JBJS.J.00411.
28. Okada K, Moritomo H, Miyake J, et al. Morphological evaluation of the distal interosseous membrane using ultrasound. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2014;24(7):1095–1100. doi: 10.1007/s00590-013-1388-6.
29. Kim YH, Gong HS, Park JW, et al. Magnetic resonance imaging evaluation of the distal oblique bundle in the distal interos-

- seous membrane of the forearm. *BMC Musculoskelet Disord.* 2017;18(1):47. doi: 10.1186/s12891-017-1419-2.
30. McGinley JC, Roach N, Hoggood BC, et al. Forearm interosseous membrane trauma: MRI diagnostic criteria and injury patterns. *Skeletal Radiol.* 2006;35(5):275–281. doi: 10.1007/s00256-005-0069-x.
31. Fester EW, Murray PM, Sanders TG, et al. The efficacy of magnetic resonance imaging and ultrasound in detecting disruptions of the forearm interosseous membrane: a cadaver study. *J Hand Surg Am.* 2002;27(3):418–424. doi: 10.1053/jhsu.2002.32961.

Информация об авторах:

Игорь Олегович Голубев — д-р мед. наук, заведующий отделением микрохирургии и травмы кисти. ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва. E-mail: iog305@mail.ru.

Наталья Юрьевна Матвеева — канд. мед. наук, врач ультразвуковой диагностики. ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва. E-mail: nymatveeva@smail.com.

Михаил Лаврентьевич Максаров — аспирант. ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва. E-mail: potapich85@mail.ru.

Information about the authors:

Igor O. Golubev — MD, PhD, Dr. Sci. (Med.), Head of the department of microsurgery and hand injury. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia. E-mail: iog305@mail.ru.

Natalia Yu. Matveeva — MD, Cand. Sci. (Med.), ultrasound diagnostics doctor. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia. E-mail: nymatveeva@smail.com.

Mikhail L. Maksarov — graduate student. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia. E-mail: potapich85@mail.ru.