

DOI: 10.24835/1607-0771-2019-2-61-79

Ультразвуковое исследование локтевого нерва у детей различных возрастных групп

М.Г. Данилова¹, В.Г. Салтыкова², Е.Е. Усенко¹, И.А. Абоян¹

¹ МБУЗ “Клинико-диагностический центр «Здоровье» города Ростова-на-Дону”, г. Ростов-на-Дону

² ФГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва

Исследованы локтевые нервы 200 верхних конечностей у 100 неврологически здоровых детей в возрасте 0–17 лет. Дети разделены на 5 возрастных групп (1-я – 0–4 года, 2-я – 5–7 лет, 3-я – 8–10 лет, 4-я – 11–13 лет, 5-я – 14–17 лет). Подробно описана методика ультразвукового исследования локтевого нерва с указанием анатомических ориентиров. С учетом возраста приведена ультразвуковая семиотика локтевого нерва, даны значения количественных параметров. Площадь поперечного сечения при поперечном сканировании и толщина при продольном сканировании измерены на трех уровнях: на границе средней и нижней третей плеча (I), на уровне средней трети кубитального канала (II), на границе верхней и средней третей предплечья (III). Эхографическая картина локтевого нерва оставалась неизменной с увеличением возраста ребенка. Интраневральная васкуляризация не определялась. Билатеральные различия значений площади поперечного сечения и толщины локтевого нерва, полученных при исследо-

вании правой и левой рук, на всех уровнях внутри всех возрастных групп оказались недостоверны ($P > 0,05$). При оценке площади поперечного сечения определялись достоверные различия ($P < 0,05$) между уровнями I и II, I и III во всех возрастных группах, между уровнями II и III различия во всех возрастных группах были недостоверны ($P > 0,05$). Проведено объединение значений площади поперечного сечения, полученных на уровнях II и III в каждой возрастной группе, в объединенный дистальный уровень. Для всех межгрупповых сравнений (кроме 4-й и 5-й групп) определялись достоверные различия ($P < 0,05$). 4-я и 5-я группы соединены в объединенную старшую группу. Аналогичная картина характерна и для толщины локтевого нерва. Выявлена достоверная ($P < 0,05$) положительная корреляция между значениями площади поперечного сечения локтевого нерва и возрастом детей на двух уровнях сканирования (на проксимальном уровне $r_s = 0,74$, на объединенном дистальном уровне $r_s = 0,72$). Все вышеисписанное

М.Г. Данилова – врач ультразвуковой диагностики отделения ультразвуковой диагностики МБУЗ “Клинико-диагностический центр «Здоровье» города Ростова-на-Дону”, г. Ростов-на-Дону. В.Г. Салтыкова – д.м.н., профессор кафедры ультразвуковой диагностики ФГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва. Е.Е. Усенко – к.м.н., заведующая отделением ультразвуковой диагностики МБУЗ “Клинико-диагностический центр «Здоровье» города Ростова-на-Дону”, г. Ростов-на-Дону. И.А. Абоян – д.м.н., профессор, главный врач МБУЗ “Клинико-диагностический центр «Здоровье» города Ростова-на-Дону”, г. Ростов-на-Дону.

Контактная информация: 344011 г. Ростов-на-Дону, пер. Доломановский, д. 70/3, Клинико-диагностический центр “Здоровье”, отделение ультразвуковой диагностики. Данилова Марина Геннадьевна.
Тел.: +7 (863) 267-56-05. E-mail: danilova-m82@mail.ru

может быть использовано врачами ультразвуковой диагностики в повседневной практике для интерпретации результатов исследования локтевого нерва у детей различных возрастных групп.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование нервов, периферические нервы, локтевой нерв, верхние конечности, дети.

Цитирование: Данилова М.Г., Салтыкова В.Г., Усенко Е.Е., Абоян И.А. Ультразвуковое исследование локтевого нерва у детей различных возрастных групп // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2019. № 2. С. 61–79.

DOI: 10.24835/1607-0771-2019-2-61-79.

ВВЕДЕНИЕ

По данным литературы, патология периферической нервной системы составляет 48% в структуре нервных болезней и занимает третье место (5,8%) после гриппа и бытового травматизма в общей структуре заболеваемости населения, а среди хронических заболеваний человека она занимает первое место [1]. Однако в доступной нам литературе обобщенные данные о распространенности заболеваний периферической нервной системы среди детского населения отсутствуют, и до настоящего времени эта патология остается одной из нерешенных проблем современной медицины. В связи с этим крайне актуален вопрос совершенствования старых и поиска новых эффективных и доступных способов диагностики состояния периферической нервной системы у детей. Для обследования периферических нервов основным методом неинвазивной визуализации на сегодняшний день можно считать ультразвуковое исследование [2, 3]. Высокоразрешающие линейные датчики с возможностью хорошей визуализации поверхностно расположенных структур и новейшие разработки программного обеспечения ультразвуковых сканеров позволяют диагностировать патологию периферической нервной системы с высокой точностью [4]. Периферические нервы верхних конечностей, в частности локтевой нерв, являются поверхностными структурами, легко доступными для ультразвукового ис-

следования. Они имеют типичную эхографическую картину [5].

На сегодняшний день существует большое количество методов диагностики состояния периферической нервной системы. Но они имеют ряд ограничений. Например, проведение магнитно-резонансной томографии (МРТ) у пациентов младшего возраста в большинстве случаев требует применения общего обезболивания (из-за продолжительного времени исследования и необходимости длительного обездвиживания), тогда как ультразвуковое сканирование проще и быстрее в исполнении. Визуализация нервных стволов на протяжении у пациентов любого возраста осложняется непрямолинейностью их хода, что в условиях плоскостных МР-томограмм не позволяет проследить весь нервный ствол на протяжении [5–8]. А возможность легко изменять плоскость сканирования при ультразвуковом исследовании и получать качественные изображения нерва вне зависимости от его курса относительно других анатомических структур (например в местах естественных или патологических изгибов ствола) делает ультразвуковую диагностику более практическим методом для оценки состояния периферических нервов. Невозможно использование МРТ при наличии у пациента в теле металлических конструкций после операции металлоостеосинтеза, кардиостимуляторов, металлических инородных тел, а также клаустрофобии, что является существенным ограничением применения метода [9–11].

Широко используемый во взрослой практике метод электронейромиографии у детского населения имеет такие ограничения, как дискомфортные ощущения и болезненность, возникающие у пациентов во время проведения исследования, и требует временного обездвиживания (особенно игольчатая электромиография) [12, 13]. Затрудняет использование метода еще и то, что при его применении отсутствует визуализация ткани нервного ствола. Электронейромиография выявляет лишь степень выраженности нарушения проводимости импульсов по нервному стволу и не определяет вид и размеры его повреждения. Поскольку функция нерва может одинаково нарушаться как при структурном повреждении ткани, так и без него, результаты электро-

нейромиографии требуют коррекции и дополнения визуализирующими методами исследования [3, 14, 15].

Необходимо принять во внимание, что не во всех медицинских учреждениях нашей страны есть достаточное оснащение МР-томографами, электронейромиографами, а также квалифицированными кадрами для осуществления соответствующих диагностических мероприятий. Но практически в каждой клинике на сегодняшний день имеется ультразвуковой аппарат. Ультразвуковую визуализацию можно считать основным методом исследования периферических нервов (в частности локтевого нерва). Главное преимущество ультразвукового исследования заключается в быстром получении качественных изображений и оценке состояния отдельного периферического нерва на всем его протяжении [16–19]. Постоянное совершенствование ультразвуковых систем требует создания банка актуальных нормативных данных. Изучая доступную литературу, мы столкнулись с недостаточной освещенностью параметров неизмененного локтевого нерва у детей различных возрастных групп [20–22]. Поэтому целью нашей работы явилась разработка ультразвуковой семиотики неизмененного локтевого нерва у детей различных возрастных групп.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В основу настоящей работы положен анализ результатов обследования 100 детей в возрасте от 0 до 17 лет включительно с отсутствием патологии нервов верхних конечностей в анамнезе. В период 2017–2018 гг. были исследованы локтевые нервы 200 верхних конечностей (правой и левой верхних конечностей у 100 детей). Пациенты были разделены на возрастные группы: в 1-ю вошли дети в возрасте 0–4 года ($n = 20$), во 2-ю – 5–7 лет ($n = 20$), в 3-ю – 8–10 лет ($n = 20$), в 4-ю – 11–13 лет ($n = 20$), в 5-ю – 14–17 лет ($n = 20$) [23, 24]. Ультразвуковые исследования проводились на аппарате DC-8 (Mindray, Китай) линейным датчиком с диапазоном частот 6–14 МГц. При осмотре локтевых нервов использовали встроенную программу “нервы”. Исследование проводили в серошкаль-

ном режиме, режимах цветового и энергетического допплеровского картирования (для оценки интраневральной и периневральной васкуляризации).

Предварительная подготовка и обезболивание области исследования при ультразвуковом сканировании не проводились. Для ультразвукового исследования локтевого нерва в области запястья, нижней и средней трети предплечья пациенты младшей возрастной группы (до 7 лет) располагались лежа на спине с выпрямленной, немного отведенной в сторону от тела и разогнутой в локтевом суставе рукой в положении супинации (рис. 1, 2). Пациенты более старшего возраста (старше 7 лет) могли располагаться как лежа, так и сидя лицом к исследователю. При этом рука слегка согнута в локтевом суставе, а ладонь обращена вверх (рис. 3, 4). Для исследования локтевого нерва в области локтевого сустава, на плече (рис. 5, 6) и в подмышечной области (рис. 7, 8) пациенты всех возрастных групп располагались лежа на спине с заведенной за голову, слегка согнутой (не более 15°) в локтевом суставе рукой и обращенной вверх ладонью. Пациенты более старшего возраста (старше 7 лет) для исследования нервного ствола в области локтевого сустава могли также располагаться сидя спиной к исследователю с выпрямленной и отведенной в сторону рукой, на уровне плеча – со слегка согнутой в локтевом суставе рукой (рис. 9, 10).

Исследование локтевого нерва проводили в два этапа.

1) Общий осмотр всего нервного ствола (поперечно и продольно) на всем протяжении, начиная с постановки датчика поперечно относительно нервного ствола на уровне поперечной запястной складки рядом с локтевой артерией, затем при плавном перемещении датчика в проксимальном направлении оценка курса нерва относительно окружающих анатомических ориентиров. Исследование проводилось от уровня запястья до подмышечной впадины.

2) Измерение площади поперечного сечения и толщины нерва на трех уровнях: на границе средней и нижней третей плеча (уровень I), на уровне средней трети кубитального канала (уровень II), на границе верхней и средней третей предплечья (уровень III).

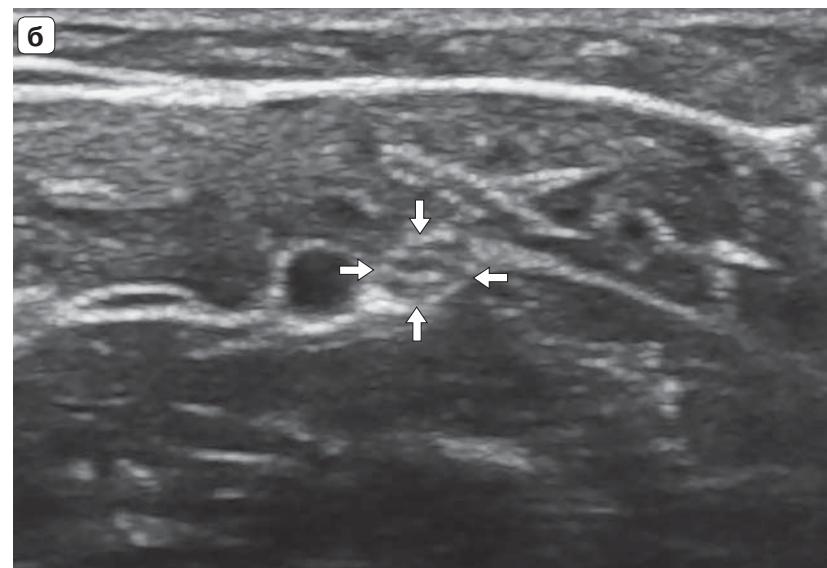


Рис. 1. Ультразвуковое исследование локтевого нерва на уровне предплечья у детей до 7 лет (поперечное сканирование). Мальчик 6 лет. а – положение ультразвукового датчика. б – эхограмма локтевого нерва (стрелки).

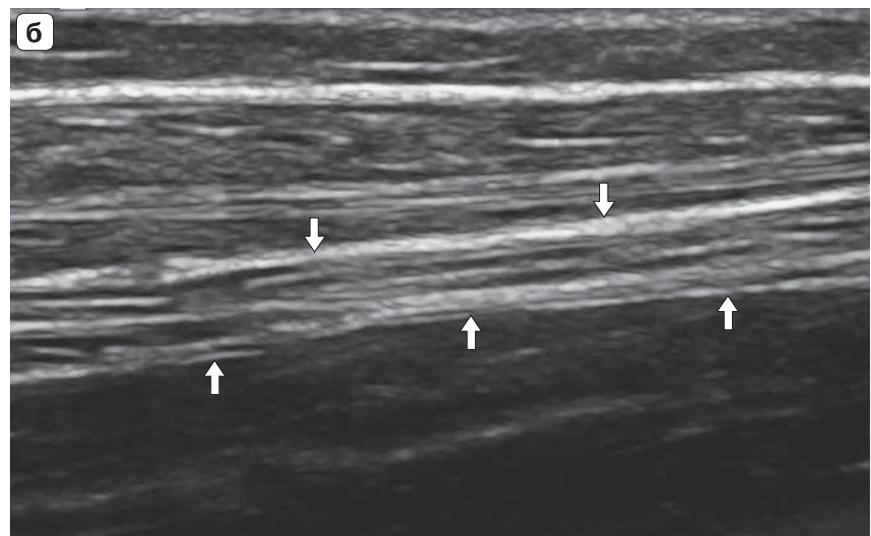


Рис. 2. Ультразвуковое исследование локтевого нерва на уровне предплечья у детей до 7 лет (продольное сканирование). Мальчик 6 лет. а – положение ультразвукового датчика. б – эхограмма локтевого нерва (стрелки).

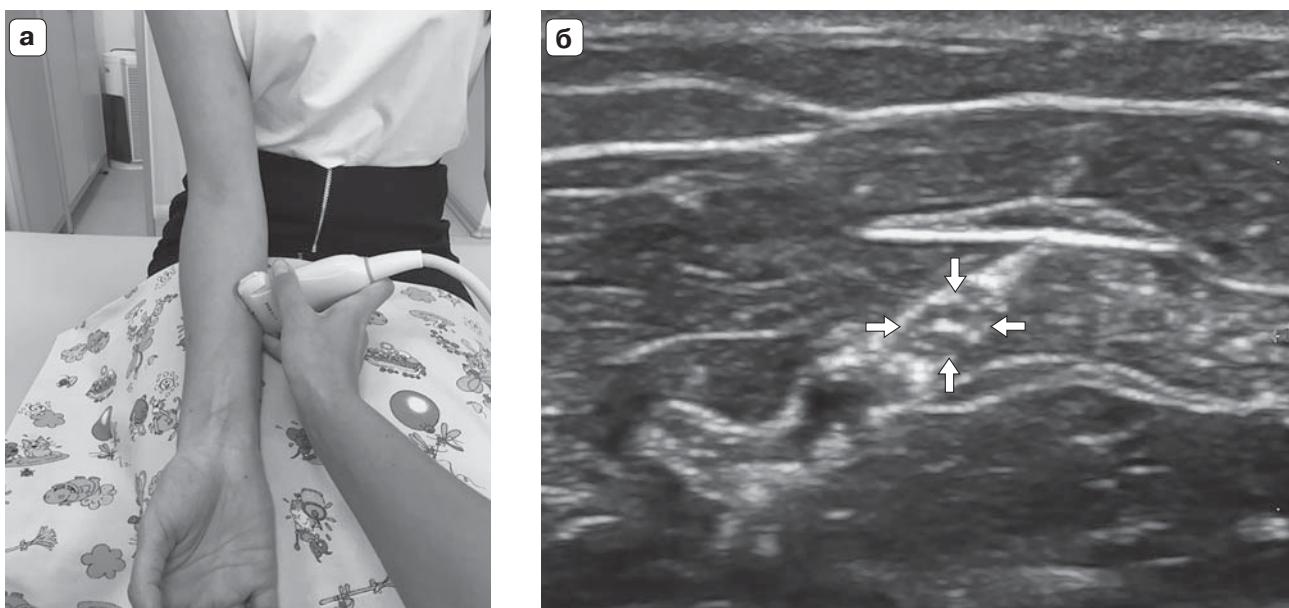


Рис. 3. Ультразвуковое исследование локтевого нерва на уровне предплечья у детей старше 7 лет (поперечное сканирование). Девочка 17 лет. а – положение ультразвукового датчика. б – эхограмма локтевого нерва (стрелки).

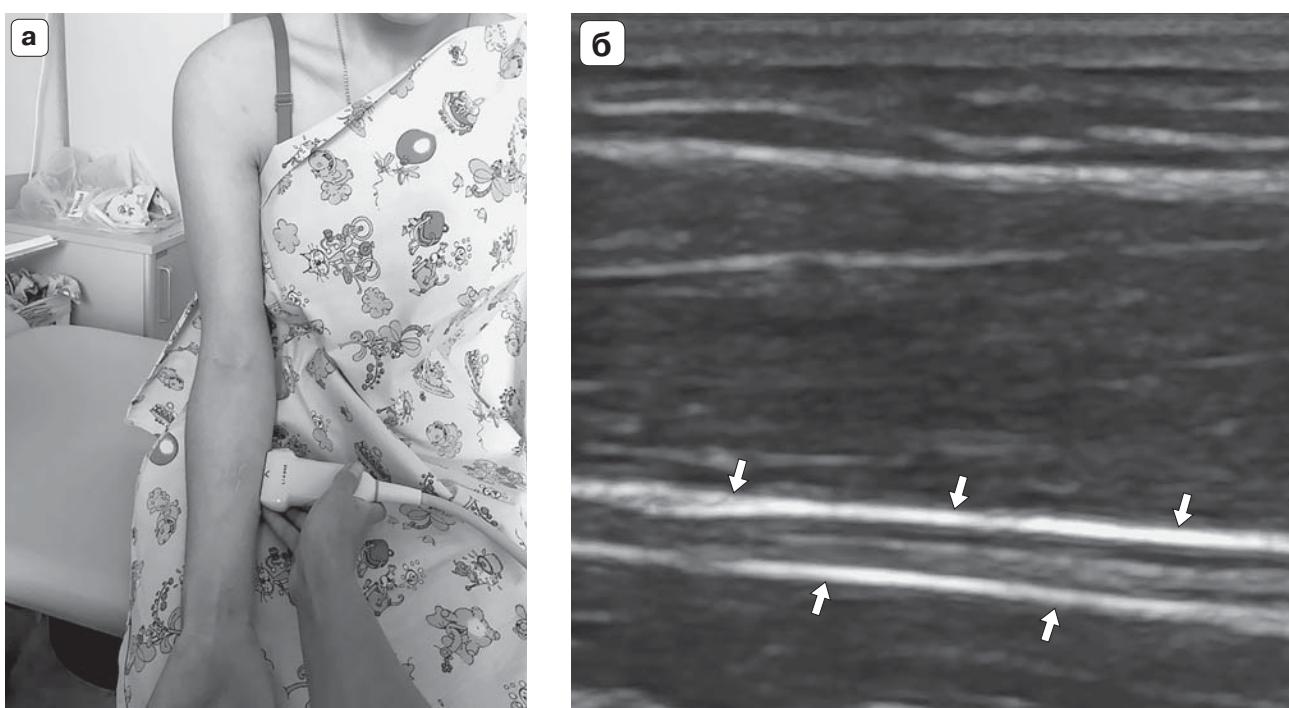


Рис. 4. Ультразвуковое исследование локтевого нерва на уровне предплечья у детей старше 7 лет (продольное сканирование). Девочка 17 лет. а – положение ультразвукового датчика. б – эхограмма локтевого нерва (стрелки).

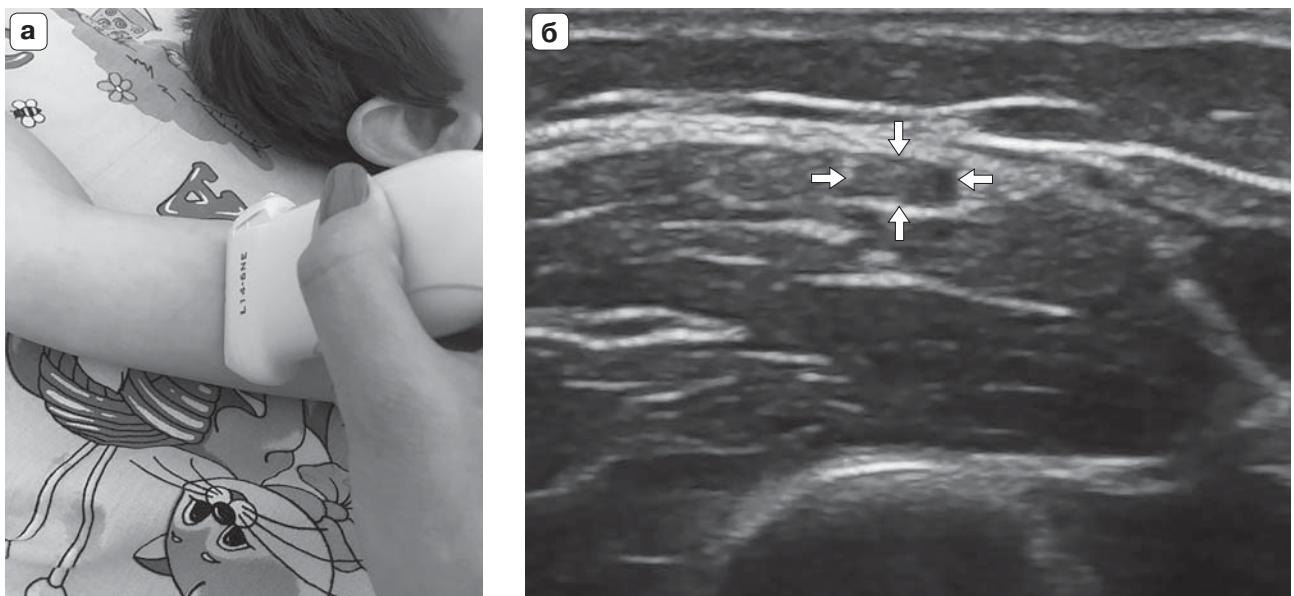


Рис. 5. Ультразвуковое исследование локтевого нерва на уровне плеча у мальчика 6 лет (поперечное сканирование). а – положение ультразвукового датчика. б – эхограмма локтевого нерва (стрелки).

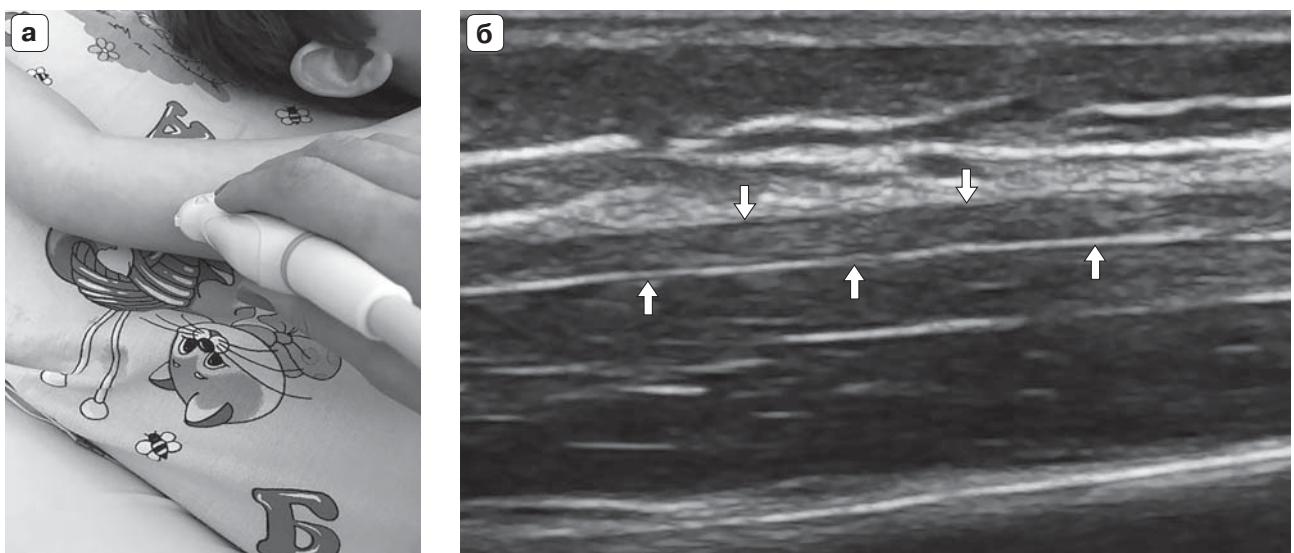


Рис. 6. Ультразвуковое исследование локтевого нерва на уровне плеча у мальчика 6 лет (продольное сканирование). а – положение ультразвукового датчика. б – эхограмма локтевого нерва (стрелки).

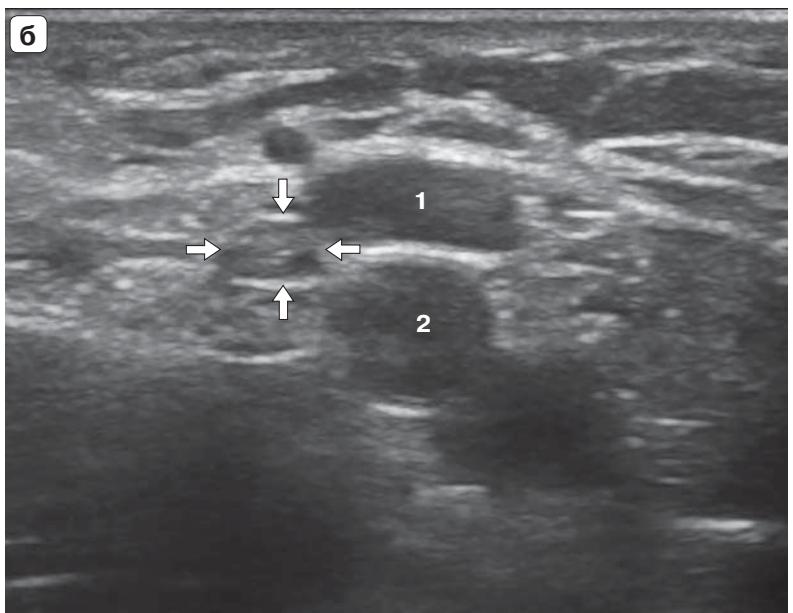


Рис. 7. Ультразвуковое исследование локтевого нерва в подмышечной впадине у мальчика 6 лет (поперечное сканирование). а – положение ультразвукового датчика. б – эхограмма локтевого нерва (стрелки). 1 – подмышечная вена, 2 – подмышечная артерия.

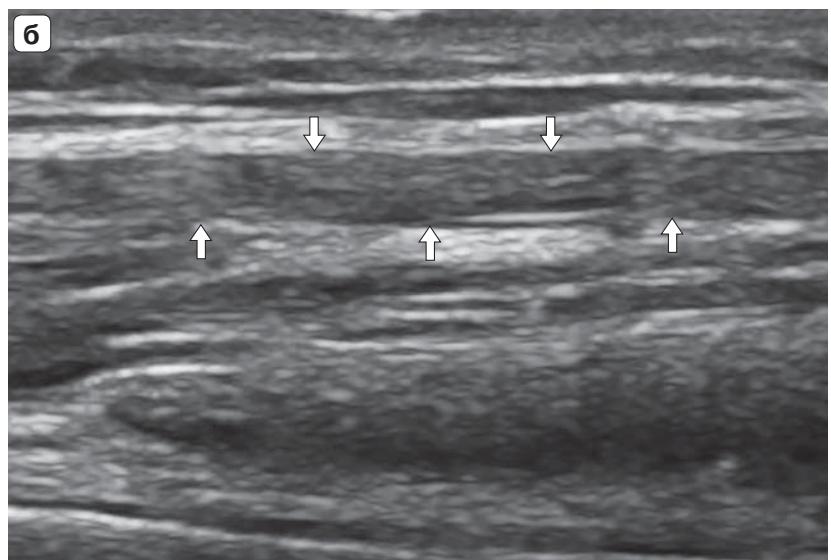


Рис. 8. Ультразвуковое исследование локтевого нерва в подмышечной впадине у девочки 17 лет (продольное сканирование). а – положение ультразвукового датчика. б – эхограмма локтевого нерва (стрелки).

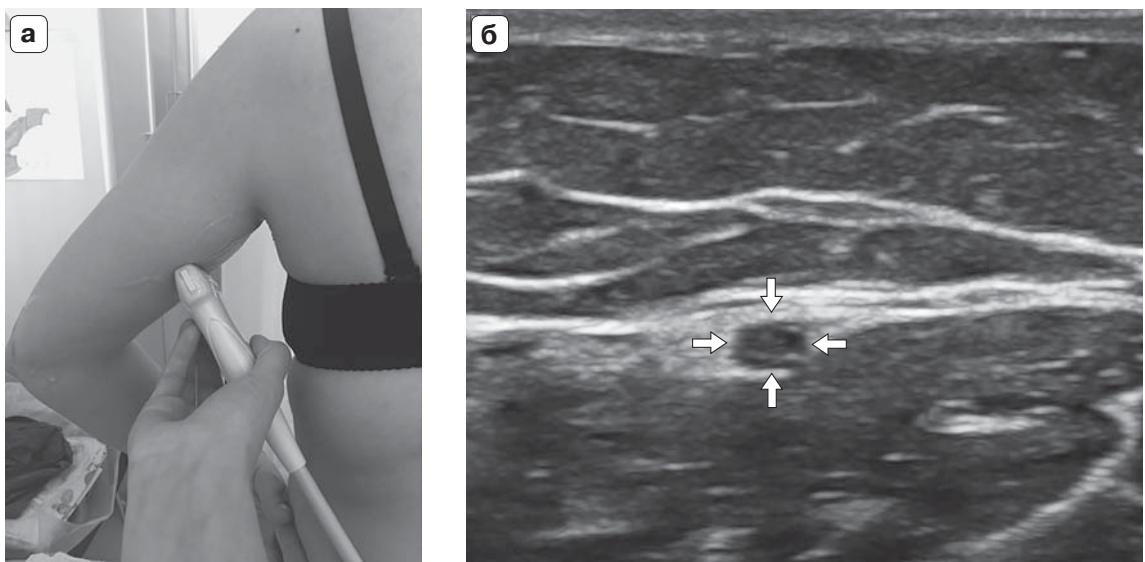


Рис. 9. Ультразвуковое исследование локтевого нерва на уровне плеча у детей старше 7 лет (поперечное сканирование). Девочка 17 лет. а – положение ультразвукового датчика. б – эхограмма локтевого нерва (стрелки).

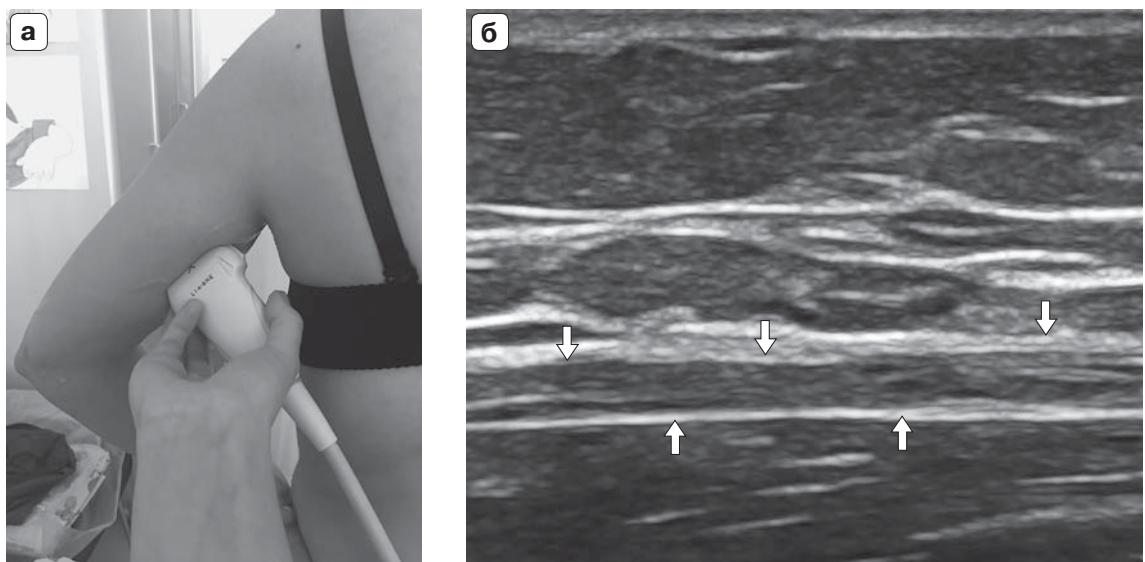


Рис. 10. Ультразвуковое исследование локтевого нерва на уровне плеча у детей старше 7 лет (продольное сканирование). Девочка 17 лет. а – положение ультразвукового датчика. б – эхограмма локтевого нерва (стрелки).

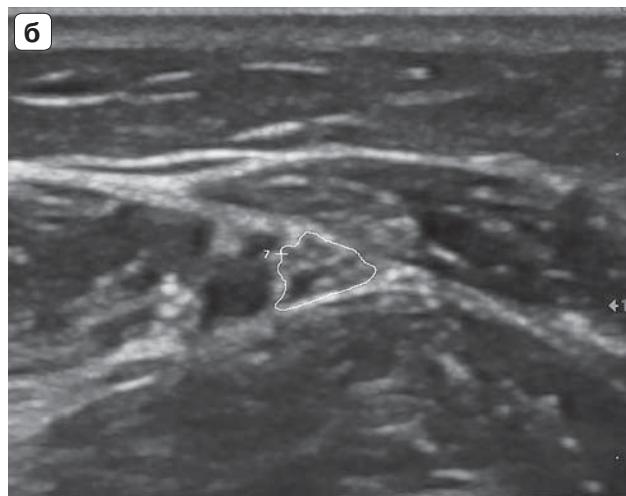
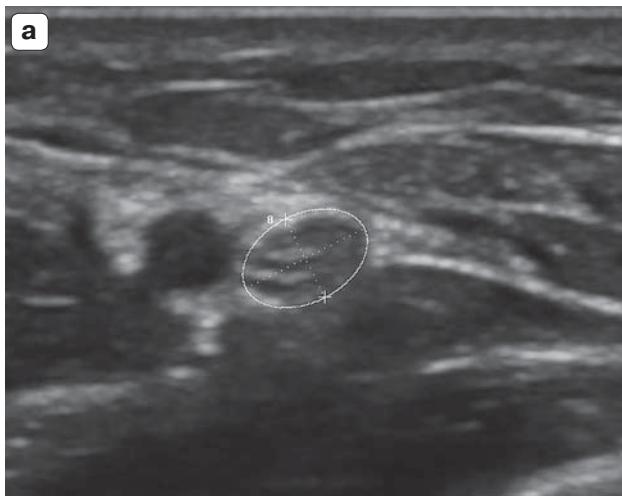


Рис. 11. Измерение площади поперечного сечения локтевого нерва при ультразвуковом исследовании.
а – функция эллипса. б – метод трассировки.

На первом этапе при поперечном сканировании оценивали форму, эхоструктуру и эхогенность нервного ствола, при продольном сканировании – непрерывность волокон нерва, эхоструктуру (интраневральная пучковая дифференцировка), эхогенность, контуры, васкуляризацию.

На втором этапе проводили измерения локтевого нерва: площади поперечного сечения при поперечном сканировании и толщины при продольном сканировании на трех указанных выше уровнях. Измерение площади поперечного сечения и толщины нерва проводили по следующей методике: измеряли только четко дифференцируемый гипоэхогенный тяж, соответствующий близко расположенным пучкам нервных волокон, с исключением гиперэхогенных оболочек (наружного эпиневрия) [24]. Указанная общепринятая методика ультразвукового измерения имеет практическое значение в виде возможности разделения нормы и патологии при оценке изменения показателей площади поперечного сечения, но не преследует цель определить истинные размеры нерва. Общность методов измерения у разных исследователей подтверждает работа Э.Ю. Малецкого (2017) [2], в которой указано, что интраоперационно нерв измеряется вместе с внешней оболочкой, а при ультразвуковом исследовании – с ее исключением, так как она плохо дифференцируется от близкой по эхогенности периневральной клетчатки. При окружной или овальной форме поперечного среза локтево-

го нерва использовали функцию эллипса, при неправильной форме – метод трассировки (рис. 11). Чтобы избежать компрессии нерва, измерения выполняли с наименьшей компрессией датчиком. При измерении толщины также исключали гиперэхогенный контур наружной оболочки нерва (рис. 12).

Полученные результаты были обработаны общепринятыми статистическими методами с использованием стандартных пакетов компьютерных программ Biostat и Medcalc. Количественные параметры представлены в виде медианы, 5–95-го про-

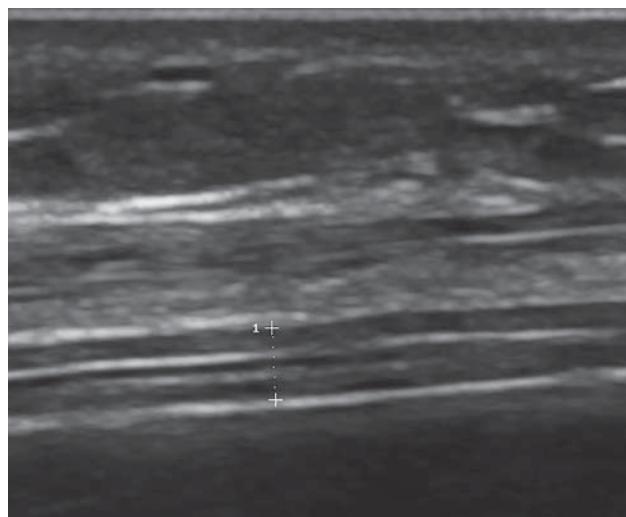


Рис. 12. Измерение толщины локтевого нерва при ультразвуковом исследовании.

центилей, минимального – максимального значений. Нормальность распределения данных проверяли с помощью критерия Шапиро–Уилка. Большинство количественных данных не соответствовало нормальному распределению, поэтому для оценки достоверности различий использовали непараметрический критерий Манна–Уитни. Различия считали достоверными при $P < 0,05$. Для анализа связи между параметрами использовали коэффициент ранговой корреляции Спирмена (r_s).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно литературным данным, локтевой нерв является основной ветвью медиального пучка плечевого сплетения. Уровень формирования колеблется: в 71,7% случаев – на расстоянии 3,4–4,0 см выше верхнего края широчайшей мышцы спины, в 23,7% случаев – на уровне верхнего края малой грудной мышцы. Сравнительно редко (4,6% случаев) локтевой нерв начинается на уровне верхнего края сухожилия широкой мышцы спины или на 0,5–1,0 см ниже него [25]. Локтевой нерв хорошо доступен визуализации на всем протяжении. В подмышечной впадине он визуализируется медиальнее и несколько кзади от подмышечной артерии, а спереди прикрыт подмышечной веной (см. рис. 7б). Но в книге “Атлас анатомии человека” Р.Д. Синельникова и соавт. [26] описан иной вариант расположения локтевого нерва в подмышечной впадине: нервный ствол проходит кнутри от подмышечной и начала плечевой артерий.

В верхней половине плеча локтевой нерв визуализируется кнутри и несколько кзади от плечевых артерии и вены. На уровне средней трети плеча нерв прослеживается отклоняющимся от плечевой артерии по направлению вниз и кзади к медиальной межмышечной оболочке, а на границе средней и нижней третей плеча локтевой нерв располагается на передне-внутренней поверхности медиальной головки трехглавой мышцы плеча. Далее ход локтевого нерва можно отследить, перемещая датчик вниз, к задне-внутренней поверхности локтевого сустава. Таким образом можно увидеть, как нерв спускается по медиальной головке

трехглавой мышцы плеча в желоб между медиальным надмыщелком плечевой кости и локтевым отростком, где проходит непосредственно по кости в борозде локтевого нерва. Вокруг локтевого нерва на всем протяжении определяется гиперэхогенная соединительнотканная оболочка.

Далее, на предплечье, локтевой нерв визуализируется между головками локтевого сгибателя запястья, а ниже – кнутри от локтевых артерии и вены, между указанным сгибателем и глубоким сгибателем пальцев. В области предплечья локтевой нерв принимает соединительную ветвь от срединного нерва [26], но в наших исследованиях проследить ход соединительной ветви ни в одном из случаев не удалось, вероятнее всего из-за ее малых размеров. В нижней части предплечья локтевой нерв вместе с одноименными сосудами визуализируется под сухожилием локтевого сгибателя запястья.

На границе средней и нижней третей предплечья визуализируется отхождение от ствола локтевого нерва очень тонкой ветви: в литературе указано, что на данном уровне (иногда чуть выше или немного ниже) локтевой нерв распадается на конечные ветви – очень тонкую тыльную и крупную ладонную [26]. Именно крупная ладонная ветвь локтевого нерва визуализируется далее и в области запястья проходит через остеофиброзный канал Гийона, ограниченный гороховидной костью и крючком крючковидной кости. В учебнике “Анатомия человека” М.Р. Сапин, Г.Л. Билич (2009) [27] отметили, что крышу этого канала составляют ладонная запястная связка и короткая ладонная мышца. Дно канала образовано связкой – удерживателем сухожилий сгибателей и мышц – глубоким сгибателем пальцев, а также гороховидно-крючковатой, гороховидно-пястной связками и мышцей, противопоставляющей мизинец [28]. При прохождении канала Гийона локтевой нерв визуализировался в сопровождении одноименных артерии и вены.

Эхографическое изображение локтевого нерва оставалось неизменным с увеличением возраста детей, поэтому ниже приведены данные, общие для всех возрастных групп.

При поперечном ультразвуковом сканировании на уровне плеча форма локтевого

нерва в 140 (70%) случаях была округлой, в 60 (30%) – эллипсовидной. Эхоструктура нерва в 200 (100%) случаях была мелкозернистая (чередование мелких гипоэхогенных кружков, окруженных гиперэхогенной оболочкой). На уровне кубитального канала, образованного медиальным мышцелком плечевой кости и локтевым отростком локтевой кости, дном которого является борозда локтевого нерва плечевой кости, а крыша которого образована фиброзным пучком медиальной коллатеральной связки [26], форма нерва в 200 (100%) случаях являлась эллипсовидной, эхоструктура – однородной. На уровне верхней и средней третей предплечья форма нерва была в 160 (80%) случаях округлая, в 40 (20%) случаях – эллипсовидная; на уровне нижней трети предплечья и канала Гийона – в 200 (100%) случаях эллипсовидная. Эхоструктура на четырех вышеуказанных уровнях была мелкозернистой в 200 (100%) случаях.

В продольной проекции на плече и предплечье локтевой нерв имел структуру, характерную для всех периферических нервов [2, 3, 20, 24, 29]: это был непрерывный тяж с чередующимися гипер- и гипоэхогенными линейными структурами, соответствующими отдельным фасциулам (гипоэхогенные линейные структуры), окруженным гиперэхогенным периневрием. В кубитальной области локтевой нерв был представлен однородным гипоэхогенным тяжом, что, вероятнее всего, являлось результатом анизотропии нервного волокна, связанной с непрямолинейным ходом локтевого нерва в этой области. Причем в отечественных публикациях можно встретиться с описанием реактивного состояния в виде небольшого увеличения размера неизмененного локтевого нерва перед входом в кубитальный канал вследствие того, что при совершенствии сгибательно-разгибательных движений в локтевом суставе происходят растяжение и сжатие нормального нервного ствола внутри узкого остеофиброзного канала без наличия какого-либо патологического процесса [3]. Контуры нерва в 100% случаев были четкие, гиперэхогенные на всем протяжении, на уровне плеча и предплечья – в 100% случаев ровные, в кубитальной области – в 100% случаев неровные.

Необходимо добавить, что периферические нервы могут быть исследованы с помо-

щью обычного серошкольного режима, но использование цветокодированных допплерографических методик дает важную дополнительную информацию для дифференцировки структур: нерв часто проходит в непосредственной близости от крупных магистральных сосудов. В отличие от сухожилий нервы являются хорошо васкуляризованными структурами, имеющими мелкие суды, расположенные вдоль периневрия [3]. Однако в норме эти сосуды с помощью цветового или допплеровского энергетического картирования не визуализируются (необходимо проводить сравнение с васкуляризацией нерва на противоположной стороне). По данным литературы, появление сосудистых сигналов внутри или вдоль поверхности нерва может быть расценено как состояние гиперваскуляризации, встречающееся после операции на нерве, при периневрите или при сдавлении нерва [2, 3].

При исследовании в режиме цветового и энергетического допплеровского картирования в ткани исследуемых нервов ни в одном случае кровоток не регистрировался.

Значения площади поперечного сечения локтевого нерва представлены в табл. 1. Достоверные различия ($P < 0,05$) при межуровневых сравнениях определялись между уровнями I и II, а также I и III во всех возрастных группах, тогда как между уровнями II и III различия во всех возрастных группах были недостоверны ($P > 0,05$). Поэтому возможно объединение данных, полученных на уровнях II и III, в каждой возрастной группе в объединенный дистальный уровень. Межгрупповые достоверные различия значений площади поперечного сечения (на двух уровнях сканирования – уровне I и объединенном дистальном уровне) обозначены в табл. 1. Обращает на себя внимание, что достоверные различия определялись практически для всех межгрупповых сравнений, кроме 4-й и 5-й групп. По этой причине данные, полученные на различных уровнях в этих группах, были соединены в одну объединенную старшую группу (см. табл. 1).

Значения толщины локтевого нерва представлены в табл. 2. Достоверные различия ($P < 0,05$) при межуровневых сравнениях также определялись между уровнями I и II, I и III во всех возрастных группах, тогда как между уровнями II и III различия

Таблица 1. Площадь поперечного сечения (см^2) локтевого нерва на трех уровнях сканирования у детей различных возрастных групп ($n = 200$)

Возрастные группы	Статистические характеристики	Уровни сканирования			
		на границе средней и нижней третей плеча (уровень I)	на уровне средней трети кубитального канала (уровень II)	на границе верхней и средней третей предплечья (уровень III)	объединенный дистальный уровень
0–4 года (1-я группа) ($n = 40$)	Медиана	0,03#, ^, &, &&, +	0,03	0,03	0,03#, ^, &, &&, +
	5–95-й процентили	0,03–0,04	0,02–0,03	0,02–0,04	0,02–0,03
	Минимальное – максимальное значения	0,03–0,04	0,02–0,03	0,02–0,04	0,02–0,04
5–7 лет (2-я группа) ($n = 40$)	Медиана	0,04*, ^, &, &&, +	0,03	0,04	0,03*, &, &&, +
	5–95-й процентили	0,03–0,05	0,03–0,05	0,03–0,05	0,03–0,05
	Минимальное – максимальное значения	0,03–0,05	0,03–0,05	0,02–0,05	0,02–0,05
8–10 лет (3-я группа) ($n = 40$)	Медиана	0,05*, #, &, +	0,04	0,04	0,04*, &, &&, +
	5–95-й процентили	0,04–0,05	0,03–0,04	0,03–0,05	0,03–0,05
	Минимальное – максимальное значения	0,04–0,05	0,03–0,05	0,03–0,05	0,03–0,05
11–13 лет (4-я группа) ($n = 40$)	Медиана	0,05*, #, ^	0,05	0,05	0,05*, #, ^
	5–95-й процентили	0,05–0,06	0,04–0,05	0,04–0,06	0,04–0,05
	Минимальное – максимальное значения	0,05–0,06	0,04–0,05	0,04–0,06	0,04–0,06
14–17 лет (5-я группа) ($n = 40$)	Медиана	0,05*, #	0,05	0,05	0,05*, #, ^
	5–95-й процентили	0,03–0,06	0,03–0,05	0,04–0,05	0,03–0,05
	Минимальное – максимальное значения	0,03–0,06	0,03–0,05	0,03–0,05	0,03–0,05
11–17 лет (объединенная старшая группа) ($n = 80$)	Медиана	0,05*, #, ^			0,05*, #, ^
	5–95-й процентили	0,04–0,06			0,03–0,05
	Минимальное – максимальное значения	0,03–0,06			0,03–0,05

Примечание: * – достоверные различия с 1-й группой при $P < 0,05$, # – достоверные различия со 2-й группой при $P < 0,05$, ^ – достоверные различия с 3-й группой при $P < 0,05$, & – достоверные различия с 4-й группой при $P < 0,05$, && – достоверные различия с 5-й группой при $P < 0,05$, + – достоверные различия с объединенной старшей группой при $P < 0,05$. n – количество нервов.

Таблица 2. Толщина (мм) локтевого нерва на трех уровнях сканирования у детей различных возрастных групп (n = 200)

Возрастные группы	Статистические характеристики	Уровни сканирования			
		на границе средней и нижней третей плеча (уровень I)	на уровне средней трети кубитального канала (уровень II)	на границе верхней и средней третей предплечья (уровень III)	объединенный дистальный уровень
0–4 года (1-я группа) (n = 40)	Медиана	1,8#, ^, &, &&, +	1,2	1,2	1,2#, ^, &, &&, +
	5–95-й процентили	1,0–1,4	1,0–1,4	1,1–1,4	1,0–1,4
	Минимальное – максимальное значения	1,0–1,5	0,8–1,5	0,8–1,5	0,8–1,5
5–7 лет (2-я группа) (n = 40)	Медиана	1,7*, ^, &, &&, +	1,4	1,5	1,4*, ^, &, &&, +
	5–95-й процентили	1,5–1,8	1,3–1,6	1,2–1,7	1,3–1,7
	Минимальное – максимальное значения	1,5–1,8	0,1–0,2	0,1–0,3	1,3–1,7
8–10 лет (3-я группа) (n = 40)	Медиана	2,0*, #	1,8	1,7	1,7*, #, &, &&, +
	5–95-й процентили	1,6–2,0	1,4–2,0	1,4–2,0	1,4–2,0
	Минимальное – максимальное значения	1,5–2,2	1,4–2,0	1,4–2,0	1,4–2,0
11–13 лет (4-я группа) (n = 40)	Медиана	2,0*, #	1,9	1,9	1,9*, #, ^
	5–95-й процентили	1,6–2,1	1,5–2,0	1,5–2,0	1,5–2,0
	Минимальное – максимальное значения	1,6–2,1	1,5–2,0	1,5–2,0	1,5–2,0
14–17 лет (5-я группа) (n = 40)	Медиана	2,0*, #	1,7	1,9	1,8*, #, ^
	5–95-й процентили	1,5–2,2	1,2–2,0	1,4–2,0	1,3–2,0
	Минимальное – максимальное значения	1,5–2,4	1,1–2,4	1,3–2,1	1,1–2,1
11–17 лет (объединенная старшая группа) (n = 80)	Медиана	0,2*, #			1,8*, #, ^
	5–95-й процентили	0,2–0,2			1,2–2,0
	Минимальное – максимальное значения	0,2–0,2			1,1–2,1

Обозначения как в табл. 1.

были недостоверны ($P > 0,05$) в 1-й, 4-й и 5-й группах. Так как основным количественным параметром, отражающим истинные размеры нервного ствола, принято считать площадь поперечного сечения (это связано с тем, что толщина (передне-задний размер) может увеличиваться или уменьшаться на протяжении не из-за настоящего уменьшения размеров нерва, а из-за изменения формы нерва) [3], то данные уровней II и III по аналогии с табл. 1 были соединены в объединенный дистальный уровень. В табл. 2 также обозначены межгрупповые достоверные различия значений площади поперечного сечения (на двух уровнях сканирования – уровне I и объединенном дистальном уровне). Необходимо отметить, что межгрупповые различия между 4-й и 5-й группами на двух уровнях сканирования оказались недостоверными, поэтому также были соединены в объединенную старшую группу.

При сопоставлении значений толщины и площади поперечного сечения локтевого нерва, полученных при исследовании правой и левой рук, билатеральные различия параметров на всех уровнях внутри всех возрастных групп оказались недостоверны ($P > 0,05$), поэтому отдельно не приводятся.

Выявлена прямая корреляционная связь между площадью поперечного сечения локтевого нерва и возрастом детей (на проксимальном уровне $r_s = 0,74$ при $P < 0,05$, на объединенном дистальном уровне $r_s = 0,72$ при $P < 0,05$).

В отечественных [2, 3, 22, 29] и зарубежных [30–36] публикациях есть данные о нормативных значениях количественных показателей локтевого нерва, в том числе и у детей [20, 21]. Так, в статье М.Н. Романовой (2013) [20], посвященной особенностям ультразвукового исследования периферических нервов верхних конечностей у детей, приведены нормативные показатели площади поперечного сечения локтевого, лучевого и срединного нервов у детей 2–17 лет, разделенных на 5 возрастных групп, однако дети от 0 до 2 лет в работу включены не были.

Анализ литературы показал необходимость проведения исследования в детской возрастной категории в полном объеме (от 0 до 17 лет включительно); подробного описания нормальной эхографической кар-

тины локтевого нерва, его анатомического расположения относительно других структур верхней конечности; указания четких анатомических ориентиров, на уровне которых целесообразно проведение измерений. Также необходимо дополнить количественные параметры измерением толщины [20], чтобы иметь полное представление об изменении количественных параметров периферических нервов с увеличением возраста ребенка. В статье М.Н. Романовой и соавт. (2013) [21] описано моделирование морфометрических параметров периферических нервов верхних конечностей у детей при ультразвуковом исследовании; показано, что при достижении ребенком 16 лет площадь поперечного сечения становится постоянной величиной, специфических качественных изменений нервного ствола в зависимости от возраста нет; найдена взаимосвязь ($r = 0,79$ при $P < 0,05$) между площадью поперечного сечения нерва и возрастом ребенка. Приведенные литературные данные свидетельствуют о наличии сходства полученных результатов разными исследователями: в своей работе мы тоже не выявили эхографических изменений локтевого нерва с увеличением возраста ребенка.

Если обратиться к источникам литературы, то можно увидеть, что описание локтевого нерва взрослого человека до 50 лет не отличается от такового у детей [2, 20, 22, 37].

Необходимо отметить, что одними из главных преимуществ ультразвукового исследования по сравнению с другими методами визуализации (например с МРТ) явились быстрая возможность получения четких изображений и оценка состояния в любой точке на всем протяжении локтевого нерва. Это играет большую роль при исследовании пациентов младшей возрастной группы вследствие того, что МРТ в этой возрастной категории в большинстве случаев требует применения общего обезболивания [6], тогда как ультразвуковое сканирование этого не требует. При МРТ внутренняя фасцикулярная структура нерва не определяется, можно оценить лишь размеры нерва, особенно это касается небольших по размеру нервов [8].

Как было отмечено выше, значимым ограничением электрофизиологического

обследования у детей раннего возраста, такого как электронейромиография, являются длительность процедуры, требующая временного обездвиживания, и болезненные ощущения, возникающие при ее проведении (особенно игольчатая электромиография) [12, 13].

T. Arumugam et al. (2016) [38] в своей работе отмечают, что у некоторых больных сахарным диабетом 2-го типа, возраст которых составил $59,1 \pm 8,8$ года ($M \pm \sigma$), с прогрессирующей диабетической сенсорно-моторной полинейропатией электрофизиологические показатели могут оставаться нормальными, что осложняет объективную оценку повреждения периферических нервных стволов методом электронейромиографии. В связи с этим исследователи предлагают использовать в качестве дополнительного метода оценки тяжести диабетической сенсорно-моторной полинейропатии ультразвуковое исследование, а именно показатели площади поперечного сечения периферических нервов. Поэтому ультразвуковая визуализация может являться основным методом исследования локтевого нерва.

ВЫВОДЫ

1) Начинать исследование и идентифицировать локтевой нерв лучше в поперечной позиции на уровне поперечной запястной складки, где ориентиром служит локтевая артерия, находящаяся кнаружи от локтевого нерва. Исследовать локтевой нерв можно в положении пациента как лежа, так и сидя, что особенно важно при работе с пациентами маленького возраста. При исследовании локтевого нерва необходимо использовать высокочастотный линейный датчик.

2) В процессе работы необходимо использовать не только серошкольную визуализацию, но и цветокодированные режимы сканирования для выявления и оценки васкуляризации локтевого нерва. В норме интраневральная васкуляризация полностью отсутствует.

3) Билатеральные различия значений площади поперечного сечения и толщины локтевого нерва, полученных при исследовании правой и левой рук, на всех уровнях внутри всех возрастных групп оказались недостоверны ($P > 0,05$).

4) Достоверные межгрупповые различия ($P < 0,05$) при оценке площади поперечного сечения локтевого нерва определялись между уровнями I и II, I и III во всех возрастных группах, тогда как между уровнями II и III различия во всех возрастных группах были недостоверны ($P > 0,05$). Поэтому возможно объединение данных, полученных на уровнях II и III, в каждой возрастной группе в объединенный дистальный уровень. Так как достоверные различия ($P < 0,05$) определялись практически для всех межгрупповых сравнений, кроме 4-й и 5-й групп, данные, полученные на различных уровнях в этих группах, возможно соединить в одну объединенную старшую группу. Аналогичная картина характерна и для толщины локтевого нерва.

5) Определяется достоверная ($P < 0,05$) положительная корреляция между значениями площади поперечного сечения локтевого нерва и возрастом детей на двух уровнях сканирования (на проксимальном уровне $r_s = 0,74$, на объединенном дистальном уровне $r_s = 0,72$).

6) Все вышеисказанное может быть использовано врачами ультразвуковой диагностики в повседневной практике для интерпретации результатов исследования локтевого нерва у детей различных возрастных групп.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Однак М.М., Живолупов С.А. Заболевания и травмы периферической нервной системы (обобщение клинического и экспериментального опыта): Руководство для врачей. СПб.: СпецЛит, 2009. 367 с.
2. Малецкий Э.Ю. Возможности ультразвукового исследования при диагностике туннельных невропатий верхней конечности: Дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2017.
3. Салтыкова В.Г. Ультразвуковая диагностика состояния периферических нервов (норма, повреждения, заболевания): Дис. ... докт. мед. наук. М.: РМАПО, 2011. 397 с.
4. Zheng Y., Wang L., Krupka T.M., Wang Z., Lu G., Zhang P., Zuo G., Li P., Ran H., Jian H. The feasibility of using high frequency ultrasound to assess nerve ending neuropathy in patients with diabetic foot // Eur. J. Radiol. 2013. V. 82. No. 3. P. 512–517. Doi: 10.1016/j.ejrad.2012.09.017.
5. Салтыкова В.Г., Митькова М.Д. Роль эхографии в исследовании периферических нервов конечностей // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2011. № 3. С. 93–106.

6. Chien A.J., Jamadar D.A., Jacobson J.A., Hayes C.W., Louis D.S. Sonography and MR imaging of posterior interosseous nerve syndrome with surgical correlation // Am. J. Roentgenol. 2003. V. 181. No. 1. P. 219–221. Doi: 10.2214/ajr.181.1.1810219.
7. Daghino W., Pasquali M., Faletti C. Superficial peroneal nerve entrapment in a young athlete: the diagnostic contribution of magnetic resonance imaging // J. Foot Ankle Surg. 1997. V. 36. No. 3. P. 170–172.
8. Padua L., Hobson-Webb L.D. Ultrasound as the first choice for peripheral nerve imaging? // Neurology. 2013. V. 80. No. 18. P. 1626–1627. Doi: 10.1212/WNL.0b013e3182905017.
9. Беленков Ю.Н., Терновой С.К., Беличенко О.И. Клиническое применение магнитно-резонансной томографии с контрастным усилением. М.: Видар, 1996. С. 9–59.
10. Коновалов А.Н., Корниенко В.Н., Пронин И.Н. Магнитно-резонансная томография в нейрохирургии. М.: Видар, 1997. 560 с.
11. Brahma S.K., Hodler J., Braun R.M., Sebrechts C., Jackson W., Resnick D. Dynamic MR imaging of carpal tunnel syndrome // Skeletal Radiol. 1997. V. 26. No. 8. P. 482–487.
12. Касаткина Л.Ф., Гильванова О.В. Электромиографические методы исследования в диагностике нервно-мышечных заболеваний. Игольчатая электромиография. М.: Медика, 2010. 416 с.
13. Санадзе А.Г., Касаткина Л.Ф. Клиническая электромиография для практических неврологов. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. 64 с.
14. Николаев С.Г. Практикум по клинической электронейромиографии. Иваново: ИГМА, 2003. 264 с.
15. Николаев С.Г., Банникова И.Б. Электронейромиографическое исследование в клинической практике: методики, анализ, применение. Иваново: ИГМА, 1998. 120 с.
16. Еськин Н.А., Голубев В.Г., Богдашевский Д.Р., Насникова И.Ю., Приписнова С.Г., Финешин А.И., Атабекова Л.А. Эхография нервов, сухожилий и связок // SonoAce International. 2005. № 13. С. 82–94.
17. Журбин Е.А., Гайворонский А.И., Железняк И.С., Чуриков Л.И., Труфанов Г.Е., Декан В.С. Возможности ультразвукового исследования при травматических повреждениях периферических нервов конечностей // Российский электронный журнал лучевой диагностики. 2017. Т. 7. № 3. С. 127–135. Doi: 10.21569/2222-7415-2017-7-3-127-135.
18. Миронов С.П., Еськин Н.А., Голубев В.Г., Насникова И.Ю., Богдашевский Д.Р., Приписнова С.Г., Финешина А.И. Ультразвуковая диагностика патологии сухожилий и нервов конечностей // Вестник травматологии и ортопедии. 2004. № 3. С. 3–4.
19. Айтемиров Ш.М., Нинель Ш.М., Коршунова Г.А., Щацицын И.Н. Высокоразрешающая ультрасонография в диагностике и хирургии периферических нервов конечностей (обзор литературы) // Травматология и ортопедия России. 2015. Т. 77. № 3. С. 116–125.
20. Романова М.Н. Особенности ультразвукового исследования периферических нервов верхних конечностей у детей // Дальневосточный медицинский журнал. 2013. № 3. С. 64–67.
21. Романова М.Н., Жила Е.Г., Мурая Е.Н. Моделирование морфометрических параметров периферических нервов верхних конечностей у детей при ультразвуковом исследовании // Дальневосточный медицинский журнал. 2013. № 2. С. 36–39.
22. Наумова Е.С., Никитин С.С., Дружинин Д.С. Количественные сонографические характеристики периферических нервов у здоровых людей // Анналы клинической и экспериментальной неврологии. 2011. Т. 11. № 1. С. 55–61. Doi: 10.18454/ACEN.2017.1.6162.
23. Садофеева В.И. Нормальная рентгеноанатомия костно-суставной системы детей. М.: Медицина, 1990. 94 с.
24. Данилова М.Г., Салтыкова В.Г., Усенко Е.Е. Нормальная эхографическая картина периферических нервов нижних конечностей у детей // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2018. № 2. С. 59–74.
25. Кованов В.В., Травин А.А. Хирургическая анатомия конечностей человека. М.: Медицина, 1983. 600 с.
26. Синельников Р.Д., Синельников Я.Р., Синельников А.Я. Атлас анатомии человека. Т. 4. М.: Новая волна, 2016. 312 с.
27. Сапин М.Р., Билич Г.Л. Анатомия человека: Учебник для студентов медицинских вузов. Т. 2. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 496 с.
28. Mazurek M.T., Shin A.Y. Upper extremity peripheral nerve anatomy: current concepts and applications // Clin. Orthop. Relat. Res. 2001. V. 383. P. 7–20. Doi: 10.1097/00003086-200102000-00004.
29. Салтыкова В.Г. Нормальная эхографическая картина периферических нервов // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2007. № 3. С. 74–82.
30. Zaidman C.M., Al-Lozi M., Pestronk A. Peripheral nerve size in normals and patients with polyneuropathy: an ultrasound study // Muscle Nerve. 2009. V. 40. No. 6. P. 960–966. Doi: 10.1002/mus.21431.
31. Cartwright M.S., Demar S., Griffin L.P., Balakrishnan N., Harris J.M., Walker F.O. Validity and reliability of nerve and muscle ultrasound // Muscle Nerve. 2013. V. 47. No. 4. P. 515–521. Doi: 10.1002/mus.23621.
32. Cartwright M., Passmore L.V., Yoon J.S., Brown M.E., Caress J.B., Walker F.O. Cross-sectional area reference values for nerve ultrasonography // Muscle Nerve. 2008. V. 37. No. 5. P. 566–571. Doi: 10.1002/mus.21009.
33. Boehm J., Scheidl E., Bereczki D., Schelle T., Aranyi Z. High-resolution ultrasonography of peripheral nerves: measurements on 14 nerve segments in 56 healthy subjects and reliability assessments // Ultraschall Med. 2014. V. 35. No. 5. P. 459–467. Doi: 10.1055/s-0033-1356385.
34. Fornage B.D. Peripheral nerves of the extremities: imaging with US // Radiology. 1988. V. 167. No. 1. P. 179–182.

35. High Resolution Sonography of the Peripheral Nervous System: General Considerations and Technical Concept. 2nd ed. / Ed. by S. Peer, G. Bodner. Berlin, Heidelberg: Springer, 2008. 208 p.
36. Qirimli M., Ebadi H., Breiner A., Siddiqui H., Alabdali M., Abraham A., Lovblom L.E., Perkins B.A., Bril V. Reference values for ultrasonography of peripheral nerves // Muscle Nerve. 2016. V. 53. No. 4. P. 538–544.
Doi: 10.1002/mus.24888.
37. Rasenack M., Decard B.F., Schadelin S., Grimm A., Fischer D., Hafner P. Ultrasonographic reference values for peripheral nerves and nerve roots in the normal population of children and adolescents: study protocol for an observational-prospective trial // BMJ Open. 2016. V. 6. No. 12. P. e014662.
Doi: 10.1136/bmjjopen-2016-014662.
38. Arumugam T., Razali S.N., Vethakkan S.R., Rozali F.I., Shahrizaila N. Relationship between ultrasonographic nerve morphology and severity of diabetic sensorimotor polyneuropathy // Eur. J. Neurol. 2016. V. 23. No. 2. P. 354–360.
Doi: 10.1111/ene.12836.
9. Belenkova Yu.N., Ternovoy S.K., Belichenko O.I. Contrast-enhanced Magnetic Resonance Imaging. Moscow: Vidar, 1996. P. 9–59. (Book in Russian)
10. Konovalov A.N., Kornienko V.N., Pronin I.N. Magnetic Resonance Imaging in Neurosurgery. Moscow: Vidar, 1997. 560 p. (Book in Russian)
11. Brahme S.K., Hodler J., Braun R.M., Sebrechts C., Jackson W., Resnick D. Dynamic MR imaging of carpal tunnel syndrome // Skeletal Radiol. 1997. V. 26. No. 8. P. 482–487.
12. Kasatkina L.F., Gilvanova O.V. Electromyography in Neuromuscular Diseases Diagnosis. Needle Electromyography. Moscow: Medika, 2010. 416 p. (Book in Russian)
13. Sanadze A.G., Kasatkina L.F. Clinical Electromyography for Practical Neurologists. Moscow: GEOTAR-Media, 2015. 64 p. (Book in Russian)
14. Nikolaev S.G. Workshop on Clinical Electroneurography. Ivanovo: ISMA, 2003. 264 p. (Book in Russian)
15. Nikolaev S.G., Bannikova I.B. Clinical Electroneurography: Methodology, Analysis, Application. Ivanovo: ISMA, 1998. 120 p. (Book in Russian)
16. Eskin N.A., Golubev V.G., Bogdashevsky D.R., Nasnikova I.Yu., Pripisnova S.G., Fineshin A.I., Atabekova L.A. Echography of the nerves, tendons, and ligaments // SonoAce International. 2005. No. 13. P. 82–94. (Article in Russian)
17. Zhurbin E.A., Gaivoronsky A.I., Zhelezniak I.S., Churikov L.I., Trufanov G.E., Dekan V.S. The possibility of ultrasound in traumatic injuries of peripheral nerves of extremities // REJR. 2017. V. 7. No. 3. P. 127–135.
Doi: 10.21569/2222-7415-2017-7-3-127-135. (Article in Russian)
18. Mironov S.P., Eskin N.A., Golubev V.G., Nasnikova I.Yu., Bogdashevskiy D.R., Pripisnova S.G., Fineshina A.I. Ultrasound diagnosis of tendon and nerve pathology // Bulletin of Traumatology and Orthopedics. 2004. No. 3. P. 3–4. (Article in Russian)
19. Aitemirov Sh.M., Ninel V.G., Korshunova G.A., Shchanitsyn I.N. High-resolution ultrasonography in the diagnosis and management of peripheral nerve lesions (review) // Traumatology and Orthopedics of Russia. 2015. V. 77. No. 3. P. 116–125. (Article in Russian)
20. Romanova M.N. Sonographic characteristic features of peripheral nerves of upper extremities in child // Far East Medical Journal. 2013. No. 3. P. 64–67. (Article in Russian)
21. Romanova M.N., Zhila E.G., Muraya E.N. Modeling of morphometric parameters of peripheral nerves of the upper extremities in children with ultrasound // Far East Medical Journal. 2013. No. 2. P. 36–39. (Article in Russian)
22. Naumova E.S., Nikitin S.S., Druzhinin D.S. Quantitative sonographic parameters of the peripheral nerves in healthy individuals // Annals of Clinical and Experimental Neurology. 2011. V. 11. No. 1. P. 55–61. Doi: 10.18454/ACEN.2017.1.6162. (Article in Russian)
23. Sadofeva V.I. Roentgenology for Normal Anatomy of Bones and Joints in Children. Moscow: Medicine, 1990. 94 p. (Book in Russian)

REFERENCES

1. Odinak M.M., Zhivolupov S.A. Diseases and Injuries of the Peripheral Nervous System. Saint-Petersburg: SpetcLit, 2009. 367 p. (Book in Russian)
2. Maletskiy E.Yu. Possibilities of ultrasound examination in the diagnosis of tunnel neuropathies of the upper limb. PhD Thesis, Saint-Petersburg, Russia, 2017. (PhD Thesis in Russian)
3. Saltykova V.G. Ultrasound of peripheral nerves (norms, injuries, and diseases). PhD Thesis, Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow, Russia, 2011. (PhD Thesis in Russian)
4. Zheng Y., Wang L., Krupka T.M., Wang Z., Lu G., Zhang P., Zuo G., Li P., Ran H., Jian H. The feasibility of using high frequency ultrasound to assess nerve ending neuropathy in patients with diabetic foot // Eur. J. Radiol. 2013. V. 82. No. 3. P. 512–517. Doi:10.1016/j.ejrad.2012.09.017.
5. Saltykova V.G., Mitkova M.D. Ultrasound diagnostics in examination of extremities peripheral nerves // Ultrasound and Functional Diagnostics. 2011. No. 3. P. 93–106. (Article in Russian)
6. Chien A.J., Jamadar D.A., Jacobson J.A., Hayes C.W., Louis D.S. Sonography and MR imaging of posterior interosseous nerve syndrome with surgical correlation // Am. J. Roentgenol. 2003. V. 181. No. 1. P. 219–221.
Doi: 10.2214/ajr.181.1.1810219.
7. Daghino W., Pasquali M., Faletti C. Superficial peroneal nerve entrapment in a young athlete: the diagnostic contribution of magnetic resonance imaging // J. Foot Ankle Surg. 1997. V. 36. No. 3. P. 170–172.
8. Padua L., Hobson-Webb L.D. Ultrasound as the first choice for peripheral nerve imaging? // Neurology. 2013. V. 80. No. 18. P. 1626–1627.
Doi: 10.1212/WNL.0b013e3182905017.
9. Belenkova Yu.N., Ternovoy S.K., Belichenko O.I. Contrast-enhanced Magnetic Resonance Imaging. Moscow: Vidar, 1996. P. 9–59. (Book in Russian)
10. Konovalov A.N., Kornienko V.N., Pronin I.N. Magnetic Resonance Imaging in Neurosurgery. Moscow: Vidar, 1997. 560 p. (Book in Russian)
11. Brahme S.K., Hodler J., Braun R.M., Sebrechts C., Jackson W., Resnick D. Dynamic MR imaging of carpal tunnel syndrome // Skeletal Radiol. 1997. V. 26. No. 8. P. 482–487.
12. Kasatkina L.F., Gilvanova O.V. Electromyography in Neuromuscular Diseases Diagnosis. Needle Electromyography. Moscow: Medika, 2010. 416 p. (Book in Russian)
13. Sanadze A.G., Kasatkina L.F. Clinical Electromyography for Practical Neurologists. Moscow: GEOTAR-Media, 2015. 64 p. (Book in Russian)
14. Nikolaev S.G. Workshop on Clinical Electroneurography. Ivanovo: ISMA, 2003. 264 p. (Book in Russian)
15. Nikolaev S.G., Bannikova I.B. Clinical Electroneurography: Methodology, Analysis, Application. Ivanovo: ISMA, 1998. 120 p. (Book in Russian)
16. Eskin N.A., Golubev V.G., Bogdashevsky D.R., Nasnikova I.Yu., Pripisnova S.G., Fineshin A.I., Atabekova L.A. Echography of the nerves, tendons, and ligaments // SonoAce International. 2005. No. 13. P. 82–94. (Article in Russian)
17. Zhurbin E.A., Gaivoronsky A.I., Zhelezniak I.S., Churikov L.I., Trufanov G.E., Dekan V.S. The possibility of ultrasound in traumatic injuries of peripheral nerves of extremities // REJR. 2017. V. 7. No. 3. P. 127–135.
Doi: 10.21569/2222-7415-2017-7-3-127-135. (Article in Russian)
18. Mironov S.P., Eskin N.A., Golubev V.G., Nasnikova I.Yu., Bogdashevskiy D.R., Pripisnova S.G., Fineshina A.I. Ultrasound diagnosis of tendon and nerve pathology // Bulletin of Traumatology and Orthopedics. 2004. No. 3. P. 3–4. (Article in Russian)
19. Aitemirov Sh.M., Ninel V.G., Korshunova G.A., Shchanitsyn I.N. High-resolution ultrasonography in the diagnosis and management of peripheral nerve lesions (review) // Traumatology and Orthopedics of Russia. 2015. V. 77. No. 3. P. 116–125. (Article in Russian)
20. Romanova M.N. Sonographic characteristic features of peripheral nerves of upper extremities in child // Far East Medical Journal. 2013. No. 3. P. 64–67. (Article in Russian)
21. Romanova M.N., Zhila E.G., Muraya E.N. Modeling of morphometric parameters of peripheral nerves of the upper extremities in children with ultrasound // Far East Medical Journal. 2013. No. 2. P. 36–39. (Article in Russian)
22. Naumova E.S., Nikitin S.S., Druzhinin D.S. Quantitative sonographic parameters of the peripheral nerves in healthy individuals // Annals of Clinical and Experimental Neurology. 2011. V. 11. No. 1. P. 55–61. Doi: 10.18454/ACEN.2017.1.6162. (Article in Russian)
23. Sadofeva V.I. Roentgenology for Normal Anatomy of Bones and Joints in Children. Moscow: Medicine, 1990. 94 p. (Book in Russian)

24. Danilova M.G., Saltykova V.G., Usenko E.E. Normal echographic pattern of the lower extremities peripheral nerves in children // Ultrasound and Functional Diagnostics. 2018. No. 2. P. 59–74. (Article in Russian)
25. Kovanov V.V., Travin A.A. Surgical Anatomy of Human Limbs. Moscow: Medicine, 1983. 600 p. (Book in Russian)
26. Sinelnikov R.D., Sinelnikov Ya.R., Sinelnikov A.Ya. Atlas of Human Anatomy. V. 4. Moscow: Novaya Volna, 2016. 312 p. (Book in Russian)
27. Sapin M.R., Bilich G.L. Human Anatomy: Textbook for Students. V. 2. Moscow: GEOTAR-Media, 2009. 496 p. (Book in Russian)
28. Mazurek M.T., Shin A.Y. Upper extremity peripheral nerve anatomy: current concepts and applications // Clin. Orthop. Relat. Res. 2001. V. 383. P. 7–20. Doi: 10.1097/00003086-200102000-00004.
29. Saltykova V.G. Peripheral nerves echography in normals // Ultrasound and Functional Diagnostics. 2007. No. 3. P. 74–82. (Article in Russian)
30. Zaidman C.M., Al-Lozi M., Pestronk A. Peripheral nerve size in normals and patients with polyneuropathy: an ultrasound study // Muscle Nerve. 2009. V. 40. No. 6. P. 960–966. Doi: 10.1002/mus.21431.
31. Cartwright M.S., Demar S., Griffin L.P., Balakrishnan N., Harris J.M., Walker F.O. Validity and reliability of nerve and muscle ultrasound // Muscle Nerve. 2013. V. 47. No. 4. P. 515–521. Doi: 10.1002/mus.23621.
32. Cartwright M., Passmore L.V., Yoon J.S., Brown M.E., Caress J.B., Walker F.O. Cross-sectional area reference values for nerve ultrasound // Muscle Nerve. 2014. V. 50. No. 5. P. 129–135. Doi: 10.1002/mus.24109.
33. Boehm J., Scheidl E., Bereczki D., Schelle T., Aranyi Z. High-resolution ultrasonography of peripheral nerves: measurements on 14 nerve segments in 56 healthy subjects and reliability assessments // Ultraschall Med. 2014. V. 35. No. 5. P. 459–467. Doi: 10.1055/s-0033-1356385.
34. Fornage B.D. Peripheral nerves of the extremities: imaging with US // Radiology. 1988. V. 167. No. 1. P. 179–182.
35. High Resolution Sonography of the Peripheral Nervous System: General Considerations and Technical Concept. 2nd ed. / Ed. by S. Peer, G. Bodner. Berlin, Heidelberg: Springer, 2008. 208 p.
36. Qirimli M., Ebadi H., Breiner A., Siddiqui H., Alabdali M., Abraham A., Lovblom L.E., Perkins B.A., Bril V. Reference values for ultrasonography of peripheral nerves // Muscle Nerve. 2016. V. 53. No. 4. P. 538–544. Doi: 10.1002/mus.24888.
37. Rasenack M., Decard B.F., Schadelin S., Grimm A., Fischer D., Hafner P. Ultrasonographic reference values for peripheral nerves and nerve roots in the normal population of children and adolescents: study protocol for an observational-prospective trial // BMJ Open. 2016. V. 6. No. 12. P. e014662. Doi: 10.1136/bmjopen-2016-014662.
38. Arumugam T., Razali S.N., Vethakkan S.R., Rozali F.I., Shahrizaila N. Relationship between ultrasonographic nerve morphology and severity of diabetic sensorimotor polyneuropathy // Eur. J. Neurol. 2016. V. 23. No. 2. P. 354–360. Doi: 10.1111/ene.12836.

Ulnar nerve ultrasound in different age groups children

M.G. Danilova¹, V.G. Saltykova², E.E. Usenko¹, I.A. Aboian¹

¹ Clinical Diagnostic Center “Zdorovie”, Rostov-on-Don

² Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow

M.G. Danilova – M.D., Ultrasound Diagnostics Department, Clinical Diagnostic Center “Zdorovie”, Rostov-on-Don. V.G. Saltykova – M.D., Ph.D., Professor, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow. E.E. Usenko – M.D., Ph.D., Head of Ultrasound Diagnostics Department, Clinical Diagnostic Center “Zdorovie”, Rostov-on-Don. I.A. Aboian – M.D., Ph.D., Professor, Chief Physician, Clinical Diagnostic Center “Zdorovie”, Rostov-on-Don.

Ulnar nerves of 200 upper extremities were studied in 100 neurologically healthy children aged 0–17 years. All children were divided into 5 age groups (1st – 0–4 years old, 2nd – 5–7 years old, 3rd – 8–10 years old, 4th – 11–13 years old, 5th – 14–17 years old). The methodology of ulnar nerve ultrasound examination was detailedly described with anatomical landmarks indication. Ultrasound patterns of ulnar nerve and quantitative parameters were shown according to the age. The cross-sectional area (with transverse scanning) of nerves and its thickness (with longitudinal scanning) were measured at three locations: at the border of the middle and lower third of the shoulder (I), at the middle third of the cubital channel (II), at the border of the upper and middle third of the forearm (III). There were no changes of ultrasound images with increase of the children’s age. Intraneuronal vascularization was not identified. There were no significant differences ($P > 0.05$) of ulnar nerve cross-sectional area and thickness between right and left arms at all levels within all age groups. Significant differences ($P < 0.05$) of the cross-sectional area were found between locations I and II, I and III in all age groups. Between locations II and III differences in all age groups were insignificant ($P > 0.05$). The values of locations II and III cross-sectional area obtained in each age group were integrated in the combined

distal level. Significant differences ($P < 0.05$) were found for all intergroup comparisons (except for the 4th and 5th groups). The 4th and 5th groups were integrated in the combined older group. It was the same for the thickness of ulnar nerve. A significant ($P < 0.05$) positive correlation was found between the values of ulnar nerve cross-sectional area and the age of children at two locations (at the proximal level $r_s = 0.74$, at the combined distal level $r_s = 0.72$). All of the above can be used in everyday practice for the interpretation of ulnar nerve ultrasound results in children of different age groups.

Key words: nerve ultrasound, peripheral nerves, ulnar nerve, upper extremities, children.

Citation: Danilova M.G., Saltykova V.G., Usenko E.E., Aboian I.A. Ulnar nerve ultrasound in different age groups children // Ultrasound and Functional Diagnostics. 2019. No. 2. P. 61–79.

DOI: 10.24835/1607-0771-2019-2-61-79. (Article in Russian)

ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН
<http://vidar.ru/>

Интернет-магазин Издательства «Видар» предлагает своим покупателям профессиональную медицинскую литературу по издательским ценам!

Мы предлагаем вам несколько вариантов доставки: самовывоз, доставка курьером по Москве, доставка почтой в другие регионы.

Ждем Вас на нашем интернет-ресурсе. Также вы сможете оформить подписку на еще не вышедшие издания и купить их по более выгодной цене!

ИЗДАТЕЛЬСТВО
ВИДАР
МЕДИЦИНСКАЯ
ЛИТЕРАТУРА



Контакты: +7-495-768-0434; +7-495-589-8660