

Нормальная эхографическая картина периферических нервов нижних конечностей у детей

М.Г. Данилова¹, В.Г. Салтыкова², Е.Е. Усенко¹

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 периферические нервы 200 нижних конечностей у 100 неврологически здоровых детей в возрасте 0–17 лет, разделенных на 5 возрастных групп (в 1-ю вошли дети в возрасте 0–4 года, во 2-ю – 5–7 лет, в 3-ю – 8–10 лет, в 4-ю – 11–13 лет, в 5-ю – 14–17 лет). С учетом возраста описана ультразвуковая семиотика седалищного, большеберцового и общего малоберцового нервов, даны значения количественных параметров нервных стволов. Площадь поперечного сечения при поперечном сканировании и толщина при продольном сканировании измерены для всех нервных стволов на двух уровнях: проксимальном и дистальном. Эхографическая картина исследованных нервов оставалась неизменной с увеличением возраста ребенка. Интраневральная васкуляризация не определялась. Билатеральные различия значений площади поперечного сечения и толщины периферических нервов, полученных при исследовании правой и левой нижних конечностей, на всех уровнях внутри всех возрастных групп оказа-

лись недостоверны ($P > 0,05$). Значения площади поперечного сечения седалищного нерва на двух уровнях в каждой возрастной группе достоверно не отличались ($P > 0,05$), но практически для всех межгрупповых сравнений достоверные различия определялись. Толщина достоверно увеличивалась по направлению к дистальным отделам конечностей в каждой возрастной группе ($P < 0,05$). Достоверные различия между старшими группами (3, 4 и 5-й) не определялись. Показатели площади поперечного сечения и толщины большеберцового нерва в каждой возрастной группе достоверно уменьшались к дистальным отделам ($P < 0,05$). Межгрупповые различия площади поперечного сечения большеберцового нерва между старшими группами (3, 4, и 5-я) на двух уровнях оказались недостоверными ($P > 0,05$). Значения толщины большеберцового нерва между старшими группами оказались недостоверными только для дистального уровня ($P > 0,05$). Показатели площади поперечного сечения и толщины общего малоберцового нерва

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.

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

в каждой возрастной группе достоверно уменьшались к дистальным отделам ($P < 0,05$). Между практически всеми соседними группами на двух уровнях различия оказались достоверными и для площади поперечного сечения, и для толщины общего малоберцового нерва. Все вышеописанное может быть использовано врачами ультразвуковой диагностики для квалифицированной интерпретации результатов и дифференциальной диагностики патологических состояний периферических нервов нижних конечностей у детей различных возрастных групп.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование нервов, периферические нервы, седалищный нерв, большеберцовый нерв, общий малоберцовый нерв, нижние конечности, дети.

Цитирование: 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.

ВВЕДЕНИЕ

Поражение периферической нервной системы у детей занимает значительное место в общей структуре заболеваемости детского возраста. Своевременная и точная диагностика заболеваний периферической нервной системы имеет принципиальное значение для успешного этиопатогенетического лечения [1]. Например, вовремя начатые мероприятия помогают предупредить развитие такого грозного осложнения сахарного диабета, как диабетическая периферическая полинейропатия. А ранняя диагностика повреждений периферических нервов, возникающих при вывихах, переломах костей, ушибах, сдавлениях и приводящих к частичной или полной потере функции конечностей, позволяет оказать правильное хирургическое пособие и в последующем сократить случаи инвалидизации пострадавших [2–4]. На сегодняшний день существуют различные широко распространенные методы диагностики состояния периферической нервной системы. Проведение магнитно-резонансной томографии у пациен-

тов младшей возрастной группы в большинстве случаев требует применения общего наркоза, тогда как ультразвуковое сканирование – нет. Сложность визуализации нервных стволов на протяжении у пациентов любой возрастной категории может быть связана с непрямолинейностью хода нервных стволов, что в условиях плоскостных магнитно-резонансных томограмм не позволяет выявить весь нервный ствол на протяжении. Невозможно применение магнитно-резонансной томографии и при наличии у пациента в теле металлических имплантов, кардиостимуляторов, металлических инородных тел, клаустрофобии, что является существенным ограничением применения метода [5–7]. Метод электронейромиографии имеет такие ограничения, как отсутствие визуализации ткани нервного ствола, дискомфортные ощущения и болезненность, возникающие у пациентов во время проведения исследования, что затрудняет использование метода, особенно в педиатрической практике, а также требует временного обездвиживания (особенно игольчатая электромиография) [8, 9]. При этом трудность диагностики электрофизиологическими методами заключается еще и в том, что они выявляют лишь степень выраженности нарушения проводимости импульсов по нервному стволу и не определяют вид и размеры его повреждения. Но функция нерва одинаково нарушается как при анатомическом повреждении ткани, так и без него, и результаты этих диагностических методик требуют коррекции и дополнения визуализирующими методами исследования. Поэтому ультразвуковую визуализацию можно по праву считать основным методом исследования периферических нервов. Так, одним из достоинств ультразвукового исследования перед другими методами является возможность визуализации нервного ствола практически на всем протяжении [7]. Ультразвуковые исследования благодаря скорости выполнения, неинвазивности, относительно невысокой стоимости, полному отсутствию противопоказаний и ионизирующего излучения, высокой разрешающей способности значительно расширяют лечебно-диагностические возможности и позволяют контролировать эффективность терапии. А также в ряде клинических ситуаций могут заме-

нить магнитно-резонансную томографию и существенно дополнить клиническую картину заболевания [10–12]. Для правильной диагностики, безусловно, требуются нормативные ультразвуковые показатели. Ни в одном из источников среди современной отечественной и зарубежной литературы мы не нашли публикаций, описывающих качественные и количественные параметры неизменных периферических нервов нижних конечностей у детей различных возрастных групп.

Цель исследования – разработка ультразвуковой семиотики неизменных периферических нервов нижних конечностей у детей различных возрастных групп.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В период с января 2017 по январь 2018 г. проведено обследование 100 детей в возрасте от 0 до 17 лет включительно с анамnestическим и клиническим отсутствием патологии нервов нижних конечностей. При проведении работы были исследованы периферические нервы 200 нижних конечностей (правой и левой). Пациенты были разделены на возрастные группы: в 1-ю вошли дети в возрасте 0–4 года, во 2-ю – 5–7 лет, в 3-ю – 8–10 лет, в 4-ю – 11–13 лет, в 5-ю – 14–17 лет [13, 14].

Ультразвуковые исследования проводились на аппарате DC-8 (Mindray, Китай) широкополосным линейным датчиком с диапазоном частот 6–14 МГц. При осмотре нервных стволов использовали встроенные программы: скелетно-мышечная и нервы. Исследование проводили в серошкальном режиме. Для достижения максимального качества изображения и точности измерения количественных параметров нервов использовали функцию аппарата “zoom” для увеличения объектов сканирования; коррекцию частоты датчика и уровня фокусировки в зависимости от изменяющейся глубины залегания нервного ствола; тканевую гармонику и шкалу оттенков серого для увеличения контрастности и четкости контуров нерва. Для оценки интраневральной и периневральной васкуляризации применяли режимы цветового и энергетического доплеровского картирования. Для измерения площади поперечного сечения нерва

при округлой или овальной его форме использовали метод эллипса, при неправильной форме нерва – метод трассировки.

Предварительная подготовка области исследования при ультразвуковом сканировании не проводилась. Для проведения ультразвукового исследования седалищного, большеберцового и общего малоберцового нервов ребенок лежал на животе с разогнутыми ногами. Ультразвуковой датчик при исследовании устанавливался в поперечной и продольной проекциях относительно длинной оси исследуемого нерва.

После идентификации нервного ствола в месте типичной локализации осуществляли общий осмотр (продольно и поперечно) нерва на всем протяжении, оценивая курс нерва относительно окружающих анатомических ориентиров. При поперечном сканировании проводили оценку формы и экоструктуры нервного ствола; при продольном сканировании оценивали непрерывность волокон нерва, его экзогенность, контуры, экоструктуру и степень интраневральной пучковой дифференцировки, васкуляризацию.

Далее последовательно проводили измерения нервных стволов (площадь поперечного сечения при поперечном сканировании и толщина – при продольном). Измерение как площади поперечного сечения, так и толщины нерва проводили с исключением гиперэхогенных оболочек (наружного эпинеурия). Измеряли только четко дифференцируемую гипозэхогенную структуру, соответствующую близко расположенным пучкам нервных волокон. Нервные стволы измеряли на двух уровнях:

- седалищный нерв – в проксимальном (на уровне нижней ягодичной складки) и дистальном (на 2 см проксимальнее бифуркации) отделах;

- большеберцовый нерв – в проксимальном (на 1 см дистальнее бифуркации седалищного нерва) и дистальном (на уровне верхнего края медиальной лодыжки) отделах;

- малоберцовый нерв – в проксимальном (на 1 см дистальнее бифуркации седалищного нерва) и дистальном (на уровне верхнего края головки малоберцовой кости) отделах.

Полученные результаты были обработаны общепринятыми статистическими мето-

дами с использованием стандартного пакета компьютерных программ Biostat. Количественные параметры представлены в виде медианы, 5–95-го перцентилей, минимального – максимального значений. Для оценки достоверности различий использовали критерий Манна–Уитни для количественных параметров и критерии Фишера или χ^2 – для качественных. Различия считали достоверными при $P \leq 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Седалищный нерв является самым крупным периферическим нервом в организме человека. Фактически этот нерв состоит из двух крупных нервов, объединенных общей эпидуральной оболочкой: латерально расположенного общего малоберцового и медиально расположенного большеберцового нервов [15].

В ягодичной области седалищный нерв прикрыт большой ягодичной мышцей, визуализация нервного ствола в данном отделе затруднена из-за выраженного слоя мышечной ткани и подкожно-жировой клетчатки. На уровне ягодичной складки, у нижнего края ягодичной мышцы, седалищный нерв прикрыт широкой фасцией бедра и хорошо доступен для ультразвукового исследования в этом месте. Далее, в верхней трети бедра, нерв направляется вниз, несколько отклоняясь латерально от средней линии бедра и располагаясь между длинной головкой двуглавой мышцы бедра и большой приводящей мышцей. В этом отделе нерв также доступен визуализации, однако не так хорошо, как в нижней трети бедра, где нерв залегает между полуперепончатой мышцей и двуглавой мышцей бедра. При достижении подколенной ямки в верхнем ее углу нерв разделяется на две ветви: крупную медиальную (большеберцовый нерв) и тонкую латеральную (общий малоберцовый нерв) [15].

В обследованной группе в возрасте от 0 до 17 лет четкое разделение на две главные ветви в 160 из 200 (80%) случаев происходит в верхней части подколенной ямки, в 38 (19%) – на границе средней и нижней трети бедра, в 2 (1%) – нерв разделен на два отдельных ствола на всем протяжении бедра. Но, по данным литературы, разделение

седалищного нерва на две ветви может встречаться в любой точке между крестцовым сплетением и нижней третью бедра, даже непосредственно у крестцового сплетения [15–17]. В последнем случае из полости малого таза большеберцовый нерв выходит под грушевидной мышцей, а общий малоберцовый нерв может прободать ее или пролегать над ней [15]. Седалищный нерв хорошо визуализировался как при продольном, так и при поперечном ультразвуковом сканировании почти на всех уровнях оценки. Однако исследование наиболее удобно начинать в дистальной части бедра, так как в этом отделе нерв расположен более поверхностно, чем в проксимальной [7, 18–20]. После идентификации седалищного нерва в этой области проводили его исследование в проксимальном направлении, перемещая датчик по ходу нерва вверх, приближаясь к месту выхода нерва из запирательного отверстия. Датчик располагали последовательно поперечно и продольно.

Эхографическое изображение седалищного нерва оставалось неизменным с увеличением возраста детей, поэтому ниже приведены данные, общие для всех возрастных групп. При поперечном ультразвуковом сканировании седалищный нерв (рис. 1) в проксимальном отделе всегда имел форму эллипса (200 случаев – 100%). В дистальном отделе форма нерва была в 160 (80%) случаях овальная, в 40 (20%) – округлая. Эхоструктура нерва в 140 (70%) случаях мелкозернистая (чередование мелких гипоэхогенных кружков, окруженных гиперэхогенной оболочкой), в 60 (30%) – крупнозернистая (чередование крупнозернистых округлых внутренних структур, окруженных гиперэхогенной оболочкой).

При продольном ультразвуковом исследовании (рис. 2) волокна седалищного нерва были непрерывными на всем протяжении. Во всех отделах эхогенность седалищного нерва была умеренно повышенной в 200 (100%) случаях; контуры – ровные в 180 (90%) случаях, неровные – в 20 (10%); эхоструктура – неоднородной с продольной исчерченностью в 160 (80%) случаях, однородной без четкой интраневральной дифференциации на пучки в 40 (20%) случаях. Отсутствие четкой визуализации пучковой дифференцировки мы связывали с наличием выраженного (более 3,5 см) слоя под-

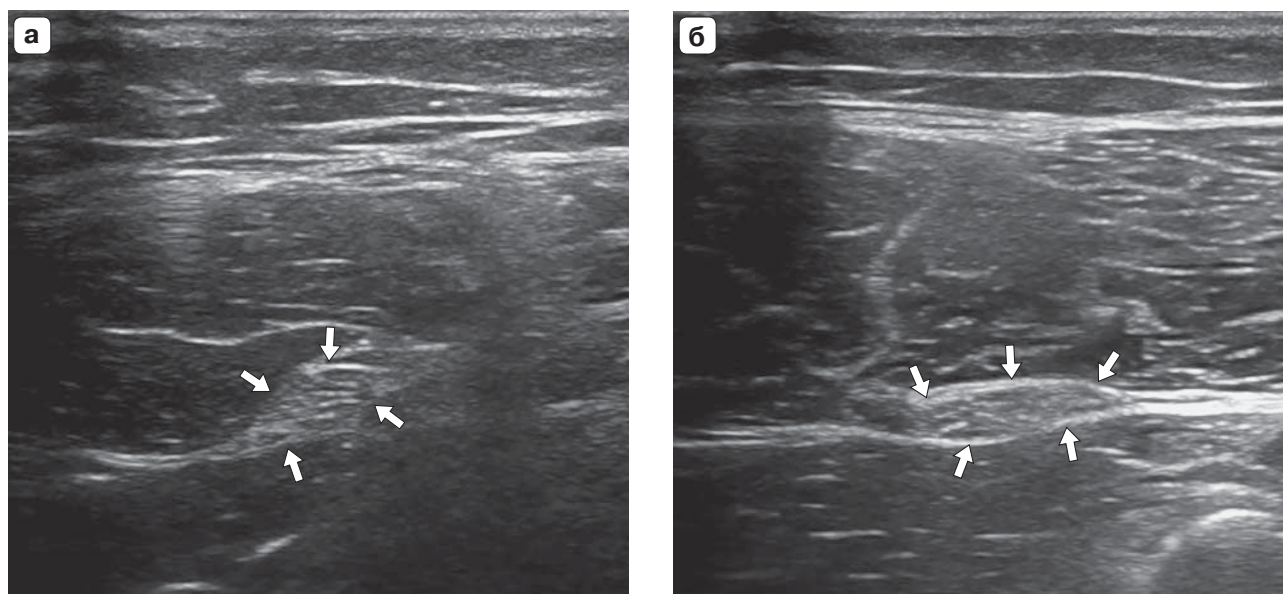


Рис. 1. Ультразвуковое изображение седалищного нерва (стрелки) при поперечном сканировании (В-режим) на уровнях ягодичной складки (а) и нижней трети бедра (б). Мальчик, 8 лет.

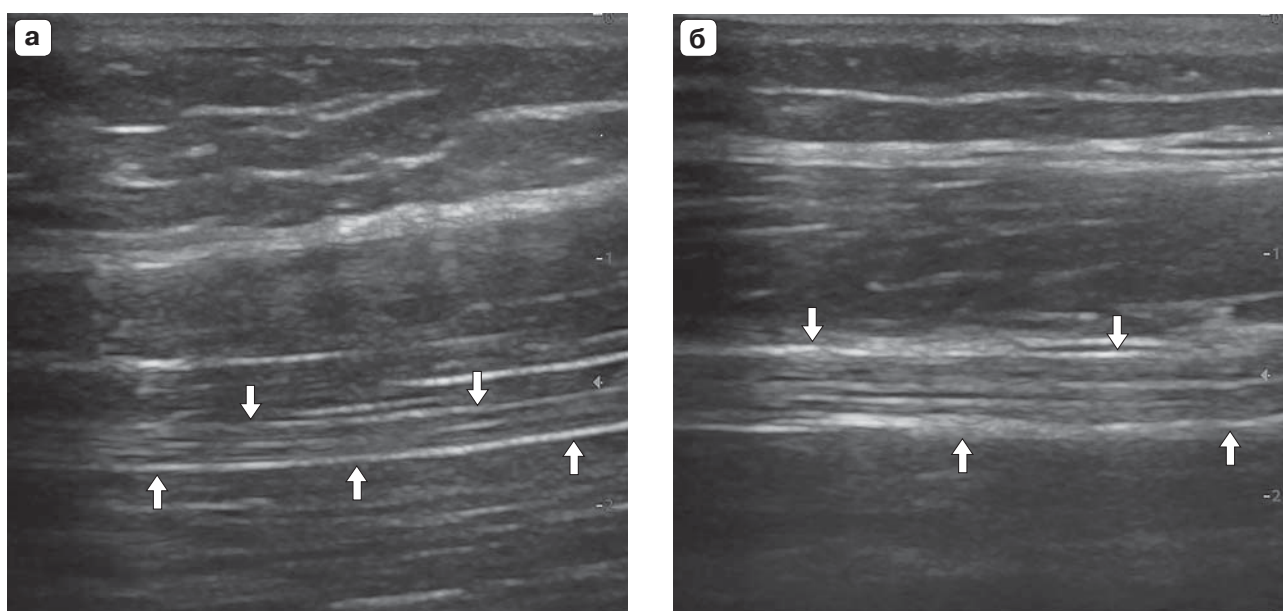


Рис. 2. Ультразвуковое изображение седалищного нерва (стрелки) при продольном сканировании (В-режим) на уровнях верхней (а) и нижней (б) третей бедра. Мальчик, 6 лет.

кожно-жировой клетчатки: в 30 из 40 случаев толщина подкожно-жировой клетчатки составляла 4,5–5,5 см, в 6 – 3,5 см, в 4 – 6,0 см. Во всех этих наблюдениях интраневральная дифференцировка на уровне, где нерв залегал на такой глубине, отсутствовала, и только при компрессии датчиком, сокращая толщину подкожно-жировой клетчатки, можно было диффе-

ренцировать пучковое строение. Во всех 160 случаях с четкой визуализацией пучковой дифференцировки толщина подкожно-жировой клетчатки была менее 3,5 см ($P < 0,05$).

Значения площади поперечного сечения седалищного нерва представлены в табл. 1. Показатели площади поперечного сечения седалищного нерва на двух уровнях в каж-

Таблица 1. Площадь поперечного сечения (см²) седалищного нерва на двух уровнях сканирования в различных возрастных группах (n = 200)

Возрастные группы	Статистические характеристики	Уровни сканирования		
		На уровне нижней ягодичной складки	На 2 см проксимальнее бифуркации	Независимо от уровня
0–4 года (1-я группа) (n = 40)	Медиана	0,14 ^{^, &, &&}	0,13 ^{#, ^, &, &&}	0,14 ^{#, ^, &, &&}
	5–95-й процентиля	0,09–0,18	0,09–0,19	0,09–0,18
	Минимальное – максимальное значения	0,09–0,19	0,08–0,19	0,08–0,19
5–7 лет (2-я группа) (n = 40)	Медиана	0,14 ^{^, &, &&}	0,15 ^{*, ^, &, &&}	0,15 ^{*, ^, &, &&}
	5–95-й процентиля	0,12–0,23	0,11–0,24	0,12–0,24
	Минимальное – максимальное значения	0,12–0,26	0,11–0,24	0,11–0,26
8–10 лет (3-я группа) (n = 40)	Медиана	0,23 ^{*, #, &&}	0,22 ^{*, #, &, &&}	0,22 ^{*, #, &&}
	5–95-й процентиля	0,16–0,27	0,15–0,27	0,14–0,27
	Минимальное – максимальное значения	0,12–0,33	0,11–0,34	0,11–0,34
11–13 лет (4-я группа) (n = 40)	Медиана	0,22 ^{*, #, &&}	0,21 ^{*, #, ^, &&}	0,22 ^{*, #, &&}
	5–95-й процентиля	0,17–0,35	0,16–0,33	0,16–0,35
	Минимальное – максимальное значения	0,16–0,43	0,15–0,35	0,15–0,43
14–17 лет (5-я группа) (n = 40)	Медиана	0,30 ^{*, #, ^, &}	0,29 ^{*, #, ^, &}	0,30 ^{*, #, ^, &}
	5–95-й процентиля	0,18–0,34	0,19–0,34	0,18–0,34
	Минимальное – максимальное значения	0,17–0,34	0,14–0,35	0,14–0,35

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 $P < 0,05$.

дой возрастной группе достоверно не отличались ($P > 0,05$). Межгрупповые достоверные различия значений площади поперечного сечения (на двух уровнях сканирования) обозначены в табл. 1. Обращает на себя внимание, что достоверные различия определялись практически для всех межгрупповых сравнений. Однако возможно объединение данных, полученных на различных уровнях, в каждой возрастной группе (см. табл. 1).

Значения толщины седалищного нерва представлены в табл. 2. Толщина достоверно увеличивалась по направлению к дистальным отделам конечностей (от уровня нижней ягодичной складки до уровня на 2 см проксимальнее бифуркации нерва) в каждой возрастной группе ($P < 0,05$). Межгрупповые достоверные различия значений толщины (на двух уровнях сканирования) обозначены в табл. 2. Обращает на себя внимание, что достоверные различия между старшими группами (3, 4 и 5-й)

не определялись. Объединение данных групп не проводилось, 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) [7], а показатели площади поперечного сечения нерва в старших группах достоверно различаются (см. табл. 1).

Исследование большеберцового и общего малоберцового нервов проводилось по той же методике и при том же положении пациента, что и седалищного нерва [7]. Большеберцовый нерв доступен ультразвуковому исследованию на всем протяжении, однако наилучшая визуализация отмечалась в проксимальном (на уровне подколенной ямки) и дистальном (в нижней трети голени и на уровне медиальной лодыжки) его

Таблица 2. Толщина (мм) седалищного нерва на двух уровнях сканирования в различных возрастных группах (n = 200)

Возрастные группы	Статистические характеристики	Уровни сканирования	
		На уровне нижней ягодичной складки	На 2 см проксимальнее бифуркации
0–4 года (1-я группа) (n = 40)	Медиана 5–95-й процентиля Минимальное – максимальное значения	2,5 ^{#, ^, &, &&} 1,7–3,0 1,6–3,1	2,8 ^{#, ^, &, &&} 1,7–3,4 1,6–3,5
5–7 лет (2-я группа) (n = 40)	Медиана 5–95-й процентиля Минимальное – максимальное значения	2,6 ^{*, ^, &, &&} 1,8–3,3 1,8–4,2	3,3 ^{*, ^, &, &&} 2,6–4,1 2,1–4,3
8–10 лет (3-я группа) (n = 40)	Медиана 5–95-й процентиля Минимальное – максимальное значения	3,3 ^{*, #} 2,4–4,3 1,8–4,5	3,8 ^{*, #} 2,9–5,2 2,7–5,2
11–13 лет (4-я группа) (n = 40)	Медиана 5–95-й процентиля Минимальное – максимальное значения	3,3 ^{*, #} 2,6–4,0 2,5–4,8	3,7 ^{*, #} 2,5–5,3 2,3–5,4
14–17 лет (5-я группа) (n = 40)	Медиана 5–95-й процентиля Минимальное – максимальное значения	3,5 ^{*, #} 2,9–4,1 2,6–5,5	3,9 ^{*, #} 3,0–5,4 2,8–6,2

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 $P < 0,05$.

отделах. На уровне подколенной ямки и в верхней трети голени нерв пролегает непосредственно под фасцией, между нею и подколенными сосудами. Затем опускается вниз и далее визуализируется между обеими головками икроножной мышцы, под камбаловидной мышцей, в сопровождении задних большеберцовых сосудов. В этом отделе (средняя треть голени) визуализация большеберцового нерва нередко может быть затруднена из-за выраженных мышечного и подкожно-жирового слоев. Далее, в нижней трети голени, исследуемый нерв лоцируется между длинными сгибателями большого пальца стопы и пальцев и ниже – по задней поверхности медиальной лодыжки. После прохождения удерживателя мышц-сгибателей визуализируется бифуркация большеберцового нерва на две концевые ветви – медиальный и латеральный подошвенные нервы [15]. Сканирование большеберцового нерва начинали от места бифуркации седалищного нерва и плавно перемещали датчик в дистальном направлении до места бифуркации большеберцового нерва на уровне медиальной лодыжки.

Эхографическое изображение большеберцового нерва оставалось неизменным с увеличением возраста детей, поэтому далее приведены данные, общие для всех возрастных групп. Во всех 200 (100%) случаях форма нерва в проксимальном отделе при поперечном сканировании была округлой, в дистальном отделе (на уровне верхнего края медиальной лодыжки) – овальной. Во всех 200 (100%) наблюдениях эхоструктура нерва на уровне подколенной ямки и в верхней трети голени была крупнозернистой, от уровня средней трети голени до бифуркации нерва – мелкозернистой (рис. 3).

При продольном ультразвуковом сканировании волокна большеберцового нерва были непрерывными на всем протяжении. От уровня бифуркации седалищного нерва до уровня верхней трети голени эхогенность большеберцового нерва была умеренно повышенной во всех 200 (100%) случаях. На уровне средней и нижней третей голени эхогенность большеберцового нерва во всех 200 (100%) случаях была средней, несколько ниже окружающих тканей. Контуры нерва были ровные в 140 (70%) случаях, неровные – в 60 (30%) случаях

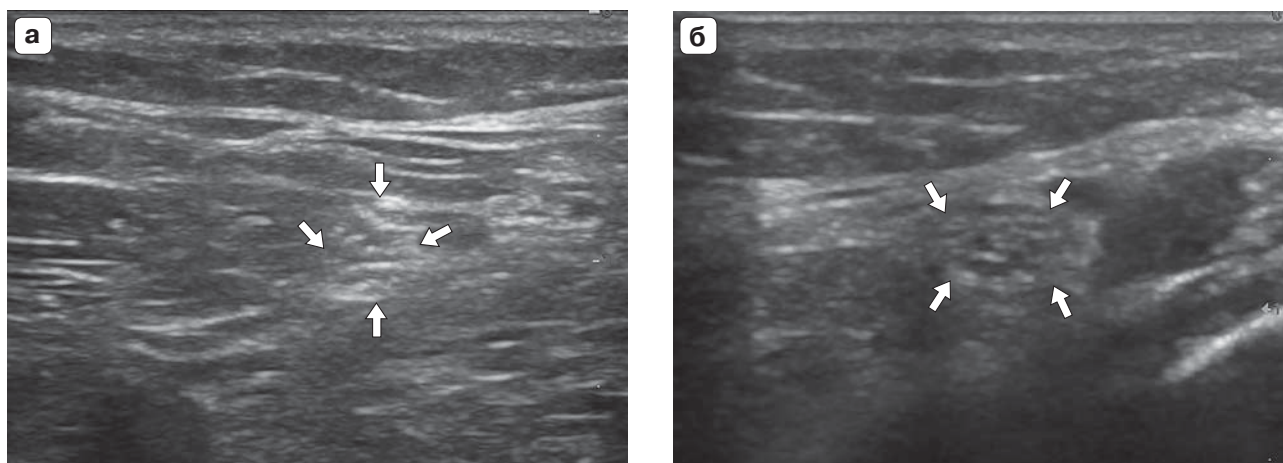


Рис. 3. Ультразвуковое изображение большеберцового нерва (стрелки) при поперечном сканировании (В-режим) на уровнях подколенной ямки (а) и верхнего края медиальной лодыжки (б). Девочка, 6 лет.

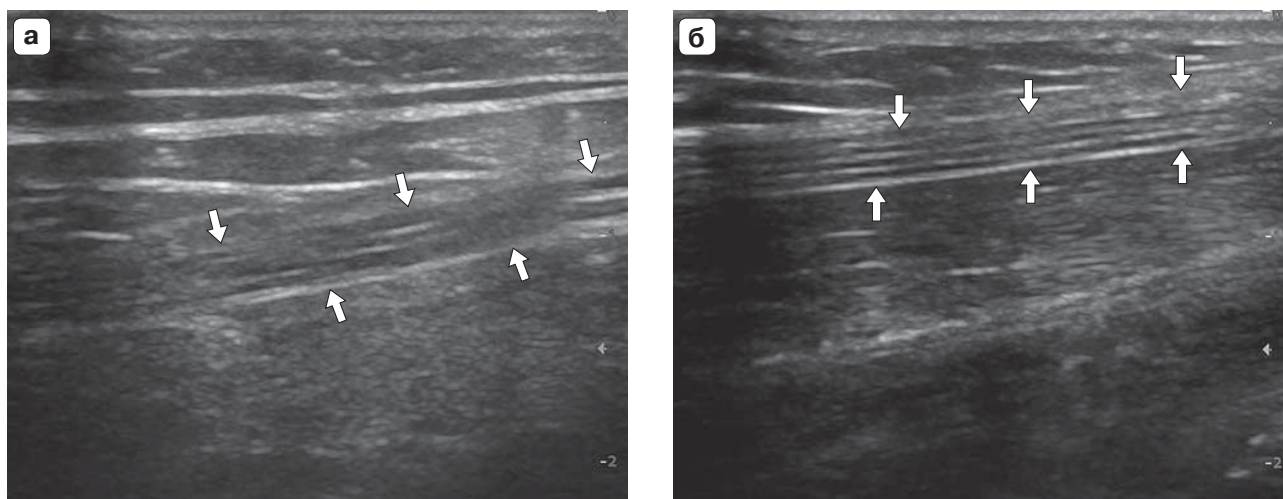


Рис. 4. Ультразвуковое изображение большеберцового нерва (стрелки) при продольном сканировании (В-режим) на уровнях подколенной ямки (а) и верхнего края медиальной лодыжки (б). Мальчик, 6 лет.

(рис. 4). Эхоструктура большеберцового нерва была неоднородной с четко выраженной внутренней продольной исчерченностью во всех 200 (100%) случаях.

Значения площади поперечного сечения большеберцового нерва представлены в табл. 3. Показатели площади поперечного сечения большеберцового нерва в каждой возрастной группе достоверно уменьшались к дистальным отделам ($P < 0,05$). Межгрупповые достоверные различия значений площади поперечного сечения (на двух уровнях сканирования) обозначены в табл. 3. Важно обратить внимание, что между старшими группами (3, 4, и 5-я) на двух уровнях различия оказались недостоверными ($P > 0,05$). Поэтому эти группы

были соединены в одну – объединенную старшую группу (8–17 лет). Межгрупповые различия площади поперечного сечения большеберцового нерва с учетом объединения трех старших групп также указаны в табл. 3.

Значения толщины большеберцового нерва представлены в табл. 4. Толщина достоверно уменьшалась в дистальном направлении (от уровня 1 см дистальнее бифуркации седалищного нерва до уровня верхнего края медиальной лодыжки) в каждой возрастной группе ($P < 0,05$). Межгрупповые достоверные различия значений толщины (на двух уровнях сканирования) обозначены в табл. 4. Для объединения групп оснований не было.

Таблица 3. Площадь поперечного сечения (см²) большеберцового нерва на двух уровнях сканирования в различных возрастных группах (n = 200)

Возрастные группы	Статистические характеристики	Уровни сканирования	
		На 1 см дистальнее бифуркации седалищного нерва	На уровне верхнего края медиальной лодыжки
0–4 года (1-я группа) (n = 40)	Медиана 5–95-й проценти Минимальное – максимальное значения	0,10 ^{#, ^, &, &&} 0,05–0,13 0,04–0,18	0,05 ^{#, ^, &, &&} 0,02–0,07 0,01–0,14
5–7 лет (2-я группа) (n = 40)	Медиана 5–95-й проценти Минимальное – максимальное значения	0,11 ^{*, ^, &, &&} 0,10–0,17 0,07–0,19	0,06 ^{*, ^, &, &&} 0,04–0,10 0,04–0,10
8–10 лет (3-я группа) (n = 40)	Медиана 5–95-й проценти Минимальное – максимальное значения	0,17 ^{*, #} 0,09–0,19 0,07–0,26	0,07 ^{*, #} 0,05–0,10 0,05–0,10
11–13 лет (4-я группа) (n = 40)	Медиана 5–95-й проценти Минимальное – максимальное значения	0,15 ^{*, #} 0,09–0,20 0,09–0,23	0,07 ^{*, #} 0,04–0,12 0,04–0,13
14–17 лет (5-я группа) (n = 40)	Медиана 5–95-й проценти Минимальное – максимальное значения	0,17 ^{*, #} 0,10–0,24 0,10–0,25	0,08 ^{*, #} 0,06–0,12 0,06–0,13
8–17 лет (объединенная старшая группа) (n = 120)	Медиана 5–95-й проценти Минимальное – максимальное значения	0,16 ^{*, #} 0,09–0,23 0,07–0,26	0,08 ^{*, #} 0,05–0,12 0,04–0,13

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 $P < 0,05$.

Таблица 4. Толщина (мм) большеберцового нерва на двух уровнях сканирования в различных возрастных группах (n = 200)

Возрастные группы	Статистические характеристики	Уровни сканирования	
		На 1 см дистальнее бифуркации седалищного нерва	На уровне верхнего края медиальной лодыжки
0–4 года (1-я группа) (n = 40)	Медиана 5–95-й проценти Минимальное – максимальное значения	2,5 ^{#, ^, &, &&} 1,8–3,3 1,7–3,6	2,1 ^{#, ^, &, &&} 0,9–2,1 0,9–2,2
5–7 лет (2-я группа) (n = 40)	Медиана 5–95-й проценти Минимальное – максимальное значения	2,9 ^{*, ^, &, &&} 2,4–3,7 2,1–3,8	1,7 ^{*, ^, &, &&} 1,4–2,1 1,3–2,9
8–10 лет (3-я группа) (n = 40)	Медиана 5–95-й проценти Минимальное – максимальное значения	3,5 ^{*, #, &&} 2,4–4,3 2,4–4,3	2,0 ^{*, #} 1,5–2,6 1,4–2,8
11–13 лет (4-я группа) (n = 40)	Медиана 5–95-й проценти Минимальное – максимальное значения	3,3 ^{*, #, &&} 2,4–4,2 2,0–4,3	2,0 ^{*, #} 1,3–2,9 1,2–3,2
14–17 лет (5-я группа) (n = 40)	Медиана 5–95-й проценти Минимальное – максимальное значения	3,8 ^{*, #, ^, &} 2,9–4,5 2,6–5,1	2,3 ^{*, #} 1,8–2,6 1,6–3,7

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 $P < 0,05$.

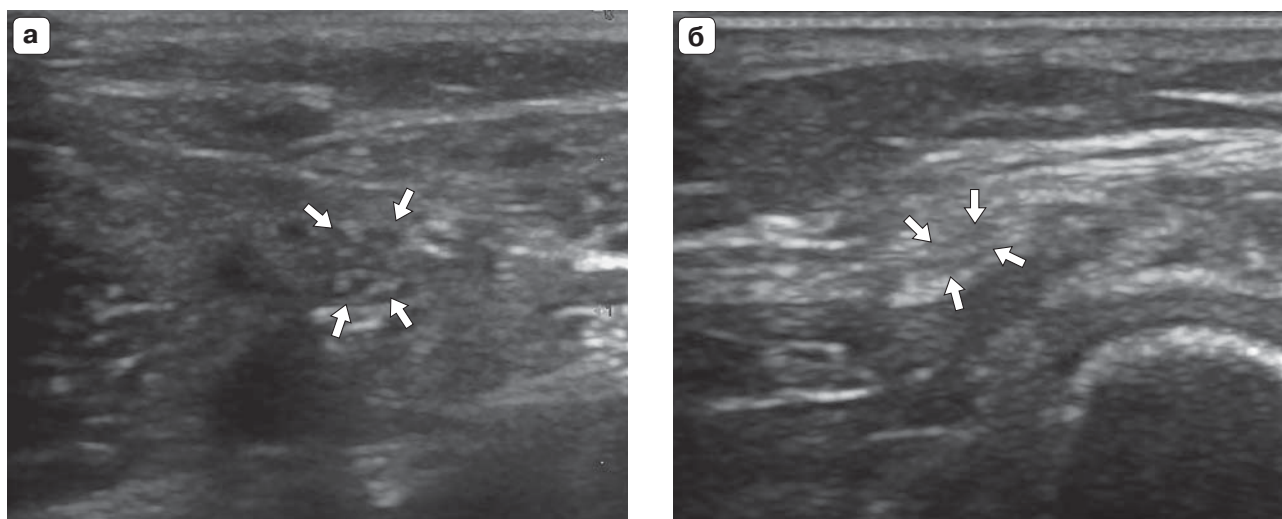


Рис. 5. Ультразвуковое изображение малоберцового нерва (стрелки) при поперечном сканировании (В-режим) на уровнях подколенной ямки (а) и верхнего края головки малоберцовой кости (б). Девочка, 6 лет.

Общий малоберцовый нерв хорошо доступен ультразвуковой визуализации на всем протяжении. В случае расхождения с большеберцовым нервом в проксимальной части подколенной ямки он направляется от большеберцового вниз и латерально, к наружной стороне подколенной ямки, идет вдоль медиального края двуглавой мышцы бедра и, прикрытый только фасцией и кожей, огибает головку малоберцовой кости. Далее, войдя в толщу длинной малоберцовой мышцы, делится на концевые ветви – поверхностный и глубокий малоберцовые нервы [15]. Исследование общего малоберцового нерва начинали в поперечной плоскости от места бифуркации седалищного нерва, плавно перемещали датчик в дистальном косо-латеральном направлении до места бифуркации общего малоберцового нерва на поверхностную и глубокую ветви при входе в малоберцовую мышцу [7, 18–20].

При поперечном сканировании общий малоберцовый нерв в проксимальном отделе, то есть на уровне подколенной ямки, в 100 (50%) случаях имел овальную форму, в 100 (50%) – округлую. Постепенно, по мере приближения к головке малоберцовой кости, форма нерва менялась на резко сплюснутую, эллипсовидную (200 (100%) случаев). Эхоструктура нерва в проксимальном сегменте была в 160 (80%) случаях крупнозернистой (с четко определяющимися

единичными (не более 2–3) крупнозернистыми округлыми внутренними структурами), в 40 (20%) – мелкозернистой (с чередованием мелких гипоэхогенных кружков, окруженных тонким гиперэхогенным контуром); в дистальном отделе эхоструктура в 80 (40%) наблюдениях была крупнозернистой, в 120 (60%) – мелкозернистой (рис. 5).

При продольном ультразвуковом сканировании во всех 200 (100%) случаях волокна общего малоберцового нерва были непрерывными на всем протяжении. Во всех 200 (100%) случаях эхогенность ткани нерва была пониженной на всем протяжении. Контуры нерва были неровными в 120 (60%) случаях, ровными – в 80 (40%). Во всех 200 (100%) наблюдениях определялась интраневральная дифференциация не более чем на 2–3 пучка (рис. 6).

Значения площади поперечного сечения общего малоберцового нерва представлены в табл. 5. Показатели площади поперечного сечения общего малоберцового нерва в каждой возрастной группе достоверно уменьшались к дистальным отделам ($P < 0,05$). Межгрупповые достоверные различия значений площади поперечного сечения (на двух уровнях сканирования) представлены в табл. 5. Для объединения групп оснований не было.

Значения толщины общего малоберцового нерва представлены в табл. 6. Толщина

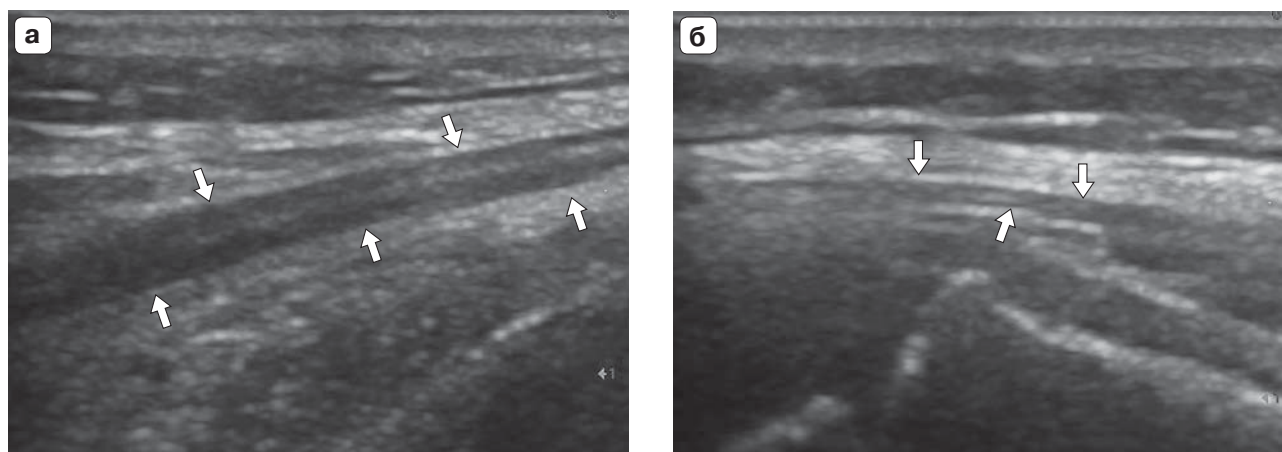


Рис. 6. Ультразвуковое изображение малоберцового нерва (стрелки) при продольном сканировании (В-режим) на уровнях подколенной ямки (а) и головки и шейки малоберцовой кости (б). Мальчик, 6 лет.

Таблица 5. Площадь поперечного сечения (см²) общего малоберцового нерва на двух уровнях сканирования в различных возрастных группах (n = 200)

Возрастные группы	Статистические характеристики	Уровни сканирования	
		На 1 см дистальнее бифуркации седалищного нерва	На уровне верхнего края головки малоберцовой кости
0–4 года (1-я группа) (n = 40)	Медиана	0,04 ^{#, ^, &, &&}	0,03 ^{^, &, &&}
	5–95-й процентиля	0,03–0,06	0,01–0,04
	Минимальное – максимальное значения	0,03–0,07	0,01–0,04
5–7 лет (2-я группа) (n = 40)	Медиана	0,05 ^{*, ^, &, &&}	0,03 ^{^, &, &&}
	5–95-й процентиля	0,04–0,07	0,04–0,10
	Минимальное – максимальное значения	0,02–0,04	0,02–0,05
8–10 лет (3-я группа) (n = 40)	Медиана	0,07 ^{*, #, &&}	0,05 ^{*, #, &, &&}
	5–95-й процентиля	0,05–0,13	0,03–0,08
	Минимальное – максимальное значения	0,05–0,13	0,03–0,08
11–13 лет (4-я группа) (n = 40)	Медиана	0,06 ^{*, #, &&}	0,05 ^{*, #, ^}
	5–95-й процентиля	0,05–0,11	0,03–0,12
	Минимальное – максимальное значения	0,04–0,09	0,03–0,10
14–17 лет (5-я группа) (n = 40)	Медиана	0,08 ^{*, #, ^, &}	0,05 ^{*, #, ^}
	5–95-й процентиля	0,05–0,11	0,03–0,08
	Минимальное – максимальное значения	0,05–0,11	0,03–0,08

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 $P < 0,05$.

достоверно уменьшалась в дистальном направлении (от уровня 1 см дистальнее бифуркации седалищного нерва до уровня верхнего края головки малоберцовой кости) в каждой возрастной группе ($P < 0,05$). Межгрупповые достоверные различия значений толщины (на двух уровнях сканирования) представлены в табл. 6. Для объединения групп оснований также не было.

При исследовании в цветокодируемых режимах (цветовое и энергетическое доплеровское картирование) в ткани исследуемых нервов ни в одном случае кровотоков не регистрировался.

При сопоставлении значений толщины и площади поперечного сечения периферических нервов, полученных при исследовании правой и левой нижних конечностей,

Таблица 6. Толщина (мм) общего малоберцового нерва на двух уровнях сканирования в различных возрастных группах (n = 200)

Возрастные группы	Статистические характеристики	Уровни сканирования	
		На 1 см дистальнее бифуркации седалищного нерва	На уровне верхнего края головки малоберцовой кости
0–4 года (1-я группа) (n = 40)	Медиана 5–95-й процентиля Минимальное – максимальное значения	1,7 ^{&, &&} 1,3–2,0 1,0–2,2	1,6 ^{^, &, &&} 0,8–1,3 0,6–1,6
5–7 лет (2-я группа) (n = 40)	Медиана 5–95-й процентиля Минимальное – максимальное значения	1,7 ^{&, &&} 1,1–2,3 0,8–2,5	1,1 ^{^, &, &&} 0,9–1,4 0,8–1,9
8–10 лет (3-я группа) (n = 40)	Медиана 5–95-й процентиля Минимальное – максимальное значения	1,8 ^{&, &&} 1,2–2,1 1,2–2,3	1,2 ^{*, #, &, &&} 1,0–1,6 1,0–1,8
11–13 лет (4-я группа) (n = 40)	Медиана 5–95-й процентиля Минимальное – максимальное значения	2,1 ^{*, #, ^} 1,5–2,6 1,5–2,8	1,5 ^{*, #, ^} 1,0–2,0 1,0–2,2
14–17 лет (5-я группа) (n = 40)	Медиана 5–95-й процентиля Минимальное – максимальное значения	2,2 ^{*, #, ^} 2,0–2,8 2,0–3,2	1,6 ^{*, #, ^} 1,1–2,0 0,9–2,1

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 $P < 0,05$.

билатеральные различия параметров на всех уровнях внутри всех возрастных групп оказались недостоверны ($P > 0,05$), поэтому не приводятся.

Проведенные ультразвуковые исследования показали возможности эхографии при исследовании периферических нервов нижних конечностей и позволили описать нормальную ультразвуковую картину и количественные параметры у детей различных возрастных групп.

В отечественных [7, 14, 21–23] и зарубежных [18–20, 24–26] публикациях есть данные о нормативных значениях количественных показателей периферических нервов верхних и нижних конечностей, но ни в одном из источников не встречается описание нормальной ультразвуковой картины и количественных показателей периферических нервов нижних конечностей у детей различных возрастных групп.

М.Н. Романова [14] приводит нормативные показатели площади поперечного сечения нервов верхних конечностей у детей 2–17 лет, разделенных, как и в нашей работе, на 5 возрастных групп. В следующей работе М.Н. Романова и соавт. [22] показы-

вают взаимосвязь между площадью поперечного сечения нерва и возрастом ребенка, сообщая, что при достижении ребенком 16 лет площадь поперечного сечения нерва стремится к постоянной асимптотической прямой, то есть становится постоянной анатомической величиной. Сравнение данных литературы и проведенного исследования свидетельствует, с одной стороны, о наличии сходства полученных результатов (в своей работе мы тоже не выявили качественных эхографических изменений нервов, связанных с взрослением ребенка), с другой стороны, о необходимости исследования детской возрастной категории в полном объеме (от 0 до 17 лет включительно) для более полного представления об изменении количественных параметров периферических нервов с увеличением возраста ребенка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования периферических нервов нижних конечностей необходимо начинать с поперечного сканирования для быстрого четкого выявления расположения нервов

в местах их типичной анатомической локализации, дифференцировки нервов от окружающих тканей, а также для оценки прилежащих к нервам структур. Сканирование седалищного нерва лучше начинать в нижней трети бедра, большеберцового и общего малоберцового нервов – в проксимальном отделе подколенной ямки. После поперечного сканирования нервного ствола ультразвуковой датчик необходимо развернуть продольно относительно его ствола и продолжить исследование, не теряя при этом изображения нерва.

В процессе исследования необходимо использовать не только серошкальную визуализацию, но и цветокодированные режимы сканирования для выявления и оценки васкуляризации нервных стволов. Исследования показали, что в норме интраневральная васкуляризация полностью отсутствует.

Следует отметить, что одними из главных преимуществ эхографии по сравнению с другими методами визуализации (например, с магнитно-резонансной томографией) являлись быстрая возможность получения четких изображений и оценка состояния в любой точке на всем протяжении периферических нервов нижних конечностей. Это играет большую роль при исследовании пациентов младшей возрастной группы вследствие того, что магнитно-резонансная томография в этой возрастной группе в большинстве случаев требует применения общего наркоза [5–7], тогда как ультразвуковое сканирование – нет. Если говорить о таких методах исследования состояния периферической нервной системы, как электронейромиография, то необходимо учитывать, что это достаточно болезненная и длительная процедура, требующая временного обездвиживания (особенно игольчатая электромиография), что является значимым ограничением для проведения данного исследования у детей раннего возраста [8, 9]. Поэтому ультразвуковая визуализация может являться основным методом исследования периферических нервов нижних конечностей у детей.

Применение описанной методики ультразвуковой визуализации периферических нервов нижних конечностей позволило установить качественные и количественные показатели нормальных периферических нервов нижних конечностей у детей

различных возрастных групп, а также выявить остающиеся неизменными и меняющиеся ультразвуковые показатели в рассматриваемых возрастных периодах. Так, эхографическая картина исследованных нервов оставалась неизменной с увеличением возраста ребенка.

Билатеральные различия значений площади поперечного сечения и толщины периферических нервов, полученных при исследовании правой и левой нижних конечностей, на всех уровнях внутри всех возрастных групп оказались недостоверны ($P > 0,05$). Показатели площади поперечного сечения седалищного нерва на двух уровнях в каждой возрастной группе достоверно не отличались ($P > 0,05$), но практически для всех межгрупповых сравнений достоверные различия определялись. Толщина достоверно увеличивалась по направлению к дистальным отделам конечностей в каждой возрастной группе ($P < 0,05$). Достоверные различия между старшими группами (3, 4 и 5-й) не определялись. Объединение групп для оценки толщины не проводилось, так как основной количественный параметр, отражающий истинные размеры нервного ствола, – площадь поперечного сечения.

Показатели площади поперечного сечения и толщины большеберцового нерва в каждой возрастной группе достоверно уменьшались к дистальным отделам ($P < 0,05$). Межгрупповые различия площади поперечного сечения большеберцового нерва между старшими группами (3, 4, и 5-я) на двух уровнях оказались недостоверными ($P > 0,05$). Эти группы были соединены в одну – объединенную старшую группу (8–17 лет). Значения толщины большеберцового нерва между старшими группами оказались недостоверными только для дистального уровня ($P > 0,05$).

Показатели площади поперечного сечения и толщины общего малоберцового нерва в каждой возрастной группе достоверно уменьшались к дистальным отделам ($P < 0,05$). Между практически всеми соседними группами на двух уровнях различия оказались достоверными и для площади поперечного сечения, и для толщины общего малоберцового нерва.

Все вышеописанное может быть использовано врачами ультразвуковой диагнос-

тики для квалифицированной интерпретации результатов и дифференциальной диагностики патологических состояний периферических нервов нижних конечностей у детей различных возрастных групп.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Одинак 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. Живолупов С.А. Травматические поражения нервных стволов конечностей и сплетений (клинические, экспериментальные и морфологические исследования): Автореф. дис. ... докт. мед. наук. СПб., 2000. 45 с.
3. 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.
4. Миронов С.П., Еськин Н.А., Голубев В.Г., Насникова И.Ю., Богдашевский Д.Р., Приписнова С.Г., Финешин А.И. Ультразвуковая диагностика патологии сухожилий и нервов конечностей // Вестник травматологии и ортопедии. 2004. № 3. С. 3–4.
5. Салтыкова В.Г. Нормальная эхографическая картина периферических нервов // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2007. № 3. С. 74–82.
6. Салтыкова В.Г., Митькова М.Д. Роль эхографии в исследовании периферических нервов конечностей // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2011. № 3. С. 93–106.
7. Салтыкова В.Г. Ультразвуковая диагностика состояния периферических нервов (норма, повреждения, заболевания): Дис. ... докт. мед. наук. М.: РМАПО, 2011. 397 с.
8. Санадзе А.Г., Касаткина Л.Ф. Клиническая электромиография для практических неврологов. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. 64 с.
9. Касаткина Л.Ф., Гильванова О.В. Электромиографические методы исследования в диагностике нервно-мышечных заболеваний. Игольчатая электромиография. М.: Медика, 2010. 416 с.
10. Seok H.Y., Jang J.H., Won S.J., Yoon J.S., Park K.S., Kim B.J. Cross-sectional area reference values of nerves in the lower extremities using ultrasonography // Muscle Nerve. 2014. V. 50. No. 4. P. 564–570. Doi: 10.1002/mus.24209.
11. 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.
12. Айтемиров Ш.М., Нинель Ш.М., Коршунова Г.А., Щаницын И.Н. Высокораэшающая ультра-сонография в диагностике и хирургии периферических нервов конечностей (обзор литературы) // Травматология и ортопедия России. 2015. Т. 77. № 3. С. 116–125.
13. Садофьева В.И. Нормальная рентгеноанатомия костно-суставной системы детей. М.: Медицина, 1990. 94 с.
14. Романова М.Н. Особенности ультразвукового исследования периферических нервов верхних конечностей у детей // Дальневосточный медицинский журнал. 2013. № 3. С. 64–67.
15. Синельников Р.Д., Синельников Я.Р., Синельников А.Я. Атлас анатомии человека. Т. 4. М.: Новая волна, 2016. 312 с.
16. Karmakar M.K., Kwok W.H., Ho A.M., Tsang K., Chui P.T., Gin T. Ultrasound-guided sciatic nerve block: description of a new approach at the subgluteal space // Br. J. Anaesth. 2007. V. 98. No. 3. P. 390–395.
17. Schwemmer U., Markus C.K., Greim C.A., Brederlau J., Kredel M., Roewer N. Sonographic imaging of the sciatic nerve division in the popliteal fossa // Ultraschall Med. 2005. V. 26. No. 4. P. 496–500.
18. 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.
19. 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.
20. Fornage B.D. Peripheral nerves of the extremities: imaging with US // Radiology. 1988. V. 167. No. 1. P. 179–182.
21. 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.
22. 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.
23. 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.
24. 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.
25. Qrimli 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.
26. 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.

REFERENCES

- Odinak M.M., Zhivolupov S.A. Diseases and Injuries of the Peripheral Nervous System. Saint-Petersburg: SpetsLit, 2009. 367 p. (Book in Russian)
- Zhivolupov S.A. Traumatic lesions of nerve trunks of extremities and plexus (clinical, experimental, and morphological studies). PhD Thesis, 2000.
- 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)
- Mironov S.P., Eskin N.A., Golubev V.G., Nasnikova I.Yu., Bogdashevskiy D.R., Pripisnova S.G., Fineshin A.I. Ultrasound diagnosis of tendon and nerve pathology // *Bulletin of Traumatology and Orthopedics*. 2004. No. 3. P. 3–4. (Article in Russian)
- Saltykova V.G. Peripheral nerves echography in normals // *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2007. No. 3. P. 74–82. (Article in Russian)
- 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)
- Saltykova V.G. Ultrasound of peripheral nerves (norms, injuries, and diseases). PhD Thesis, Russian Medical Academy of Postgraduate Education, 2011.
- Sanadze A.G., Kasatkina L.F. Clinical Electromyography for Practical Neurologists. Moscow: GEOTAR-Media, 2015. 64 p. (Book in Russian)
- Kasatkina L.F., Gilvanova O.V. Electromyography in Neuromuscular Diseases Diagnosis. Needle Electromyography. Moscow: Medika, 2010. 416 p. (Book in Russian)
- Seok H.Y., Jang J.H., Won S.J., Yoon J.S., Park K.S., Kim B.J. Cross-sectional area reference values of nerves in the lower extremities using ultrasonography // *Muscle Nerve*. 2014. V. 50. No. 4. P. 564–570. Doi: 10.1002/mus.24209.
- 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.
- 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)
- Sadofeva V.I. Roentgenology for Normal Anatomy of Bones and Joints in Children. Moscow: Medicine, 1990. 94 p. (Book in Russian)
- 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)
- Sinelnikov R.D., Sinelnikov Ya.R., Sinelnikov A.Ya. Atlas of Human Anatomy. V. 4. Moscow: Novaya Volna, 2016. 312 p. (Book in Russian)
- Karmakar M.K., Kwok W.H., Ho A.M., Tsang K., Chui P.T., Gin T. Ultrasound-guided sciatic nerve block: description of a new approach at the subgluteal space // *Br. J. Anaesth*. 2007. V. 98. No. 3. P. 390–395.
- Schwemmer U., Markus C.K., Greim C.A., Brederlau J., Kredel M., Roewer N. Sonographic imaging of the sciatic nerve division in the popliteal fossa // *Ultraschall Med*. 2005. V. 26. No. 4. P. 496–500.
- 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.
- 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.
- Fornage B.D. Peripheral nerves of the extremities: imaging with US // *Radiology*. 1988. V. 167. No. 1. P. 179–182.
- 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. (Article in Russian)
- 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)
- 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)
- 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.
- Qrimli 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.
- 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.

Normal echographic pattern of the lower extremities peripheral nerves in children

M.G. Danilova¹, V.G. Saltykova², E.E. Usenko¹

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.

The peripheral nerves of 200 lower extremities were examined in 100 neurologically healthy children aged 0–17 years. All children were divided into 5 age groups: the 1st included children aged 0–4 years, the 2nd – 5–7 years, the 3rd – 8–10 years, the 4th – 11–13 years, the 5th – 14–17 years. Ultrasound signs and quantitative parameters of the sciatic, tibial, and common peroneal nerves were described in accordance with age. The cross-sectional area in transverse scanning and the nerve thickness in longitudinal scanning were measured for all nerve trunks at two segments: proximal and distal. With increase of the children's age echographic pattern of the examined nerves stayed constant. Intraneural vascularization was not detected. Bilateral differences of cross-sectional area and thickness of the peripheral nerves were not significant at all segments in every age group ($P > 0.05$). There were no significant differences of the sciatic nerve cross-sectional area values at different segments in every age group ($P > 0.05$), but for almost all intergroup comparisons significant differences were found. The sciatic nerve thickness was significantly increasing in the direction to distal segments in every age group ($P < 0.05$). Significant differences between older groups (3rd, 4th, and 5th) were not detected. Values of the tibial nerve cross-sectional area and thickness were significantly decreasing in the direction to distal segments in every age group ($P < 0.05$). Intergroup differences of the tibial nerve cross-sectional area at both segments between older groups (3rd, 4th, and 5th) were insignificant ($P > 0.05$). Intergroup differences of the tibial nerve thickness between older groups were insignificant only in measuring at distal segment ($P > 0.05$). Values of cross-sectional area and thickness of the common peroneal nerve were significantly decreasing in the direction to distal segments ($P < 0.05$). Significant differences of cross-sectional area and thickness of the common peroneal nerve for both segments were found between almost all of adjacent age groups. All the above mentioned can be used for a qualified results interpretation and differential diagnosis of pathological conditions of the lower extremities peripheral nerves in children of different age groups.

Key words: nerve ultrasound, peripheral nerves, sciatic nerve, tibial nerve, common peroneal nerve, lower extremities, children.

Citation: 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)