

ЛАРИСА ВЛАДИМИРОВНА КУЗНЕЦОВА

кандидат медицинских наук, доцент кафедры педиатрии медицинского факультета, Петрозаводский государственный университет

*kuznetsov@onego.ru*

АЛЕКСАНДР ЮРЬЕВИЧ МЕЙГАЛ

доктор медицинских наук, профессор кафедры физиологии человека и животных медицинского факультета, Петрозаводский государственный университет

*meigal@petrsu.ru*

ТАТЬЯНА ВАЛЕНТИНОВНА ВАРЛАМОВА

кандидат медицинских наук, доцент кафедры педиатрии медицинского факультета, Петрозаводский государственный университет

*varlamova@karelia.ru*

АЛЕКСАНДР ЛЕОНИДОВИЧ СОКОЛОВ

кандидат медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой педиатрии медицинского факультета, Петрозаводский государственный университет

*pediatr@sampo.ru*

## МЕТОДЫ НЕИНВАЗИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ ПРИ СИНДРОМЕ ДВИГАТЕЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ У ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА

Патология позвоночника и спинного мозга признается важной проблемой в нейропедиатрической практике. Особую актуальность в нейропедиатрии приобретает поиск диагностической модели, сочетающей в себе неинвазивность, доступность и высокую эффективность, а также возможность обеспечения скрининг-диагностики и мониторинга структурных изменений позвоночника и спинного мозга. Предлагается использовать для оценки структурных изменений головного мозга, позвоночника и спинного мозга у детей с синдромом двигательных нарушений перинатального генеза метод ультрасонографии, а функциональных – клинические проявления и нейрофункциональное обследование (ЭМГ, ЭНМГ).

Ключевые слова: перинатальное поражение ЦНС, синдром двигательных нарушений, ультрасонография, электронейромиография

Перинатальные поражения центральной нервной системы – актуальная проблема в нейропедиатрии. Среди всех синдромов раннего и восстановительного периодов перинатальной энцефалопатии синдром двигательных нарушений (СДН) встречается наиболее часто. По данным разных авторов, изолированно или в сочетании с другими синдромами его частота колеблется от 54 до 78 %. По этиологии СДН можно разделить на 3 группы: патология головного мозга, патология позвоночника и спинного мозга (спинальные нарушения), наследственные заболевания.

За последние годы неонатологам, невропатологам, нейрохирургам стало значительно проще и быстрее диагностировать перинатальные повреждения головного мозга у детей раннего возраста в связи с появившимся новым методом обследования – ультрасонографией (УС) головного мозга. Внедрение данного метода в клиническую практику сделало возможным раннее

выявление пороков развития, кровоизлияний и других патологических процессов головного мозга, позволило проследить в динамике течение заболевания на фоне проводимого лечения.

Патология позвоночника и спинного мозга признается важной проблемой в нейропедиатрической практике. По данным ряда авторов, ее распространенность колеблется от 2,5 до 30 % [4], [10], [11], [15], [16], [17], [18], [19], [20], [23], [26], [30], [32]. Однако многие авторы считают, что заболевания позвоночника и спинного мозга, приводящие к неврологическим расстройствам, встречаются в детской практике значительно чаще, чем распознаются. Это обусловлено ограничениями объективной диагностики, поскольку она связана либо с рентгеновским облучением ребенка, либо с использованием дорогостоящего и малодоступного метода – магнитно-резонансной томографии (МРТ). Особенно затруднительна диагностика патологии позвоночника и спинного мозга у новорожденных.

жденных и детей младшего возраста, так как для получения качественных рентгенограмм или МР-изображений необходима фиксация ребенка или наркоз. Даже при соблюдении этих условий высока вероятность получения недостаточно информативных данных. Кроме того, наркоз сам по себе имеет ограничения и осложнения, поэтому должен применяться по строгим показаниям. Поэтому особую актуальность в нейропедиатрии приобретает поиск диагностической модели, сочетающей в себе неинвазивность, доступность и высокую эффективность, а также возможность обеспечения скрининг-диагностики и мониторинга структурных изменений позвоночника и спинного мозга.

СДН проявляется повышением или снижением двигательной активности, гипо- или гипертонией, моно- или гемипарезом (реже тетрапарезом), подкорковыми гиперкинезами. Мышечная гипотония чаще возникает при поражении мозжечка или передних рогов спинного мозга. При этом снижены спонтанная активность, сухожильные рефлексы, мышечный тонус. При мышечной гипертонии также снижена двигательная активность, но имеется общая скованность из-за высокого мышечного тонуса, особенно в приводящих мышцах рук и ног, сгибателях рук и разгибателях ног, шеи, спины. Врожденные рефлексы имеют парадоксальную динамику: угнетение рефлексов сосания, глотания, опоры, автоматической походки, ползания наряду с усилением, а в дальнейшем с задержкой обратного развития рефлексов орального автоматаизма, Робинсона, Бабкина, шейно-тонического. Электромиографические исследования позволяют уточнить локализацию очага и выявить субклинические двигательные расстройства. Наиболее неблагоприятными прогностическими признаками являются длительная адинамия, мышечная гипотония, отсутствие сосания и глотания, раннее выявление шейно-тонического рефлекса [22].

При оценке неврологического статуса применяются традиционные методики, а также используются принципы, изложенные А. Ю. Ратнером [19]. При клиническом осмотре выделяют: наличие или отсутствие неврологической симптоматики, деформации позвоночника, диспластические проявления, нарушение общего состояния.

Двигательная система человека проходит длительный этап постнатального созревания, который включает в себя становление как скелетной мускулатуры, так и нервных центров [1], [2]. Физиологические и морфологические свойства двигательных единиц также претерпевают постнатальные изменения [5], [33], [35].

Частота импульсации двигательных единиц в мышцах верхних и нижних конечностей у детей практически одинакова. Это свидетельствует об отсутствии градиента убывания частот двигательных единиц (ДЕ) в крацио-каудальном направлении, характерном для взрослых [14], что является следствием недифференцированности размеров мотонейронов верхних и нижних сегментов в раннем постнатальном периоде [36].

Мышечная часть двигательной единицы созревает несколько позднее нейронной части, поэтому к моменту рождения двигательные единицы новорожденных по своим механическим свойствам не полностью дифференцированы на быстрые и медленные [36], а дифференциация волокон на окислительные, гликолитические и окислительно-гликолитические происходит из недифференцированных волокон вплоть до двухлетнего возраста [24].

Миелинизация проводников спинного мозга, за исключением пирамидных путей и оливоспинального пути (миелинизация начинается в 2–3 месяца и заканчивается к 3–4 годам), протекает интенсивно до 3–8 месяцев. Периферические спинномозговые нервы новорожденных детей по сравнению со взрослыми тонкие и достигают размеров взрослых только к 2–3 годам [13].

Таким образом, наиболее активный подъем величин скорости проведения импульса по нервам верхних конечностей отмечается в первом полугодии жизни (преимущественно в первые 3 месяца), обеспечивая развитие двигательных функций рук; по нервам нижних конечностей – во втором полугодии жизни (максимально в 9–12 месяцев), когда происходит реализация формирования основных двигательных функций ног – стояния и ходьбы.

Исследование мышечного тонуса и двигательной активности ребенка представляется надежным источником информации о состоянии нервно-мышечной системы. Изучая состояние мышечного тонуса у ребенка, формирующего его спонтанную двигательную активность, мы получаем возможность судить о состоянии нервно-мышечного аппарата, что имеет важное значение при диагностике нарушений нервной системы у детей. Эти нарушения бывают на самых разных ее уровнях, следовательно, поднимается вопрос топического диагноза. Для решения этой задачи у детей широко используются методы электромиографического исследования [3], [8], [9].

Электромиография (ЭМГ) в норме характеризуется следующими показателями [28]:

1. Дыхательные изменения мышечного тонуса (при глубоком вдохе происходит усиление потенциалов, более выраженное в мышцах верхних конечностей);
2. Синергические изменения тонуса (нерезкое повышение амплитуды биопотенциалов. Наиболее интенсивна электрическая активность при симметричных синергиях. Это обусловлено тем, что мотонейроны этих мышц близки функционально и расположены на одном сегментарном уровне);
3. Отдаленные синергии (активная и синергические мышцы иннервационно связаны с различными уровнями цереброспинальной оси);
4. Латентный период при произвольном сокращении не более 100–250 мсек;
5. Время появления первого колебания произвольного движения до максимальной амплитуды не больше 150–200 мс;

6. Быстрота прекращения электрической активности мышцы (период между сигналом к прекращению движения и полным отсутствием осцилляций) не более 200–250 мс;
  7. Устойчивость средней амплитуды колебаний в течение каждой фазы активного сокращения;
  8. Четкое различие интенсивности процессов в «ведущих» и «вспомогательных» мышцах.
- Патологические изменения, выявляемые при глобальной ЭМГ:
1. Денервация мышцы: появление спонтанной электрической активности – потенциалов фибрилляций (возникает через 2–3 недели после денервации и определяется в течение 80–90 дней);
  2. При повреждении сегментарных мотонейронов: на ранних стадиях появляются неритмичные, нерегулярные, неодинаковые по амплитуде отдельные или групповые потенциалы фасцикуляций;
  3. Спастическая мышца: низковольтажные (до 10 мкВ) и частые колебания, расслаблений нет;
  4. Экстрапирамидные нарушения: значительный по амплитуде колебательный процесс, который течет непрерывно или разделен на ритмичные залпы;
  5. Экстрапирамидные гиперкинезы: при синергиях резкое увеличение электрической активности;
  6. Переднероговое поражение: нарастание амплитуды фасцикуляций при синергиях;
  7. Вялый периферический паралич: нет усиления ЭМГ как во время вдоха, так и при синергиях;
  8. Спастический парез: замедление начала появления колебаний потенциала (увеличение латентного периода до 400–600 мсек). Увеличение рекрутования до 400 мсек и более, снижение амплитуды до 130 мкВ при норме до 800–1000 мкВ. Колебательный процесс прекращается позже, чем сигнал к окончанию движения (феномен «продленной» активности) до 5–10 сек при норме 0,5 сек. Неустойчивость амплитуд колебаний потенциала на разных фазах движений. Относительно одинаковая интенсивность электрогенеза в «ведущей» и «вспомогательной» мышцах;
  9. Переднероговое поражение: нарастание амплитуды фасцикуляций при синергиях.

Таким образом, ЭМГ позволяет определить уровень поражения при двигательных нарушениях (надсегментарный, спинальный, невральный, мышечный); выявить периферическую невропатию.

Электронейромиография (ЭНМГ) – метод регистрации и изучения биоэлектрической активности мышц и нервов. ЭНМГ включает в себя определение параметров М-ответа, скорость проведения импульса (СПИ) по двигательным и чувствительным нервам, регистрацию F-волны, Н-рефлекса, Т-рефлекса, мигательного рефлекса, тестирование нервно-мышечного соединения и др. ЭНМГ-методы позволяют косвенно говорить о

нарушениях структуры спинного мозга и периферических нервов. Однако в несравненно большей степени ЭНМГ-методы позволяют оценить функциональное состояние нервно-мышечного аппарата как ответ системы на внутренние и внешние воздействия в норме и при патологии.

Следовательно, применение совокупности ЭНМГ-методов исследования у детей раннего возраста позволяет оценить истинное функциональное состояние мотонейронов надсегментарных структур, периферических нервов, спинного мозга и нервно-мышечного аппарата, помогает выявить локализацию поражения, соотношение органических повреждений со степенью нарушенных функций, контролировать динамику нарушенных функций, определить стадию и характер патологического процесса, что играет большое значение в терапии и прогнозе заболевания.

Спинальная УС – способ оценки структурного состояния позвоночника и спинного мозга методом ультразвукового сканирования, проводимого в продольных и поперечных плоскостях линейным и конвексным датчиками частотой от 3,5 до 12 МГц, располагаемыми на коже над остистыми отростками позвонков. Оценка осуществляется путем сравнения полученных данных с эталонными изображениями. Последние определены при сканировании позвоночника и содержимого позвоночного канала в условиях нормы и патологии. Основные элементы эхоархитектоники при спинальной УС уточнены путем сопоставления данных УС, МРТ и стереоанатомии, полученных в идентичных плоскостях исследования. При необходимости могут использоваться нестандартные плоскости сканирования (например, передний доступ), другие ультразвуковые датчики и режимы УС [12], [10].

Показания к проведению спинальной УС: патология родов (затруднение выведения плечиков, обвитие пуповиной вокруг шеи, длительный потузный период, применение пособия в родах по типу бинта Вербова, быстрые и стремительные роды и т. д.); двигательные нарушения (нейрогенная кривошея, паретическая установка кистей рук, снижение мышечного тонуса в плечевом поясе, синдром гипервозбудимости – раздраженный крик, гиперстезия, положительный симптом Грефе и т. д.); асимметрия конечностей (трофические нарушения); видимые изменения в области позвоночника (гипертрихоз, выпячивания или втяжения и т. д.). Противопоказанием является тяжелое состояние новорожденных с нарушениями дыхания и сердечной деятельности.

Спинальная УС может проводиться с помощью любой современной ультразвуковой диагностической системы, например SSD-1200 (Aloka, Япония), SDU-500 (Shimadzu, Япония), имеющей электронные линейные и/или конвексные датчики с частотой в диапазоне от 3,5 до 12 МГц. Для диагностики и мониторирования структурных изменений позвоночника и спинного мозга применяется В-сканирование в режиме

реального времени с анализом динамического и статического изображения УС-картины на экране аппарата. Документирование исследования должно осуществляться на видеопленку. Дополнительные возможности дает использование допплерографии, цветового доплеровского картирования и режима энергетического доплера.

Спинальная УС проводится по методике, предложенной А. С. Иова [10], в продольной (сагиттальной) и поперечной (аксиальной) плоскостях с использованием датчиков линейного сканирования. Специальной подготовки пациентов не требовалось.

Новорожденных неонатолог (или мать) держал на ладони, лицом вниз, удерживая голову ребенка в среднем положении, при необходимости (и возможности) проводил сгибание в шейном отделе. При исследовании в сагиттальной плоскости датчик располагали над остистыми отростками или параллельно им, на 0,5–1 см правее или левее. При поперечном сканировании датчик располагали перпендикулярно предыдущей плоскости, на уровне межпозвонковых дисков. Оценка структурного состояния спинного мозга, позвоночника при использовании УС заключалась в линейном измерении ширины позвоночного канала, сагиттального и аксиального размера спинного мозга, оценки состояния субарахноидальных пространств, формы и целостности позвонков; стабильности или нестабильности позвоночно-двигательных сегментов (ПДС). При необходимости использовались датчики конвексного сканирования (при исследовании крациоцервикального перехода). Разработана модифицированная методика УС позвоночника и спинного мозга, уточнена нормальная УС-анатомия позвоночника и спинного мозга, описаны основные УС-симптомы и УС-синдромы патологических структурных изменений позвоночника и спинного мозга, изучены диагностические возможности и перспективы УС в выявлении структурных изменений позвоночника и спинного мозга у новорожденных [4].

Шейный отдел позвоночника доступен для УС-исследования в любом возрасте, у 92 % детей можно проследить основные элементы спинномозгового канала (СМК): костные стенки, спинной мозг (СМ), субарахноидальные пространства (САП), зубовидные связки. Секторный или конвексный датчик позволяет оценить правильность соотношений крациоцервикального перехода. Проведение функциональных проб позволяет выявить нестабильность в шейных ПДС в режиме реального времени.

Шейное утолщение в сагиттальной плоскости сканирования не определяется. Чаще всего сагиттальный размер спинного мозга у доношенных новорожденных 4–5 мм. Ширина спинномозгового канала в сагиттальной проекции составляет 9–10 мм и не меняется от С3 до С6. На уровне С2 спинномозговой канал шире, начиная от С7 он сужается. Расположение спинного мозга

чаще центральное, хорошо виден центральный канал. Расстояние между телами позвонков в норме 1–1,5 мм, а на уровне С2–С3 – до 2 мм. Хорошо прослеживается эпидуральное пространство. Эти размеры коррелируют с данными, полученными другими исследователями при рентгенологическом и морфологическом методах обследования. Позвоночный канал у новорожденных относительно широкий, что объясняет исключительную редкость сдавления спинного мозга при вывихах позвонков или спинальных оболочечных кровоизлияниях.

Легко определяется уровень расположения конуса спинного мозга, визуализируются эпидуральное пространство, конский хвост (cauda equina) и пр. У новорожденных спинной мозг заканчивается на уровне L1–L2 позвонков, к 3 годам – на уровне L1 позвонка, в более старшем возрасте он соответствует Th12 позвонку или межпозвонковому диску Th12–L1. Более низкое расположение конуса по отношению к указанной норме может свидетельствовать о синдроме фиксированного спинного мозга. Это требует проведения детальной неврологической оценки и использования более информативных диагностических методов нейроизображения (МРТ). У новорожденных с синдромом двигательных нарушений, обусловленным повреждением шейного отдела позвоночника в родах, выявлены следующие УС-феномены патологии: 1) нестабильность позвоночно-двигательных сегментов (чаще всего в С3–С4 сегментах – до 43 %, что коррелирует с данными рентгенодиагностики различных авторов); 2) неровность контуров спинного мозга, веретенообразное утолщение в проекции С3–С5–С6 позвонков – 47 %; 3) недифференцированность переднего контура позвоночного канала (трудно проследить контуры тел и дисков) – 33 %; 4) гиперэхогенность задней продольной связки – 16 %; 5) гиперэхогенность мягких тканей позади трахеи – 10 % (чаще выявляется у детей с обвитием пуповиной); 5) снижение высоты дисков в позвоночно-двигательных сегментах – 6 %.

Клинико-сонографические параллели: при кривошеи преобладали следующие УС-феномены: нестабильность ПДС, недифференцированность переднего контура позвоночного канала, веретенообразное утолщение СМ. При синдроме гипервоздушности наиболее часто встречались: гиперэхогенность задней продольной связки, недифференцированность переднего контура позвоночного канала, снижение высоты дисков в ПДС; при снижении мышечного тонуса в плечевом пояссе – нестабильность ПДС, недифференцированность переднего контура позвоночного канала, веретенообразное утолщение СМ, гиперэхогенность задней продольной связки.

Главными преимуществами спинальной УС являются возможность визуализации основных элементов топографии позвоночника и содержимого позвоночного канала, безболезненность, безвредность, быстрота получения информации,

отсутствие необходимости специальной подготовки пациента к исследованию, а также экономическая и техническая доступность.

Таким образом, спинальная ультрасонография является неинвазивным, не требующим подготовки пациента, доступным, экономически выгодным методом обследования, а также обладает рядом преимуществ: позволяет оценить позвоночно-двигательные сегменты, спинной мозг и провести функциональные пробы в режиме реального времени; движения пациента не влияют на результаты УС-исследования.

Несомненными преимуществами УС являются визуализация пульсации спинного мозга и возможность проведения функциональных проб в режиме реального времени для выявления нестабильности позвоночно-двигательных сегментов в шейном, поясничном отделах позвоночника. Спинальная УС может стать альтернативой широкому использованию рентгенографии позвоночника в диагностике нестабильности позвоночно-двигательных сегментов у детей.

## ВЫВОДЫ

В комплексной оценке структурно-функциональных изменений головного мозга, позвоночника и спинного мозга у детей с синдромом

двигательных нарушений перинатального генеза наиболее простым и достаточно эффективным методом контроля структурного состояния является ультрасонография, а функционального – клинические проявления и нейрофункциональное обследование (ЭМГ, ЭНМГ). При наличии клинических признаков патологии двигательной системы диагностическая тактика должна быть построена на принципах минимальной инвазивности и минимальной достаточности. Поэтому наиболее целесообразными представляются клиническое обследование, ЭМГ, УС-скрининг (УС мозга + спинальная УС), в зависимости от данных которого определяется последовательность дальнейших мероприятий. Если речь идет о патологии спинного мозга, то методом выбора является МРТ. Патология преимущественно позвоночника, без вовлечения спинного мозга, предполагает использование в качестве метода выбора КТ-исследования с трехмерной пространственной реконструкцией зоны интереса. Сохраняет значение рентгеноспондилография: в остром периоде позвоночной травмы рентгенография является методом выбора. Инвазивные технологии исследования структурных изменений спинного мозга должны применяться только в том случае, если нет возможности сделать МРТ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аршавский И. А. Очерки по возрастной физиологии. М.: Медицина, 1967. 475 с.
2. Аршавский И. А. Принцип доминанты в индивидуальном развитии организма // Журнал высшей нервной деятельности. 1993. Т. 43. № 4. С. 785–794.
3. Бадалян Л. О., Скворцов И. А. Клиническая электронейромиография: Руководство для врачей. М.: Медицина, 1986. 368 с.
4. Барашнев Ю. И. Перинатальная неврология. М.: Триада-Х, 2001. 640 с.
5. Бурсиан А. В. Ранний онтогенез моторного аппарата теплокровных. Л.: Наука, 1983. 165 с.
6. Ватолин К. В., Пыков М. И., Биджиев М. И., Васильева О. Ю., Галкина Я. А., Попов М. А. Методика исследования, ультразвуковая семиотика и данные морфометрии спинного мозга и позвоночного канала у новорожденных // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2003. № 1. С. 51–57.
7. Ватолин К. В., Пыков М. И., Биджиев М. И., Васильева О. Ю., Галкина Я. А., Попов М. А. Ультразвуковая оценка различных форм спинномозговых грыж и сопутствующих дисграфических процессов у новорожденных // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2003. № 2. С. 51–57.
8. Гехт Б. М. Теоретическая и клиническая электромиография. Л.: Наука, 1990. 229 с.
9. Зенков Л. Р., Ронкин М. А. Функциональная диагностика нервных болезней: Руководство для врачей. М.: Медицина, 1991. 640 с.
10. Иова А. С., Гармашов Ю. А., Андрушенко Н. В., Патницкая Т. С. Ультрасонография в нейропедиатрии (возможности и перспективы). СПб.: Изд-во «Петроградский и К.», 1997. 160 с.
11. Клиника и диагностика родовой спинальной травмы у новорожденных детей: Метод. рекомендации / Министерство здравоохранения СССР; Сост. Г. Ф. Холкина. Новокузнецк, 1988. 20 с.
12. Кузнецова Л. В. Возможности и перспективы ультрасонографии в ранней диагностике заболеваний позвоночника и спинного мозга у детей: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2000. 24 с.
13. Маркосян А. А. Основы морфологии и физиологии организма детей и подростков. М.: Медицина, 1969. 574 с.
14. Мейгал А. Ю., Соколов А. Л., Лупандин Ю. В. Терморегуляционная активность двигательных единиц новорожденных и детей раннего возраста // Физиология человека. 1995. Т. 21. № 4. С. 111–118.
15. Михайлов М. К. Рентгенодиагностика родовых повреждений позвоночника. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2001. 117 с.
16. Назинкина Ю. В. Рентгенодиагностика родовых повреждений межпозвонковых дисков у новорожденных и в отдаленном периоде травмы // Позвоночно-спинномозговая травма: Сб. науч. трудов / Под ред. А. А. Луцика. Новокузнецк, 1988. С. 43–45.
17. Назинкина Ю. В. Родовая травма шейного отдела спинного мозга у новорожденных // Позвоночно-спинномозговая травма: Сб. науч. трудов / Под ред. А. А. Луцика. Новокузнецк, 1988. С. 39–41.
18. Петрухин А. С. Неврология детского возраста. М.: Медицина, 2004. С. 369–371.
19. Ратнер А. Ю. Неврология новорожденных. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2006. 368 с.
20. Руководство по неонатологии / Под ред. Г. В. Яцык. М.: Медицинское информационное агентство, 1998. 400 с.
21. Садофьева В. И. Нормальная рентгеноанатомия костно-суставной системы у детей. Л.: Медицина, 1990. 216 с.
22. Скоромец А. А., Скоромец А. П., Скоромец Т. А., Тиссен Т. П. Спинальная ангионеврология: Руководство для врачей. СПб.; М.: МЕДпресс-информ, 2003. 608 с.

23. Сотникова К. А., Барашнев Ю. И. Дифференциальная диагностика заболеваний новорожденных. Л.: Медицина, 1982. 216 с.
24. Тамбовцева Р. В. Гистохимическая характеристика мышечных волокон двуглавой и трехглавой мышц плеча в онтогенезе человека // Архив анатомии, гистологии, эмбриологии. 1988. Т. 94. № 5. С. 59–63.
25. Топографо-анатомические особенности новорожденного / Под ред. Е. М. Маргорина. Л.: Медицина, 1977. С. 210–220.
26. Ульрих Э. В. Аномалии позвоночника у детей. СПб.: Сотис, 1995. 334 с.
27. Шоломов И. И. Родовая травма шейного отдела позвоночника и спинного мозга (клиника, диагностика, лечение): Автограф. дис. ... д-ра мед. наук. СПб., 1995. 39 с.
28. Юсевич Ю. С. Очерки по клинической электромиографии. М.: Медицина, 1972. 95 с.
29. Янакова О. М., Садофьев В. И. Роль эхоспондилографии в раннем выявлении пороков развития, перинатальной травмы позвоночника у детей раннего возраста // Патология крупных суставов и другие актуальные вопросы детской травматологии и ортопедии: Материалы симпозиума детских ортопедов-травматологов. Ижевск, 1998. С. 42–44.
30. Cohen M. D., Edwards M. K., Descer B. C. MR-imaging of children. New York: Raven. Press, 1990. 1090 p.
31. Coley B. D. at all. Diagnostic interventional ultrasound of the pediatric spine // Pediatr. Radiol. 2001. Vol. 31. P. 775–785.
32. Dachling Pang. Disorders of the pediatric spine. Raven. Press, New York, 1995. 275 p.
33. De Luca C. J., Ramen G. Motor unit firing behavior in older adults // Rehabil. Res. Dev. 1991. Vol. 28. P. 232.
34. Gerscovich E. O., McGahan J. P. Ultrasound of the spinal canal in the young child // J. Ultrasound. 1999. № 18. Vol. 9. P. 655–664.
35. Jones S. P., Ridge R. M. Motor unit in a skeletal muscle of neonatal rat: mechanical properties and weak neuromuscular transmission // J. Physiol. (Gr. Brit.). 1987. Vol. 38. P. 355–375.
36. Skoglund S. Growth and differentiation with special emphasise on the central nervous system // Ann. Rev. Physiol. 1969. Vol. 31. P. 19.