

DOI: <https://doi.org/10.17816/PED155111-125>

Повреждение позвоночника и спинного мозга при родовой травме (Проект клинических рекомендаций)

А.Б. Пальчик, Д.О. Иванов, М.Ю. Фомина, А.Е. Понятишин, А.В. Минин

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург, Россия;

АННОТАЦИЯ

Родовая травма спинного мозга — повреждение спинного мозга новорожденного вследствие механических причин во время родов. Ведущее значение в развитии повреждения спинного мозга новорожденных занимает чрезмерное продольное или боковое вытяжение позвоночника или чрезмерное скручивание. Истинная частота родовой травмы спинного мозга неясна. Единой классификации этой травмы в настоящее время не существует, и различие проходит по морфологии, локализации, характеру и типу нарушений. Родовая травма спинного мозга проявляется в 3 основных группах: мертворожденность или быстрая гибель новорожденного; дыхательная недостаточность; мышечные слабость и гипотония, сменяющиеся спастикой. Наряду с визуальным осмотром рекомендуется проведение новорожденному исследования кислотно-основного состояния и газов крови с целью уточнения характера и лечения дыхательной недостаточности, рентгенография шейного и грудного отделов позвоночника, ультразвуковое исследование спинного мозга, компьютерная томография позвоночника и/или магнитно-резонансная томография позвоночника и спинного мозга с целью дифференциального диагноза, ультразвуковое исследование легких с целью выявления высокого размещения диафрагмы при поражении сегментов спинного мозга С3–С5, консультаций врача-невролога, врача-анестезиолога-реаниматолога и врача-нейрохирурга. Новорожденному ребенку с родовой травмой спинного мозга и с признаками поражения сегментов С3–С5 и дыхательной недостаточностью рекомендуется проведение искусственной вентиляции легких; при наличии экстремедуллярного поражения, перелома или вывиха позвонков — экстренное нейрохирургическое лечение. Реабилитация включает массаж верхних конечностей, лечебную физкультуру, индивидуальные занятия, физиотерапию с целью восстановления функций мышц и суставов плечевого пояса; при нарушениях регуляции дыхания — домашние системы искусственной вентиляции легких; при стойких двигательных нарушениях в возрасте после 1 мес. — чрескожную электронейростимуляцию спинного мозга. Для профилактики родовой травмы спинного мозга рекомендуется оценка размеров таза беременной женщины и внутриутробного предлежания плода с целью выбора характера родоразрешения, рациональной медикаментозной терапии и анестезиологического пособия беременной женщине с целью предотвращения дисфункциональных родов.

Ключевые слова: новорожденный; родовая травма; спинной мозг.

Как цитировать

Пальчик А.Б., Иванов Д.О., Фомина М.Ю., Понятишин А.Е., Минин А.В. Повреждение позвоночника и спинного мозга при родовой травме (Проект клинических рекомендаций) // Педиатр. 2024. Т. 15. № 5. С. 111–125. DOI: <https://doi.org/10.17816/PED155111-125>

DOI: <https://doi.org/10.17816/PED155111-125>

Birth spine and spinal cord injury (Draft of the clinical recommendations)

Alexander B. Palchik, Dmitry O. Ivanov, Maria Yu. Fomina,
Andrey E. Ponyatishin, Aleksey V. Minin

Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia;

ABSTRACT

Birth spinal cord injury is damage to the spinal cord of a neonates due to mechanical causes during childbirth. The leading role in the development of spinal cord injury in newborns is played by excessive longitudinal or lateral traction of the spine or excessive twisting. The true incidence of birth spinal cord injury is unclear. There is currently no single classification of birth spinal cord injury and the distinction is made based on morphology, localization, nature and type of disorders. Birth spinal cord injury has 3 main groups of manifestations: stillbirth or rapid death of the newborn; respiratory failure; muscle weakness and hypotension, alternating with spasticity. Along with a visual examination of the newborn, it is recommended to conduct a study of the acid-base balance and blood gases in order to clarify the nature and treatment of respiratory failure; X-ray of the cervical and thoracic spine, ultrasound examination of the spinal cord, computed tomography of the spine and / or magnetic resonance imaging of the spine and spinal cord for the purpose of differential diagnosis; ultrasonic examination of the lungs to detect high placement of the diaphragm in case of damage to the C3–C5 segments of the spinal cord, consultations with a neurologist, anesthesiologist-resuscitator and a neurosurgeon. Mechanic respiratory ventilation is recommended for a newborn with birth spinal cord injury and with signs of damage to the C3–C5 segments and respiratory failure; in the presence of extramedullary damage, fracture or dislocation of the vertebrae — emergency neurosurgical treatment. Rehabilitation includes measures in the form of massage of the upper limb, therapeutic exercise, individual lessons, physiotherapy in order to restore the functions of the muscles and joints of the shoulder girdle; in case of respiratory regulation disorders — home ventilator systems; in case of persistent movement disorders after 1 month of age — transcutaneous electrical neurostimulation of the spinal cord. It is recommended to assess the size of the pregnant woman's pelvis and the intrauterine presentation of the fetus in order to select the type of delivery to prevent birth spinal cord injury, rational drug therapy and anesthetic care for the pregnant woman in order to prevent dysfunctional labor.

Keywords: neonate; birth injury; spinal cord.

To cite this article

Palchik AB, Ivanov DO, Fomina MYu, Ponyatishin AE, Minin AV. Birth spine and spinal cord injury (Draft of the clinical recommendations). *Pediatrician (St. Petersburg)*. 2024;15(5):111–125. DOI: <https://doi.org/10.17816/PED155111-125>

Received: 27.08.2024

Accepted: 17.09.2024

Published online: 30.10.2024

1. КРАТКАЯ ИНФОРМАЦИЯ ПО ЗАБОЛЕВАНИЮ ИЛИ СОСТОЯНИЮ (ГРУППЫ ЗАБОЛЕВАНИЙ ИЛИ СОСТОЯНИЙ)

1.1. Определение заболевания или состояния (группы заболеваний или состояний)

Родовая травма (РТ) — это повреждение органов вследствие механических причин во время родов [1, 2].

Родовая травма спинного мозга (РТСМ), или родовая спинальная травма (РСТ), — повреждение спинного мозга новорожденного вследствие механических причин.

1.2. Этиология и патогенез заболевания или состояния (группы заболеваний или состояний)

Родовые травмы, в целом, разделяют на спонтанные, возникающие при обычно протекающих родах, и акушерские, вызванные механическими действиями акушера (щипцы, тракции, пособия и др.) [1].

Ведущее значение в развитии повреждения спинного мозга (СМ) новорожденных занимает чрезмерное продольное или боковое вытяжение позвоночника или чрезмерное скручивание, при этом «чрезмерность» надо интерпретировать с осторожностью, поскольку спинальная травма встречается при атравматичных родах [2].

Среди причин РСТ избыточная торсия при головном предлежании встречается чаще, чем растяжение при тазовом. Развитие поражения связано с эластичностью позвоночного столба, связочного аппарата, мышц, твердой мозговой оболочки и самого СМ с учетом хрящевой структуры позвоночника у новорожденного и гиперэластичности связок [3–5].

Наряду с этим отмечается относительная гипотония мышц новорожденного, которая может быть усугублена приемом лекарств и/или анестезии у роженицы. Менее эластичны твердая мозговая оболочка и СМ, который механически зафиксирован в верхнем отделе продолговатым мозгом и плечевым сплетением, а в нижнем — конским хвостом [2]. Это объясняет механизм растяжения позвоночного столба с возможным разрывом твердой мозговой оболочки и повреждения СМ вследствие тракции при осложненных родах в тазовом предлежании. Повреждение происходит в области особой мобильности спинного мозга в нижнешейном и верхнегрудном отделах. Наложение щипцов с избыточной ротацией головки (90°) приводят к поражению верхне- и среднешейных отделов СМ [6].

Позвоночник младенца особенно чувствителен к враждебному воздействию, поскольку «крючковидные отростки» тел одного из позвонков, находящиеся в сочленении с соответствующими отростками соседних позвонков и регулирующие вращение, недостаточно развиты у новорожденных [7].

Дополнительно к механическим причинам можно отнести сосудистые, клеточные и молекулярные изменения в развитии спинальной родовой травмы [8–19].

Ранние посттравматические нарушения кровотока в СМ могут быть следствием нарушений микроциркуляции и гипотензии. Таким образом, ранние посттравматические нарушения перфузии СМ могут быть результатом местных нарушений в спинальной микроциркуляции и системной гипотензии. Высвобождение возбуждающих аминокислот из поврежденных нейронов может привести к общим механизмам гибели клеток [2, 20].

1.3. Эпидемиология заболевания или состояния (группы заболеваний или состояний)

Истинная частота РТСМ неясна, отчасти потому, что СМ не всегда исследуют при вскрытии [2].

В ранних работах утверждали, что у 46 % детей, родившихся в тазовом предлежании, на аутопсии выявлены интраспинальные кровоизлияния [21].

До 10 % случаев смертельных исходов у новорожденных относили к последствиям РТСМ [22, 23].

В клинических исследованиях данных 449 новорожденных детей в родильных домах было установлено, что 140 (31,2 %) из них имели неврологические признаки травмы СМ [24].

В настоящее время считают, что часто наблюдаемые мелкие периваскулярные петехии в СМ от сильного пережатия или геморрагическое пропитывание жировой ткани новорожденных не признаки РТСМ, и РТСМ встречается редко [2, 25].

Комментарий. Показатели заболеваемости РТСМ во многом зависят от критериев постановки диагноза. Высокая заболеваемость РТСМ, представленная в ряде работ [24, 26, 27], связана с включением в понятие морфологических изменений СМ, которые позже были оспорены как признаки РТСМ [2, 27], а также клинических проявлений, которые впоследствии стали относить к возрастным и/или адаптационным феноменам у новорожденных [20, 28, 29].

1.4. Особенности кодирования заболевания или состояния (группы заболеваний или состояний) по Международной статистической классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем

Другие родовые травмы центральной нервной системы (P11).

P11.5 Повреждение позвоночника и спинного мозга при родовой травме.

1.5. Классификация заболевания или состояния (группы заболеваний или состояний)

Единой классификации РТСМ в настоящее время не существует.

По морфологии различают:

- острые изменения — кровоизлияние (эпидуральное или интраспинальное), отек, разрыв СМ;

- хронические изменения — фиброз твердой мозговой, паутинной оболочек и вещества спинного мозга, некроз, кисты, сирингомиелия, разрывы вещества СМ, окклюзии сосудов с инфарктами [2].

По преобладающей локализации:

- нижнешейный и верхнегрудной отделы СМ (преимущественно при ягодичном предлежании);
- верхне- и среднегрудные отделы СМ (преимущественно при головном предлежании).

По типу нарушений:

- мертворожденность или быстрая гибель новорожденного;
- дыхательная недостаточность;
- мышечные слабость и гипотония, сменяющиеся спастикой.

По характеру неврологических расстройств:

- двигательные (мышечные сила и тонус);
- рефлекторные;
- чувствительные;
- вегетативные (регуляция дыхательной, пищеварительной, мочевыделительной систем, синдром Горнера) [2].

1.6. Клиническая картина заболевания или состояния (группы заболеваний или состояний)

РТСМ имеет 3 основных группы проявлений [2]:

- 1) мертворожденность или быстрая гибель новорожденного;
- 2) дыхательная недостаточность;
- 3) мышечные слабость и гипотония, сменяющиеся спастикой.

При повреждении в нижнешейном и верхнегрудном отделе СМ в зависимости от тяжести поражения возникают слабость, снижение мышечного тонуса, арефлексия нижних конечностей с различной вовлеченностью верхних конечностей; сегментарные нарушения чувствительности в области нижней части шеи или верхней части туловища; дыхательные расстройства, обусловленные нарушением движений диафрагмы вплоть до парадоксального дыхания или полного паралича; атония мышц живота и сфинктера ануса, мочевого пузыря [5, 7, 25–27].

Поражение верхних конечностей может отражать наличие сопутствующей травмы плечевого сплетения или повреждение клеток передних рогов СМ.

При вовлечении нейронов промежуточного столбца СМ или выходящих корешков уровня Th1, иннервирующих соответствующие симпатические ганглии, возникает синдром Горнера.

К особенностям травмы средней или верхней части шейного отдела СМ можно отнести дыхательные расстройства, иногда с необходимостью искусственной вентиляции легких (ИВЛ), поскольку иннервация диафрагмы исходит из шейных сегментов С3–С5 (в большей степени С4).

Нарушения сегментарных расстройств чувствительности определяют при проверке реакции на болевое раздра-

жение по движениям, гримасе или другой мимике [2, 30] (см. таблицу). Клиническая картина РТСМ может сочетаться в некоторых случаях с проявлениями гипоксически-ишемической энцефалопатии [2, 20, 31–34].

Дальнейшая динамика заболевания может быть двоякой. Реже сохраняется клиника спинального шока, что связывают со вторичной ишемией СМ (так называемая «посттравматическая вазопатия») и дегенеративными изменениями каудальных отделов СМ [2]. Более типично обратное развитие клиники спинального шока в течение нескольких недель по мере уменьшения отека и кровоизлияний с восстановлением двигательной и рефлекторной активности: повышение глубоких рефлексов, появление знака Бабинского, изменение позы младенца (возникновение «тройной флексии») [35].

Нарушения в верхних конечностях зависят от уровня поражения. При вовлечении передних рогов СМ и плечевого сплетения руки остаются вялыми, с гипорефлексией. При поражении верхне- и/или среднешейных отделов СМ формируются спастичность и гиперрефлексия во всех конечностях. При данной локализации поражения сохраняется дыхательная недостаточность с необходимостью ИВЛ. Происходит рефлекторное опорожнение мочевого пузыря.

Возникают повышенные моторные и эмоциональные реакции на болевую сенсорную стимуляцию на уровне и выше уровня поражения. Отмечают вегетативные расстройства с широкими колебаниями температуры тела, трофические нарушения со стороны мышечно-суставного аппарата [2].

2. ДИАГНОСТИКА ЗАБОЛЕВАНИЯ ИЛИ СОСТОЯНИЯ (ГРУППЫ ЗАБОЛЕВАНИЙ ИЛИ СОСТОЯНИЙ), МЕДИЦИНСКИЕ ПОКАЗАНИЯ И ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ

2.1. Жалобы и анамнез

- Рекомендуется изучить анамнез матери, течение беременности и родов, динамику состояния плода с целью выявления эндо- и экзогенных факторов риска развития РТСМ [1–6].

Уровень убедительности рекомендаций С (уровень достоверности доказательств — 4).

Комментарий. К факторам риска развития РТСМ относят несоответствие головки плода и размеров таза матери, тазовое и поперечное положение плода, прием лекарственных препаратов и анестезия матери, нарушения биомеханики родов (затяжные, стремительные), чрезмерная тракция головки или туловища и/или наложение щипцов во время родов.

Таблица. Шкала оценки боли у новорожденного**Table.** DAN (Douleur Aigue du Nouveau-ne (Acute Newborn Pain)) [46, 47]

Показатель / Parameter	Характеристика / Evaluation	Баллы / Scores
Выражение лица / Facial expression	Спокойное / Quiet	0
	Хнычет, открывает и закрывает глаза / Whines with half-cycle closing and soft opening eyes	1
	Гримаса плача*: умеренная, эпизодическая / With a grimace of crying*: moderate, episodic	2
	Гримаса плача: умеренная / Crying grimace: moderate	3
	Гримаса практически постоянная / Grimace is almost constant	4
Движения конечностей / Limb movements	Спокойные, плавные движения / Calm or gentle movements	0
	Эпизодически беспокойство**, успокаивается / Occasionally anxiety**	1
	Умеренное беспокойство / Moderate anxiety	2
	Выраженное, постоянное беспокойство / Expressed, constant anxiety	3
Плач (неинтубированные) / Crying (unintubated)	Не плачет / Does not cry	0
	Периодические стоны / Periodic moans	1
	Периодический плач / Periodic crying	2
	Длительный плач, «завывания» / Prolonged crying, "howls"	3
Эквиваленты плача (интубированные) / Crying equivalents (intubated)	Не плачет / Does not cry	0
	Беспокойный взгляд / Restless gaze	1
	Жестикуляции, характерные для периодического плача / Gestures characteristic of periodic crying	2
	Жестикуляции, характерные для постоянного плача / Gestures characteristic of constant crying	3

Примечание: Каждый показатель оценивается от 0 до 4 баллов, при этом высчитывают сумму баллов по всем 4 показателям: 0 — отсутствие боли; 10–13 — выраженная боль. *Гримаса плача — зажмуривание глаз, насупливание бровей, напряжение носогубной складки; **беспокойство — педалирование, вытягивание и напряжение ног, пальцев, хаотичные движения рук, растопыривание пальцев.

Note: Each indicator is evaluated from 0 to 4 points, while calculating the sum of points for all 4 indicators: 0 is no pain, 10–13 is pronounced. *Crying grimace — squinting of the eyes, frowning of the eyebrows, tension of the nasolabial fold; **anxiety — pedaling, stretching and straining of the legs, fingers, chaotic hand movements, spreading fingers.

- Рекомендуется описать характер и динамику состояния младенца со слов матери и обслуживающего персонала с момента рождения ребенка с целью определения течения заболевания [1–6].

Уровень убедительности рекомендаций С (уровень достоверности доказательств — 4).

Комментарий. См. раздел 1.2.

Первыми проявлениями РТСМ могут быть болевой синдром, спинальный шок с резким ограничением спонтанной активности, дыхательная недостаточность, вегетативные расстройства (в частности, асимметрия глаз и зрачков).

2.2. Физикальное обследование

- Новорожденному ребенку **рекомендуется** проведение визуального осмотра терапевтического с целью выявления РТСМ и определения дальнейшей тактики ведения и терапии [1, 2, 36].

Уровень убедительности рекомендаций С (уровень достоверности доказательств — 4).

Комментарий. Визуальный осмотр терапевтический новорожденного с РСТ включает в себя:

- определение уровня сознания (нормальное, ступор, кома);
- реакцию на осмотр (нормальное, возбуждение, угнетение);
- осмотр черепа (наличие экстракраниальных гематом, повреждений целостности кожи, кровоподтеков, состояние швов и родничков);
- оценку состояния нервной системы: спонтанная активность, активный (поза) и пассивный мышечный тонус, глубокие рефлексy, рефлексy новорожденных, шейно-тонические и лабиринтные рефлексy, вегетативный статус, краниальную иннервацию, наличие или отсутствие тремора и судорог (особое внимание необходимо уделить подвижности, состоянию мышечного

тонуса и рефлекторной деятельности со стороны отделов плечевого, тазового поясов и шеи);

- оценку болевой чувствительности, особенно в плечевом поясе;
- определение локальных изменений по всем уровням позвоночного столба (наличие отека, геморрагических проявлений, подвижности, состояния мышечного тонуса и рефлекторной деятельности, состояния болевой чувствительности);
- осмотр кожи и видимых слизистых оболочек с оценкой степени их бледности, наличия степени желтухи, степени гидратации, выявления кожных высыпаний, геморрагических проявлений, нарушение микроциркуляции;
- перкуссия и аускультация легких и сердца, исследование пульса (особое внимание необходимо уделить характеру, ритму и глубине дыхания);
- пальпация живота;
- осмотр наружных половых органов;
- выявление видимых пороков развития, стигм дизэмбриогнеза.

2.3. Лабораторные диагностические исследования

- Новорожденному с РТСМ без признаков дыхательной недостаточности не рекомендуется проведение дополнительных лабораторных исследований с целью уточнения характера и лечения заболевания, помимо принятых по общим рекомендациям объема неонатологической помощи [1, 2, 5].

Уровень убедительности рекомендаций С (уровень достоверности доказательств — 5).

- Новорожденному с РТСМ и признаками дыхательной недостаточности рекомендуется проведение исследования кислотно-основного состояния и газов крови с целью уточнения характера и лечения дыхательной недостаточности в соответствии с общим рекомендациями объема неонатологической помощи [36].

Уровень убедительности рекомендаций С (уровень достоверности доказательств — 5).

2.4. Инструментальные диагностические исследования

- Новорожденному ребенку с подозрением на родовую травму спинного мозга при отсутствии очевидных факторов риска родовой травмы **рекомендуется** проведение рентгенографии шейного и грудного отделов позвоночника, ультразвукового исследования (УЗИ) СМ, компьютерной томографии (КТ) позвоночника и/или магнитно-резонансной томографии (МРТ) позвоночника и СМ с целью дифференциального диагноза с дизрафическими изменениями, шейной арахноидальной кистой, интравертебральными, экстрамедуллярными образованиями (абсцесс, нейробластома), интрамедуллярными поражениями (сирингомиелия, гемангиобластома), костными аномалиями, нервно-

мышечными заболеваниями (спинальная мышечная атрофия), определения отека, кровоизлияния, деформации СМ, исключения ассоциированных с РТСМ костных изменений [2, 5, 35, 37–55].

Уровень убедительности рекомендаций С (уровень достоверности доказательств — 4).

Комментарий. Исследования проводятся в зависимости от уровня оснащенности медицинской организации.

Поскольку РТСМ может возникнуть и без очевидных факторов риска развития травмы (см. раздел 1.2), а клиническая симптоматика РСТ сходна с другими поражениями СМ и нервно-мышечными заболеваниями, необходима нейровизуализация шейного и грудного отделов позвоночника и СМ, при этом выбирают МРТ.

- Новорожденному ребенку с РТСМ **рекомендуется** проведение УЗИ легких с целью выявления высокого размещения диафрагмы при поражении сегментов СМ С3–С5 [2].

Уровень убедительности рекомендаций В (уровень достоверности доказательств — 4).

Комментарий. Исследование проводят в зависимости от возможностей медицинской организации.

Ультразвуковое исследование легких демонстрирует феномен «купола», типичный для нарушения иннервации диафрагмы вследствие поражения диафрагмального нерва. Однако поражение диафрагмального нерва может быть также следствием травматического поражения плечевого сплетения (парез Эрба-Дюшена или тотальный парез Керера), поэтому результаты УЗИ должны быть сопоставлены с данными визуализации шейного отдела позвоночника и СМ.

2.5. Иные диагностические исследования

- Новорожденному ребенку с РТСМ **рекомендуется** консультация врача-невролога с целью подтверждения диагноза и назначения адекватного лечения [1, 5, 37].

Уровень убедительности рекомендаций С (уровень достоверности доказательств — 4).

Комментарий. См. раздел 1.6.

При легких формах РТСМ неврологическая симптоматика может быть невыраженной и неспецифичной и потребовать дифференциального диагноза с транзиторными адаптационными неврологическими знаками [20, 29]. Наряду с этим РТСМ может сочетаться с проявлениями гипоксически-ишемической энцефалопатии [2, 20, 34].

- Новорожденному ребенку с РТСМ рекомендуется консультация врача-нейрохирурга с целью подтверждения диагноза и решения вопроса о необходимости хирургического вмешательства [1, 5, 38].

Уровень убедительности рекомендаций С (уровень достоверности доказательств — 4).

Комментарий. См. раздел 1.6.

Экстренное нейрохирургическое вмешательство применяются в случаях экстрамедуллярного поражения, перелома или вывиха позвонков тяжелой неврологической симптоматики.

- Новорожденному ребенку с РТСМ и признаками поражения сегментов С3–С5 с дыхательной недостаточностью рекомендуется консультация врача-анестезиолога-реаниматолога с целью подтверждения диагноза и назначения адекватной респираторной терапии [1, 5, 38].

Уровень убедительности рекомендаций С (уровень достоверности доказательств — 5).

Комментарий. См. раздел 1.6.

3. ЛЕЧЕНИЕ, ВКЛЮЧАЯ МЕДИКАМЕНТОЗНУЮ И НЕМЕДИКАМЕНТОЗНУЮ ТЕРАПИИ, ДИЕТОТЕРАПИЮ, ОБЕЗБОЛИВАНИЕ, МЕДИЦИНСКИЕ ПОКАЗАНИЯ И ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ

3.1. Консервативное лечение

- Новорожденному ребенку с РТСМ с признаками поражения сегментов С3–С5 с дыхательной недостаточностью рекомендуется проведение искусственной вентиляции легких (ИВЛ) [2, 56].

Уровень убедительности рекомендаций С (уровень достоверности доказательств — 5).

- Новорожденному ребенку с РТСМ с признаками интрамедуллярного поражения **не рекомендуется** проведение медикаментозной терапии [2, 11, 12, 17, 18, 57–66].

Уровень убедительности рекомендаций С (уровень достоверности доказательств — 5).

3.2. Хирургическое лечение

Новорожденному ребенку с родовой травмой спинного мозга с признаками экстрамедуллярного поражения, перелома или вывиха позвонков рекомендуется экстренное нейрохирургическое лечение [2].

Уровень убедительности рекомендаций С (уровень достоверности доказательств — 5).

3.3. Иное лечение

Не применимо.

4. МЕДИЦИНСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ И САНАТОРНО-КУРОРТНОЕ ЛЕЧЕНИЕ, МЕДИЦИНСКИЕ ПОКАЗАНИЯ И ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ МЕТОДОВ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ, В ТОМ ЧИСЛЕ ОСНОВАННЫХ НА ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРИРОДНЫХ ЛЕЧЕБНЫХ ФАКТОРОВ

- Ребенку с РТСМ без нарушения регуляции дыхания в возрасте после 1 мес. **рекомендуются** реабилитационные мероприятия в виде массажа верхней конечности медицинского, лечебной физкультуры, индивидуальных занятий при заболеваниях периферической нервной системы, физиотерапии мышц плечевых, локтевых, запястья и мелких суставов с целью восстановления функций мышц и суставов плечевого пояса [67].

Уровень убедительности рекомендаций С (уровень достоверности доказательств — 5).

Комментарий. В связи с разнообразием методов реабилитации, невозможностью верификации интенсивности, частоты, характера и длительности процедур доказательность их эффекта достаточно низкая.

- Ребенку с РТСМ с нарушениями регуляции дыхания **рекомендуются** домашние системы ИВЛ [68].

Уровень убедительности рекомендаций С (уровень достоверности доказательств — 5).

Комментарий. Использование домашних систем ИВЛ при РТСМ носит описательный характер на примере единичных случаев.

- Ребенку с РТСМ со стойкими двигательными нарушениями в возрасте после 1 мес. **рекомендуется** (в зависимости от уровня оснащенности учреждения) чрескожная электронейростимуляция СМ [36].

Уровень убедительности рекомендаций С (уровень достоверности доказательств — 5).

Комментарий. Чрескожная электронейростимуляция СМ в реабилитации младенцев с РТСМ теоретически обоснована, казуистически применяется с обратной связью по электромиографии и с предварительными данными о высокой эффективности.

5. ПРОФИЛАКТИКА И ДИСПАНСЕРНОЕ НАБЛЮДЕНИЕ, МЕДИЦИНСКИЕ ПОКАЗАНИЯ И ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ МЕТОДОВ ПРОФИЛАКТИКИ

- Для профилактики РТСМ **рекомендуется** оценка размеров таза беременной женщины и внутриутробного предлежания плода с целью выбора характера родоразрешения [2].

Уровень убедительности рекомендаций С (уровень достоверности доказательств — 5).

Комментарий. См. раздел 1.2.

Для профилактики РТСМ **рекомендуется** ультразвуковое исследование и электрокардиография плода с целью ранней диагностики гиперэкстензии головки плода как фактора риска спинальной травмы [7].

Уровень убедительности рекомендаций С (уровень достоверности доказательств — 4).

- Для профилактики РТСМ **рекомендуется** выбор рациональной медикаментозной терапии и анестезиологического пособия беременной с целью предотвращения дисфункциональных родов [2].

Уровень убедительности рекомендаций С (уровень достоверности доказательств — 5).

- Для профилактики родовой травмы спинного мозга при нахождении плода в тазовом предлежании **рекомендуется** выбор родоразрешения кесаревым сечением [69–76].

Уровень убедительности рекомендаций В (уровень достоверности доказательств — 3).

Комментарий. Достоверное снижение частоты возникновения РСТ отмечено при проведении планового кесарева сечения. Относительно применения экстренного кесарева сечения нет достоверных данных [69–76].

Для профилактики родовой травмы СМ при родоразрешении **рекомендуется** предотвращение чрезмерного продольного или бокового вытяжения позвоночника или чрезмерного скручивания [2].

Уровень убедительности рекомендаций С (уровень достоверности доказательств — 5).

Комментарий. См. раздел 1.2.

6. ОРГАНИЗАЦИЯ ОКАЗАНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ

Объем и характер медицинской помощи новорожденным с РТСМ соответствует нормативным документам оказания медицинской помощи новорожденным¹ и не требует дополнительных мер за исключением состояний, указанных в разделе 1.6.

В зависимости от уровня медицинского учреждения, характера и тяжести РТСМ, помимо помощи, предусмотренной в пункте 6.1, необходима консультативная специализированная помощь врача-невролога, врача-нейрохирурга и врача-реаниматолога в соответствии с Приказом Минздрава России от 15.11.2012 № 921н².

7. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ (В ТОМ ЧИСЛЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ИСХОД ЗАБОЛЕВАНИЯ ИЛИ СОСТОЯНИЯ)

Прогноз зависит от тяжести и степени поражения, подтвержденных клиническими, а также МРТ-исследованиями. При тяжелом поражении с вовлечением сегментов С3–С5 и дыхательной недостаточностью важно состояние ребенка в 24 ч и 1 мес. жизни. Неблагоприятными факторами для выживания служат отсутствие самостоятельного вдоха через сутки после рождения (лишь в 2 из 9 случаев отмечен благоприятный исход); при сохранении стойкого апноэ к концу 1 мес. все дети нуждаются в длительной ИВЛ (до 8 лет) и имеют грубые двигательные нарушения [34].

Формулировка и шифрование клинического диагноза: Р11.5 Повреждение позвоночника и спинного мозга при родовой травме.

8. ВАРИАНТ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ПАЦИЕНТА

Родовая травма спинного мозга новорожденному ребенку представляет повреждение СМ вследствие механического воздействия во время родов. Наряду с этим существует ряд факторов беременности, которые могут способствовать этой травме: нахождение ребенка в тазовом предлежании и прием матерью лекарственных препаратов, нарушающих процесс родовой деятельности.

Основное в развитии РТСМ — это растяжение и скручивание позвоночника во время родового акта.

В нетяжелой РСТ развиваются нарушения мышечного тонуса (изначально вялость, в дальнейшем скованность),

¹ Приказ Минздрава России от 15.11.2012 № 921н «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи по профилю „неонатология“» (Зарегистрировано в Минюсте России 25.12.2012 № 26377).

² Там же.

рефлексов, возможно развитие асимметрии глазной щели и зрачка. В подобных случаях достаточно наблюдения и лечение у невролога.

При более значимом поражении возникает болевой синдром, нарушение дыхания, которые могут потребовать вмешательства нейрохирурга с проведением нейрохирургической операции. При тяжелых нарушениях дыхания необходима консультация реаниматолога и ИВЛ.

После периода новорожденности детям с РСТ рекомендуют комплекс реабилитационных мероприятий, включающих массаж, терапию движений, физиотерапию. В ряде тяжелых случаев необходима длительная ИВЛ, которая может осуществляться в амбулаторных условиях.

Далее приведен алгоритм действия врача при РТСМ у новорожденного (см. рисунок).

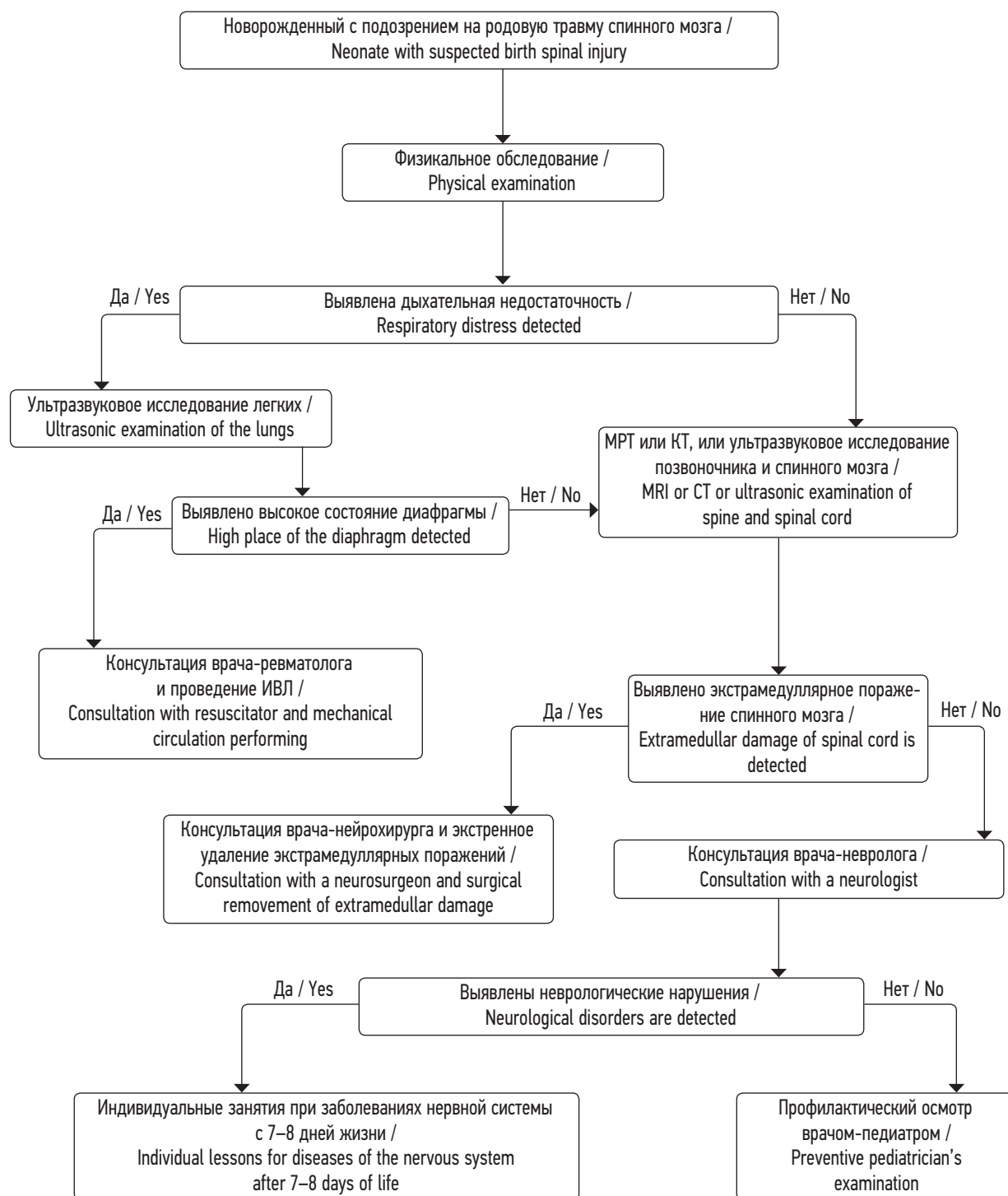


Рисунок. Алгоритм действий врача при родовой травме спинного мозга у новорожденного
Figure. Algorithm of physician's actions in neonatal birth injury of the spinal cord

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Родовая травма спинного мозга — повреждение СМ новорожденного вследствие механических причин во время родов. Ведущее значение в развитии повреждения СМ новорожденных занимает чрезмерное продольное или боковое вытяжение позвоночника или чрезмерное скручивание. Показатели заболеваемости РТСМ во многом зависят от критериев постановки диагноза. РТСМ классифицируют по морфологии, локализации, типу нарушений, характеру неврологических расстройств. Клиническая картина РТСМ имеет 3 основных группы проявлений и зависит от локализации и тяжести поражения: мертворожденность или быстрая гибель новорожденного; дыхательная недостаточность; мышечные слабость и гипотония, сменяющиеся спастикой. В совокупности отмечают двигательные, чувствительные (в том числе, болевой синдром), вегетативные нарушения. Динамика заболевания может быть двоякой: сохранение клиники спинального шока, но более типично обратное развитие клиники спинального шока и с восстановлением двигательной и рефлекторной активности. Наличие дыхательной недостаточности требует консультации врача-реаниматолога и решения вопроса о ИВЛ. Характер и степень структурных нарушений позвоночника и СМ подтверждают проведением КТ- и МРТ-исследований. Выявление экстрамедуллярных нарушений требует нейрохирургического вмешательства. Последующая тактика наблюдения и лечения ребенка с РТСМ заключается в верификации функциональных

расстройств неврологом, назначении индивидуальных упражнений пациенту при заболеваниях периферической нервной системы и диспансерном наблюдении педиатра. Указанная последовательность врачебных мероприятий представлена в виде алгоритма действия врача (см. рисунок).

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

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

ADDITIONAL INFO

Authors' contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that he has no competing interests.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Власюк В.В., Иванов Д.О. Клинические рекомендации по диагностике и лечению родовой травмы (проект). РАСПМ, 2016. 28 с.
2. Volpe J.J., El-Dib M. Perinatal trauma. Injuries of extracranial, cranial, intracranial, spinal cord, and peripheral nervous system structures. В кн.: Volpe's neurology of the newborn. 7th ed. / J.J. Volpe, editor. Elsevier, 2025. P. 1251–1282. doi: 10.1016/B978-0-443-10513-5.00040-1
3. Crothers B. The effect of breech extraction on the central nervous system of the fetus // *Med Clin North America*. 1922. Vol. 5. P. 1287–1295.
4. Crothers B. Injury of the spinal cord in breech extraction as an important cause of fetal death and paraplegia in childhood // *Amer J Med Sci*. 1923. Vol. 165. P. 94–99.
5. Ford F.R. Diseases of the nervous system in infancy, childhood, and adolescence. Springfield: Charles C. Thomas, 1960. doi: 10.1097/00007611-196009000-00037
6. Menticoglou S.M., Perlman M., Manning F.A. High cervical spinal cord injury in neonates delivered with forceps: Report of 15 cases // *Obstet Gynecol*. 1995. Vol. 86, N 4-1. P. 589–594. doi: 10.1016/0029-7844(95)00213-b
7. Rossitch E. Jr., Oakes W.J. Perinatal spinal cord injury: clinical, radiographic and pathologic features // *Pediatr Neurosurg*. 1992. Vol. 18, N 3. P. 149–152. doi: 10.1159/000120655
8. Tator C.H., Fehlings M.G. Review of the secondary injury theory of acute spinal cord trauma with emphasis on vascular mechanisms // *J Neurosurg*. 1991. Vol. 75, N 1. P. 15–26. doi: 10.3171/jns.1991.75.1.0015
9. Walker M.D. Acute spinal-cord injury // *N Engl J Med*. 1991. Vol. 324, N 26. P. 1885–1887. doi: 10.1056/NEJM199106273242608
10. Geisler F.H., Dorsey F.C., Coleman W.P. Recovery of motor function after spinal-cord injury — a randomized, placebo-controlled trial with GM-1 ganglioside // *N Engl J Med*. 1991. Vol. 324, N 26. P. 1829–1838. doi: 10.1056/NEJM199106273242601
11. Bracken M.D., Shepard M.J., Collins W.F., et al. A randomized, controlled trial of methylprednisolone or naloxone in the treatment of acute spinal-cord injury // *N Engl J Med*. 1990. Vol. 322, N 20. P. 1405–1411. doi: 10.1056/NEJM199005173222001
12. Bracken M.D., Shepard M.J., Collins W.F., et al. Methylprednisolone or naloxone treatment after acute spinal cord injury: 1-year follow-up data // *J Neurosurg*. 1992. Vol. 76, N 1. P. 23–31. doi: 10.3171/jns.1992.76.1.0023
13. Holtz A., Gerdin B. MK 801, an N-methyl-d-aspartate channel blocker, does not improve the functional recovery nor spinal cord blood flow after spinal cord compression in rats // *Acta Neurol Scand*. 1991. Vol. 84, N 4. P. 334–338. doi: 10.1111/j.1600-0404.1991.tb04964.x

14. Demediuk P., Daly M.P., Faden A.I. Effect of impact trauma on neurotransmitter and nonneurotransmitter amino acids in rat spinal cord // *J Neurochem*. 1989. Vol. 52, N 5. P. 1529–1536. doi: 10.1111/j.1471-4159.1989.tb09204.x
15. Faden A.I., Simon R.P. A potential role for excitotoxins in the pathophysiology of spinal cord injury // *Ann Neurol*. 1988. Vol. 23, N 6. P. 623–626. doi: 10.1002/ana.410230618
16. Faden A.I., Lemke M., Simon R.P., Noble L.J. N-methyl-D-aspartate antagonist MK801 improves outcome following traumatic spinal cord injury in rats: Behavioral, anatomic, and neurochemical studies // *J Neurotrauma*. 1988. Vol. 5, N 1. P. 33–45. doi: 10.1089/neu.1988.5.33
17. Bracken M.B., Shepard M.J., Holford T.R., et al. Administration of methylprednisolone for 24 or 48 hours or Tirilazad Mesylate for 48 hours in the treatment of acute spinal cord injury // *JAMA*. 1997. Vol. 277, N 20. P. 1597–1604. doi: 10.1001/jama.1997.03540440031029
18. Boulland J.L., Lambert F.M., Zuchner M., et al. A neonatal mouse spinal cord injury model for assessing post-injury adaptive plasticity and human stem cell integration // *PLoS One*. 2013. Vol. 8, N 8. ID e71701. doi: 10.1371/journal.pone.0071701
19. Witiw C.D., Fehlings M.G. Acute spinal cord injury // *J Spinal Disord Tech*. 2015. Vol. 28, N 6. P. 202–210. doi: 10.1097/BSD.0000000000000287
20. Пальчик А.Б., Шабалов Н.П. Гипоксически-ишемическая энцефалопатия новорожденных. Москва: МЕДПРЕССинформ, 2020. 302 с.
21. Pierson R.N. Spinal and cranial injuries of the baby in breech deliveries. A clinical and pathological study of thirty-eight cases // *Surg Gynecol Obstet*. 1923. Vol. 37. P. 802–810.
22. Towbin A. Spinal cord and brain stem injury at birth // *Arch Pathol*. 1964. Vol. 77. P. 620–632.
23. Towbin A. Latent spinal cord and brain stem injury in newborn infants // *Dev Med Child Neurol*. 1969. Vol. 11, N 1. P. 54–68. doi: 10.1111/j.1469-8749.1969.tb01395.x
24. Хасанов А.А., Давыдова М.А. Причины родовых травм спинного мозга плода // *Казанский медицинский журнал*. 1981. Т. 62, № 4. С. 27–30. doi: 10.17816/kazmj86880
25. Friede R.L. Developmental neuropathology. 2nd edit. New York: Springer-Verlag, 1989. doi: 10.1007/978-3-642-73697-1
26. Pape K.E. Developmental and maladaptive plasticity in neonatal SCI // *Clin Neurol Neurosurg*. 2012. Vol. 114, N 5. P. 475–482. doi: 10.1016/j.clineuro.2012.01.002
27. Ramer L.M., Ramer M.S., Bradbury E.J. Restoring function after spinal cord injury: towards clinical translation of experimental strategies // *Lancet Neurol*. 2014. Vol. 13, N 12. P. 1241–1256. doi: 10.1016/S1474-4422(14)70144-9
28. Dubowitz L.M.S., Dubowitz V., Mercuri E. The neurological assessment of the pre-term and full-term infant. В кн.: *Clinics in developmental medicine*. London: MacKeithPress, 1999. 155 p.
29. Пальчик А.Б. Лекции по неврологии развития. Москва: МЕДПРЕССинформ, 2021. 472 с.
30. Carbajal R., Paupe A., Hoenn E., et al. APN: evaluation behavioral scale of acute pain in newborn infants // *Arch Pediatr*. 1997. Vol. 4, N 7. P. 623–628. doi: 10.1016/s0929-693x(97)83360-x
31. Пальчик А.Б., Бочкарева С.А., Шабалов Н.П., и др. Боль у новорожденных и грудных детей. Методические рекомендации МЗ РФ. Санкт-Петербург, 2015. 27 с.
32. MacKinnon J.A., Perlman M., Kirpalani H., et al. Spinal cord injury at birth: diagnostic and prognostic data in twenty-two patients // *J Pediatr*. 1993. Vol. 122, N 3. P. 431–437. doi: 10.1016/s0022-3476(05)83437-7
33. Byers R.K. Spinal-cord injuries during birth // *Dev Med Child Neurol*. 1975. Vol. 17, N 1. P. 103–110. doi: 10.1111/j.1469-8749.1975.tb04967.x
34. Mills J.F., Dargaville P.A., Coleman L.T., et al. Upper cervical spinal cord injury in neonates: The use of magnetic resonance imaging // *J Pediatr*. 2001. Vol. 138, N 1. P. 105–108. doi: 10.1067/mpd.2001.109195
35. Leventhal H.R. Birth injuries of the spinal cord // *J Pediatr*. 1960. Vol. 56, N 4. P. 447–453. doi: 10.1016/s0022-3476(60)80356-3
36. Кишкун А.А. Лабораторные исследования в неонатологии. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2022. 592 с.
37. Ратнер А.Ю. Родовые повреждения спинного мозга у детей. Казань: Изд-во Казанского университета, 1978. 216 с.
38. Rehan V.K., Seshia M.M.K. Spinal cord birth injury-diagnostic difficulties // *Arch Dis Childh*. 1993. Vol. 69, N 1S. P. 92–94. doi: 10.1136/adc.69.1_spec.no.92
39. Jain L. School outcome in late preterm infants: a cause for concern // *J Pediatr*. 2008. Vol. 153, N 1. P. 5–6. doi: 10.1016/j.jpeds.2008.03.001
40. Blount J., Doughty K., Tubbs R.S., et al. In utero spontaneous cervical thoracic epidural hematoma imitating spinal cord birth injury // *Pediatr Neurosurg*. 2004. Vol. 40, N 1. P. 23–27. doi: 10.1159/000076573
41. Berck D.J., Mussalli G.M., Manning F.A. Atraumatic fetal cervical spinal cord injury and cruciate paralysis // *Obstet Gynecol*. 1998. Vol. 91, N 5-2. P. 833–834. doi: 10.1016/s0029-7844(97)00487-0
42. Roig M., Ballesca M., Navarro C., et al. Congenital spinal cord haemangioblastoma: another cause of spinal cord section syndrome in the newborn // *J Neurol Neurosurg Psych*. 1988. Vol. 51, N 8. P. 1091–1093. doi: 10.1136/jnnp.51.8.1091
43. Coulter D.M., Zhou H., Rorke-Adams L.B. Catastrophic intrauterine spinal cord injury caused by an arteriovenous malformation // *J Perinatol*. 2007. Vol. 27, N 3. P. 186–189. doi: 10.1038/sj.jp.7211648
44. Goetz E. Neonatal spinal cord injury after an uncomplicated vaginal delivery // *Pediatr Neurol*. 2010. Vol. 42, N 1. P. 69–71. doi: 10.1016/j.pediatrneurol.2009.08.006
45. Fenger-Gron J., Kock K., Nielsen R.G., et al. Spinal cord injury at birth: a hidden causative factor // *Acta Paediatr*. 2008. Vol. 97, N 6. P. 824–826. doi: 10.1111/j.1651-2227.2008.00768.x
46. Morgan C., Newell S.J. Cervical spinal cord injury following cephalic presentation and delivery by Caesarean section // *Dev Med Child Neurol*. 2001. Vol. 43, N 4. P. 274–276. doi: 10.1017/s0012162201000512
47. Hedderly T., Chalmers S., Fox G., Hughes E. Extensive cervical spinal cord lesion with late foetal presentation // *Acta Paediatr*. 2005. Vol. 94, N 2. P. 245–247. doi: 10.1111/j.1651-2227.2005.tb01901.x
48. Ebinger F., Boor R., Bruhl K., Reitter B. Cervical spinal cord atrophy in the atraumatically born neonate: one form of prenatal or perinatal ischaemic insult? // *Neuropediatrics*. 2003. Vol. 34, N 1. P. 45–51. doi: 10.1055/s-2003-38621
49. Schaffer A.J., Avery M.E. Diseases of the newborn. Philadelphia: W.B. Saunders, 1971.
50. Babyn P.S., Chuang S.H., Daneman A., Davidson G.S. Sonographic evaluation of spinal cord birth trauma with pathologic correlation // *AJR Am J Radiol*. 1988. Vol. 151, N 4. P. 765–768. doi: 10.2214/ajr.151.4.763
51. Lanska M.J., Roessmann U., Wiznitzer M. Magnetic resonance imaging in cervical cord birth injury // *Pediatrics*. 1990. Vol. 85, N 5. P. 760–764. doi: 10.1542/peds.85.5.760

52. Simanovsky N., Stepensky P., Hiller N. The use of ultrasound for the diagnosis of spinal hemorrhage in a newborn // *Pediatr Neurol*. 2004. Vol. 31, N 4. P. 295–297. doi: 10.1016/j.pediatrneurol.2004.04.004
53. Barkovich A.J., Raybaud C. *Pediatric neuroimaging*. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2012.
54. Dimario F.J., Wood B.P. Radiological case of the month-transsection of the spinal cord associated with breech delivery // *Am J Dis Child*. 1992. Vol. 146, N 3. P. 351–352. doi: 10.1001/archpedi.1992.02160150091029
55. Minami T., Ise K., Kukita J., et al. A case of neonatal spinal cord injury: magnetic resonance imaging and somatosensory evoked potentials // *Brain Dev*. 1994. Vol. 16, N 1. P. 57–60. doi: 10.1016/0387-7604(94)90114-7
56. Реанимация новорожденных. Клинические протоколы / Министерство здравоохранения Республики Казахстан. Казахстан, 2023. 14 с.
57. Yilmaz T., Kaptanoglu E. Current and future medical therapeutic strategies for the functional repair of spinal cord injury // *World J Orthop*. 2015. Vol. 6, N 1. P. 42–55. doi: 10.5312/wjo.v6.i1.42
58. Grant R.A., Quon J.L., Abbed K.M. Management of acute traumatic spinal cord injury // *Curr Treat Options Neurol*. 2015. Vol. 17, N 2. ID 334. doi: 10.1007/s11940-014-0334-1
59. All A.H., Gharibani P., Gupta S., et al. Early intervention for spinal cord injury with human induced pluripotent stem cells oligodendrocyte progenitors // *PLoS One*. 2015. Vol. 10, N 1. ID e0116933. doi: 10.1371/journal.pone.0116933
60. Stenudd M., Sabelstrom H., Frisen J. Role of endogenous neural stem cells in spinal cord injury and repair // *JAMA Neurol*. 2015. Vol. 72, N 2. P. 235–237. doi: 10.1001/jamaneurol.2014.2927
61. Shin J.E., Jung K., Kim M., et al. Brain and spinal cord injury repair by implantation of human neural progenitor cells seeded onto polymer scaffolds // *Exp Mol Med*. 2018. Vol. 50. P. 1–18. doi: 10.1038/s12276-018-0054-9
62. Mayo J.N., Kauer S.D., Brumley M.R., Bearden S.E. Pericytes improve locomotor recovery after spinal cord injury in male and female neonatal rats // *Microcirculation*. 2020. Vol. 27, N 7. ID e12646. doi: 10.1111/micc.12646
63. Li Y., He X., Kawaguchi R., et al. Microglia-organized scar-free spinal cord repair in neonatal mice // *Nature*. 2020. Vol. 587, N 7835. P. 613–618. doi: 10.1038/s41586-020-2795-6
64. Hakim R., Zachariadis V., Sankavaram S.R., et al. Spinal cord injury induces permanent reprogramming of microglia into a disease associated state which contributes to functional recovery // *J Neurosci*. 2021. Vol. 41, N 40. P. 8441–8459. doi: 10.1523/JNEUROSCI.0860-21.2021
65. Alvarez Z., Kolberg-Edelbrock A.N., Sasselli I.R., et al. Bioactive scaffolds with enhanced supramolecular motion promote recovery from spinal cord injury // *Science*. 2021. Vol. 374, N 6569. P. 848–856. doi: 10.1126/science.abh3602
66. Ратнер А.Ю. Неврология новорожденных: острый период и поздние осложнения. Москва: БИНОМ, 2008. 368 с.
67. Vialle R., Pietin-Vialle C., Vinchon M., et al. Birth-related spinal cord injuries: a multicentric review of nine cases // *Childs Nerv Syst*. 2008. Vol. 24, N 1. P. 79–85. doi: 10.1007/s00381-007-0437-z
68. Gilgoff R.L., Gilgoff I.S. Long-term follow-up of home mechanical ventilation in young children with spinal cord injury and neuromuscular conditions // *J Pediatr*. 2003. Vol. 142, N 5. P. 476–480. doi: 10.1067/mpd.2003.47
69. Lazar M.R., Salvaggio A.T. Hyperextension of the fetal head in breech presentation // *Obstet Gynecol*. 1959. Vol. 14, N 6. P. 198–199. doi: 10.1097/00006254-195912000-00016
70. Hellstrom B., Sallmander U. Prevention of spinal cord injury in hyperextension of the fetal head // *JAMA*. 1968. Vol. 204, N 12. P. 1041–1044. doi: 10.1001/jama.1968.03140250021005
71. Bhagwanani S.G., Price H.V., Laurence K.M., Ginz B. Risks and prevention of cervical cord injury in the management of breech presentation with hyperextension of the fetal head // *Am J Obstet Gynecol*. 1973. Vol. 115, N 8. P. 1159–1161. doi: 10.1016/0002-9378(73)90573-5
72. Bresnan M.J., Abroms I.F. Neonatal spinal cord transection secondary to intrauterine hyperextension of the neck in breech presentation // *J Pediatr*. 1974. Vol. 84, N 5. P. 734–737. doi: 10.1016/s0022-3476(74)80022-3
73. Daw E. Hyperextension of the head in breech presentation // *Am J Obstet Gynecol*. 1974. Vol. 119, N 4. P. 564–565. doi: 10.1016/0002-9378(74)90222-1
74. Caterini H., Langer A., Sama J.C. Fetal risk in hyperextension of the fetal head in breech presentation // *Am J Obstet Gynecol*. 1975. Vol. 123, N 6. P. 632–636. doi: 10.1016/0002-9378(75)90887-x
75. Wilcox H.L. The attitude of the fetus in breech presentation // *Am J Obstet Gynecol*. 1949. Vol. 58, N 3. P. 478–487. doi: 10.1016/0002-9378(49)90291-4
76. Westgren M., Grundsell H., Ingemarsson I., et al. Hyperextension of the fetal head in breech presentation: A study with long-term follow-up // *Br J Obstet Gynecol*. 1981. Vol. 88, N 2. P. 101–104. doi: 10.1111/j.1471-0528.1981.tb00949.x

REFERENCES

1. Vlasjuk VV, Ivanov DO. *Clinical recommendations on diagnosis and treatment of birth trauma (draft)*. RASPM; 2016. 28 p. (In Russ.)
2. Volpe JJ, El-Dib M. Perinatal trauma. Injuries of extracranial, cranial, intracranial, spinal cord, and peripheral nervous system structures. In: Volpe JJ, editor. *Volpe's neurology of the newborn*. 7th ed. Elsevier; 2025. P. 1251–1282. doi: 10.1016/B978-0-443-10513-5.00040-1
3. Crothers B. The effect of breech extraction on the central nervous system of the fetus. *Med Clin North America*. 1922;5:1287–1295.
4. Crothers B. Injury of the spinal cord in breech extraction as an important cause of fetal death and paraplegia in childhood. *Amer J Med Sci*. 1923;165:94–99.
5. Ford FR. *Diseases of the nervous system in infancy, childhood, and adolescence*. Springfield: Charles C. Thomas; 1960. doi: 10.1097/00007611-196009000-00037
6. Menticoglou SM, Perlman M, Manning FA. High cervical spinal cord injury in neonates delivered with forceps: Report of 15 cases. *Obstet Gynecol*. 1995;86(4-1):589–594. doi: 10.1016/0029-7844(95)00213-b
7. Rossitch E Jr, Oakes WJ. Perinatal spinal cord injury: clinical, radiographic and pathologic features. *Pediatr Neurosurg*. 1992;18(3):149–152. doi: 10.1159/000120655
8. Tator CH, Fehlings MG. Review of the secondary injury theory of acute spinal cord trauma with emphasis on vascular mechanisms. *J Neurosurg*. 1991;75(1):15–26. doi: 10.3171/jns.1991.75.1.0015

9. Walker MD. Acute spinal-cord injury. *N Engl J Med*. 1991;324(26):1885–1887. doi: 10.1056/NEJM199106273242608
10. Geisler FH, Dorsey FC, Coleman WP. Recovery of motor function after spinal-cord injury — a randomized, placebo-controlled trial with GM-1 ganglioside. *N Engl J Med*. 1991;324(26):1829–1838. doi: 10.1056/NEJM199106273242601
11. Bracken MD, Shepard MJ, Collins WF, et al. A randomized, controlled trial of methylprednisolone or naloxone in the treatment of acute spinal-cord injury. *N Engl J Med*. 1990;322(20):1405–1411. doi: 10.1056/NEJM199005173222001
12. Bracken MD, Shepard MJ, Collins WF, et al. Methylprednisolone or naloxone treatment after acute spinal cord injury: 1-year follow-up data. *J Neurosurg*. 1992;76(1):23–31. doi: 10.3171/jns.1992.76.1.0023
13. Holtz A, Gerdin B. MK 801, an N-methyl-D-aspartate channel blocker, does not improve the functional recovery nor spinal cord blood flow after spinal cord compression in rats. *Acta Neurol Scand*. 1991;84(4):334–338. doi: 10.1111/j.1600-0404.1991.tb04964.x
14. Demediuk P, Daly MP, Faden AI. Effect of impact trauma on neurotransmitter and nonneurotransmitter amino acids in rat spinal cord. *J Neurochem*. 1989;52(5):1529–1536. doi: 10.1111/j.1471-4159.1989.tb09204.x
15. Faden AI, Simon RP. A potential role for excitotoxins in the pathophysiology of spinal cord injury. *Ann Neurol*. 1988;23(6):623–626. doi: 10.1002/ana.410230618
16. Faden AI, Lemke M, Simon RP, Noble LJ. N-methyl-D-aspartate antagonist MK801 improves outcome following traumatic spinal cord injury in rats: Behavioral, anatomic, and neurochemical studies. *J Neurotrauma*. 1988;5(1):33–45. doi: 10.1089/neu.1988.5.33
17. Bracken MB, Shepard MJ, Holford TR, et al. Administration of methylprednisolone for 24 or 48 hours or Tirilazad Mesylate for 48 hours in the treatment of acute spinal cord injury. *JAMA*. 1997;277(20):1597–1604. doi: 10.1001/jama.1997.03540440031029
18. Boulland JL, Lambert FM, Zuchner M, et al. A neonatal mouse spinal cord injury model for assessing post-injury adaptive plasticity and human stem cell integration. *PLoS One*. 2013;8(8):e71701. doi: 10.1371/journal.pone.0071701
19. Witiw CD, Fehlings MG. Acute spinal cord injury. *J Spinal Disord Tech*. 2015;28(6):202–210. doi: 10.1097/BSD.0000000000000287
20. Palchik AB, Shabalov NP. *Hypoxic-ischemic encephalopathy of newborns*. Moscow: MEDPRESSinform; 2020. 302 p. (In Russ.)
21. Pierson RN. Spinal and cranial injuries of the baby in breech deliveries. A clinical and pathological study of thirty-eight cases. *Surg Gynecol Obstet*. 1923;37:802–810.
22. Towbin A. Spinal cord and brain stem injury at birth. *Arch Pathol*. 1964;77:620–632.
23. Towbin A. Latent spinal cord and brain stem injury in newborn infants. *Dev Med Child Neurol*. 1969;11(1):54–68. doi: 10.1111/j.1469-8749.1969.tb01395.x
24. Khasanov A.A., Davydova M.A. Causes of birth injuries of the spinal cord of the fetus. *Kazan Medical Journal*. 1981;62(4):27–30. doi: 10.17816/kazmj86880
25. Friede RL. *Developmental neuropathology*. 2nd edit. New York: Springer-Verlag; 1989. doi: 10.1007/978-3-642-73697-1
26. Pape KE. Developmental and maladaptive plasticity in neonatal SCI. *Clin Neurol Neurosurg*. 2012;114(5):475–482. doi: 10.1016/j.clineuro.2012.01.002
27. Ramer LM, Ramer MS, Bradbury EJ. Restoring function after spinal cord injury: towards clinical translation of experimental strategies. *Lancet Neurol*. 2014;13(12):1241–1256. doi: 10.1016/S1474-4422(14)70144-9
28. Dubowitz LMS, Dubowitz V, Mercuri E. The neurological assessment of the pre-term and full-term infant. In: *Clinics in developmental medicine*. London: MacKeithPress; 1999. 155 p.
29. Finger AB. *Lectures on neurology of development*. Moscow: MEDPRESSinform; 2021. 472 p. (In Russ.)
30. Carbajal R, Paupe A, Hoenn E, et al. APN: evaluation behavioral scale of acute pain in newborn infants. *Arch Pediatr*. 1997;4(7):623–628. doi: 10.1016/s0929-693x(97)83360-x
31. Palchik AB, Bochkareva SA, Shabalov NP, et al. *Pain in newborns and infants. Methodological recommendations of the Ministry of Health of the Russian Federation*. Saint Petersburg; 2015. 27 p. (In Russ.)
32. MacKinnon JA, Perlman M, Kirpalani H, et al. Spinal cord injury at birth: diagnostic and prognostic data in twenty-two patients. *J Pediatr*. 1993;122(3):431–437. doi: 10.1016/s0022-3476(05)83437-7
33. Byers RK. Spinal-cord injuries during birth. *Dev Med Child Neurol*. 1975;17(1):103–110. doi: 10.1111/j.1469-8749.1975.tb04967.x
34. Mills JF, Dargaville PA, Coleman LT, et al. Upper cervical spinal cord injury in neonates: The use of magnetic resonance imaging. *J Pediatr*. 2001;138(1):105–108. doi: 10.1067/mpd.2001.109195
35. Leventhal HR. Birth injuries of the spinal cord. *J Pediatr*. 1960;56(4):447–453. doi: 10.1016/s0022-3476(60)80356-3
36. Kishkun AA. *Laboratory studies in neonatology*. Moscow: GEOTAR-Media; 2022. 592 p. (In Russ.)
37. Ratner AYU. *Birth injuries of the spinal cord in children*. Kazan: Kazan University; 1978. 216 p. (In Russ.)
38. Rehan VK, Seshia MMK. Spinal cord birth injury—diagnostic difficulties. *Arch Dis Childh*. 1993;69(1S):92–94. doi: 10.1136/adsc.69.1_spec.no.92
39. Jain L. School outcome in late preterm infants: a cause for concern. *J Pediatr*. 2008;153(1):5–6. doi: 10.1016/j.jpeds.2008.03.001
40. Blount J, Doughty K, Tubbs RS, et al. In utero spontaneous cervical thoracic epidural hematoma imitating spinal cord birth injury. *Pediatr Neurosurg*. 2004;40(1):23–27. doi: 10.1159/000076573
41. Berck DJ, Mussalli GM, Manning FA. Atraumatic fetal cervical spinal cord injury and cruciate paralysis. *Obstet Gynecol*. 1998;91(5-2):833–834. doi: 10.1016/s0029-7844(97)00487-0
42. Roig M, Balleca M, Navarro C, et al. Congenital spinal cord haemangioblastoma: another cause of spinal cord section syndrome in the newborn. *J Neurol Neurosurg Psych*. 1988;51(8):1091–1093. doi: 10.1136/jnnp.51.8.1091
43. Coulter DM, Zhou H, Rorke-Adams LB. Catastrophic intrauterine spinal cord injury caused by an arteriovenous malformation. *J Perinatol*. 2007;27(3):186–189. doi: 10.1038/sj.jp.7211648
44. Goetz E. Neonatal spinal cord injury after an uncomplicated vaginal delivery. *Pediatr Neurol*. 2010;42(1):69–71. doi: 10.1016/j.pediatrneurol.2009.08.006
45. Fenger-Gron J, Kock K, Nielsen RG, et al. Spinal cord injury at birth: a hidden causative factor. *Acta Paediatr*. 2008;97(6):824–826. doi: 10.1111/j.1651-2227.2008.00768.x
46. Morgan C, Newell SJ. Cervical spinal cord injury following cephalic presentation and delivery by Caesarean section. *Dev Med Child Neurol*. 2001;43(4):274–276. doi: 10.1017/s0012162201000512
47. Hedderly T, Chalmers S, Fox G, Hughes E. Extensive cervical spinal cord lesion with late foetal presentation. *Acta Paediatrica*. 2005;94(2):245–247. doi: 10.1111/j.1651-2227.2005.tb01901.x
48. Ebinger F, Boor R, Bruhl K, Reitter B. Cervical spinal cord atrophy in the atraumatically born neonate: one form of prenatal or perinatal ischaemic insult? *Neuropediatrics*. 2003;34(1):45–51. doi: 10.1055/s-2003-38621

49. Schaffer AJ, Avery ME. *Diseases of the newborn*. Philadelphia: W.B. Saunders; 1971.
50. Babyn PS, Chuang SH, Daneman A, Davidson GS. Sonographic evaluation of spinal cord birth trauma with pathologic correlation. *AJR Am J Radiol*. 1988;151(4):765–768. doi: 10.2214/ajr.151.4.763
51. Lanska MJ, Roessmann U, Wiznitzer M. Magnetic resonance imaging in cervical cord birth injury. *Pediatrics*. 1990;85(5):760–764. doi: 10.1542/peds.85.5.760
52. Simanovsky N, Stepensky P, Hiller N. The use of ultrasound for the diagnosis of spinal hemorrhage in a newborn. *Pediatr Neurol*. 2004;31(4):295–297. doi: 10.1016/j.pediatrneurol.2004.04.004
53. Barkovich AJ, Raybaud C. *Pediatric neuroimaging*. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2012.
54. Dimario FJ, Wood BP. Radiological case of the month-transsection of the spinal cord associated with breech delivery. *Am J Dis Child*. 1992;146(3):351–352. doi: 10.1001/archpedi.1992.02160150091029
55. Minami T, Ise K, Kukita J, et al. A case of neonatal spinal cord injury: magnetic resonance imaging and somatosensory evoked potentials. *Brain Dev*. 1994;16(1):57–60. doi: 10.1016/0387-7604(94)90114-7
56. Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan. *Neonatal resuscitation. Clinical protocols*. Kazakhstan; 2023. 14 p. (In Russ.)
57. Yilmaz T, Kaptanoglu E. Current and future medical therapeutic strategies for the functional repair of spinal cord injury. *World J Orthop*. 2015;6(1):42–55. doi: 10.5312/wjo.v6.i1.42
58. Grant RA, Quon JL, Abbed KM. Management of acute traumatic spinal cord injury. *Curr Treat Options Neurol*. 2015;17(2):334. doi: 10.1007/s11940-014-0334-1
59. All AH, Gharibani P, Gupta S, et al. Early intervention for spinal cord injury with human induced pluripotent stem cells oligodendrocyte progenitors. *PLoS One*. 2015;10(1):e0116933. doi: 10.1371/journal.pone.0116933
60. Stenudd M, Sabelstrom H, Frisen J. Role of endogenous neural stem cells in spinal cord injury and repair. *JAMA Neurol*. 2015;72(2):235–237. doi: 10.1001/jamaneurol.2014.2927
61. Shin JE, Jung K, Kim M, et al. Brain and spinal cord injury repair by implantation of human neural progenitor cells seeded onto polymer scaffolds. *Exp Mol Med*. 2018;50:1–18. doi: 10.1038/s12276-018-0054-9
62. Mayo JN, Kauer SD, Brumley MR, Bearden SE. Pericytes improve locomotor recovery after spinal cord injury in male and female neonatal rats. *Microcirculation*. 2020;27(7):e12646. doi: 10.1111/micc.12646
63. Li Y, He X, Kawaguchi R, et al. Microglia-organized scar-free spinal cord repair in neonatal mice. *Nature*. 2020;587(7835):613–618. doi: 10.1038/s41586-020-2795-6
64. Hakim R, Zachariadis V, Sankavaram SR, et al. Spinal cord injury induces permanent reprogramming of microglia into a disease associated state which contributes to functional recovery. *J Neurosci*. 2021;41(40):8441–8459. doi: 10.1523/JNEUROSCI.0860-21.2021
65. Alvarez Z, Kolberg-Edelbrock AN, Sasselli IR, et al. Bioactive scaffolds with enhanced supramolecular motion promote recovery from spinal cord injury. *Science*. 2021;374(6569):848–856. doi: 10.1126/science.abh3602
66. Ratner AY. *Neurology of newborns: acute period and late complications*. Moscow: BINOM; 2008. 368 p. (In Russ.)
67. Vialle R, Pietin-Vialle C, Vinchon M, et al. Birth-related spinal cord injuries: a multicentric review of nine cases. *Childs Nerv Syst*. 2008;24(1):79–85. doi: 10.1007/s00381-007-0437-z
68. Gilgoff RL, Gilgoff IS. Long-term follow-up of home mechanical ventilation in young children with spinal cord injury and neuromuscular conditions. *J Pediatr*. 2003;142(5):476–480. doi: 10.1067/mpd.2003.47
69. Lazar MR, Salvaggio AT. Hyperextension of the fetal head in breech presentation. *Obstet Gynecol*. 1959;14(6):198–199. doi: 10.1097/00006254-195912000-00016
70. Hellstrom B, Sallmander U. Prevention of spinal cord injury in hyperextension of the fetal head. *JAMA*. 1968;204(12):1041–1044. doi: 10.1001/jama.1968.03140250021005
71. Bhagwanani SG, Price HV, Laurence KM, Ginz B. Risks and prevention of cervical cord injury in the management of breech presentation with hyperextension of the fetal head. *Am J Obstet Gynecol*. 1973;115(8):1159–1161. doi: 10.1016/0002-9378(73)90573-5
72. Bresnan MJ, Abrams IF. Neonatal spinal cord transection secondary to intrauterine hyperextension of the neck in breech presentation. *J Pediatr*. 1974;84(5):734–737. doi: 10.1016/s0022-3476(74)80022-3
73. Daw E. Hyperextension of the head in breech presentation. *Am J Obstet Gynecol*. 1974;119(4):564–565. doi: 10.1016/0002-9378(74)90222-1
74. Caterini H, Langer A, Sama JC. Fetal risk in hyperextension of the fetal head in breech presentation. *Am J Obstet Gynecol*. 1975;123(6):632–636. doi: 10.1016/0002-9378(75)90887-x
75. Wilcox HL. The attitude of the fetus in breech presentation. *Am J Obstet Gynecol*. 1949;58(3):478–487. doi: 10.1016/0002-9378(49)90291-4
76. Westgren M, Grundsell H, Ingemarsson I, et al. Hyperextension of the fetal head in breech presentation: A study with long-term follow-up. *Br J Obstet Gynecol*. 1981;88(2):101–104. doi: 10.1111/j.1471-0528.1981.tb00949.x

ОБ АВТОРАХ

Александр Бейнусович Пальчик, д-р мед. наук, профессор кафедры неонатологии с курсами неврологии и акушерства-гинекологии ФП и ДПО, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия; ORCID: 0000-0001-9073-1445; eLibrary SPIN: 1410-4035; e-mail: xander57@mail.ru

AUTHORS' INFO

Alexander B. Palchik, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor of the Department of Neonatology with courses in Neurology and Obstetrics of Gynecology at the Faculty of Postgraduate and Additional Professional Education, Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia; ORCID: 0000-0001-9073-1445; eLibrary SPIN: 1410-4035; e-mail: xander57@mail.ru

ОБ АВТОРАХ

***Дмитрий Олегович Иванов**, д-р мед. наук, профессор, главный внештатный специалист-неонатолог Минздрава России, ректор, заведующий кафедрой неонатологии с курсами неврологии и акушерства-гинекологии ФП и ДПО, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России; адрес: Россия, 194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2; ORCID: 0000-0002-0060-4168; eLibrary SPIN: 4437-9626; e-mail: doivanov@yandex.ru

Мария Юрьевна Фомина, д-р мед. наук, профессор кафедры неонатологии с курсами неврологии и акушерства-гинекологии ФП и ДПО, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия; ORCID: 0000-0001-6244-9450; eLibrary SPIN: 2463-2127; e-mail: myfomina@mail.ru

Андрей Евстахиевич Понятишин, канд. мед. наук, доцент кафедры неонатологии с курсами неврологии и акушерства-гинекологии ФП и ДПО, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия; ORCID: 0009-0009-9154-6781; eLibrary SPIN: 5000-2299; e-mail: aponyat@mail.ru

Алексей Владимирович Минин, канд. мед. наук, доцент кафедры неонатологии с курсами неврологии и акушерства-гинекологии ФП и ДПО, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия; eLibrary SPIN: 4533-1166; e-mail: alexey_minin@mail.ru

AUTHORS' INFO

***Dmitry O. Ivanov**, MD, PhD, Dr. Sci. (Medicine), Professor, Chief Freelance Neonatologist of the Ministry of Health of Russia, Rector, Head of the Department of Neonatology with courses of Neurology and Obstetrics and Gynecology of Faculty of Postgraduate and Additional Professional Education, Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation; address: 2 Litovskaya st., Saint Petersburg, 194100, Russia; ORCID: 0000-0002-0060-4168; eLibrary SPIN: 4437-9626; e-mail: doivanov@yandex.ru

Maria Yu. Fomina, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor of the Department of Neonatology with courses in Neurology and Obstetrics of Gynecology at the Faculty of Postgraduate and Additional Professional Education, Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia; ORCID: 0000-0001-6244-9450; eLibrary SPIN: 2463-2127; e-mail: myfomina@mail.ru

Andrey E. Ponyatishin, MD, PhD, Associate Professor of the Department of Neonatology with courses in Neurology and Obstetrics of Gynecology at the Faculty of Postgraduate and Additional Professional Education, Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia; ORCID: 0009-0009-9154-6781; eLibrary SPIN: 5000-2299; e-mail: aponyat@mail.ru

Aleksey V. Minin, MD, PhD, Associate Professor of the Department of Neonatology with courses in Neurology and Obstetrics of Gynecology at the Faculty of Postgraduate and Additional Professional Education, Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia; eLibrary SPIN: 4533-1166; e-mail: alexey_minin@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author