

ИНТЕНСИВНАЯ ТЕРАПИЯ И АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ С ПОВРЕЖДЕНИЯМИ ПОЗВОНОЧНИКА

Острая травма спинного мозга (ОТСМ) является серьезной медицинской и социальной проблемой, затрагивающей ежегодно около 40 миллионов человек во всем мире. Преобладающая популяция пациентов – молодые люди мужского пола в возрасте от 20 до 30 лет. Статистических данных по заболеваемости и распространенности спинальной травмы у детей в возрасте до 16 лет нет в большинстве стран мира. Обзор опубликованных статей показывает, что травма спинного мозга у детей в возрасте до 5 лет встречается редко. Хотя точная частота неизвестна, но она составляет <4% от общего числа спинальных травм ежегодно (National Spinal Cord Injury Statistical Centre, 2004).

Начальное лечение пациента с повреждением спинного мозга может иметь серьезные последствия для долгосрочной перспективы. Особенно важно это у детей, в силу анатомо-физиологических особенностей, незрелости систем организма и постоянного физического роста и развития.

Различают три вида повреждений:

1. Позвоночная травма или неосложненная травма позвоночника (без повреждения нервно-сосудистых образований позвоночного канала).
2. Спинномозговая травма (без повреждения позвоночника).
3. Позвоночно-спинномозговая травма (сочетание повреждений структур позвоночного столба, спинного мозга и/или других нервно-сосудистых образований позвоночного канала).

Для оценки *степени повреждения спинного мозга* с учетом неврологической симптоматики в настоящее время используют шкалу ASIA, предложенную Американской Ассоциацией Спинальной Травмы (American Spinal Injury Association) (Таблица 1)

Таблица 1.

Степень	Описание
A	Полное: отсутствие сенсорной и моторной функции в сакральных сегментах S4-S5.
B	Неполное сенсорное: сенсорная (но не моторная) функция сохраняется ниже неврологического уровня повреждения и включает в себя крестцовые сегменты S4-S5 (легкое прикосновение или глубокое анальное давление), никакая моторная функция не сохраняется более чем на три уровня ниже уровня повреждения по обе стороны тела – менее 3 баллов.
C	Неполное моторное: = двигательная функция ниже уровня повреждения сохранена, мышечная функция большинства ключевых мышц ниже уровня поражения менее 3 баллов.
D	Неполное моторное: = двигательная функция ниже уровня

	повреждения сохранена, мышечная функция большинства ключевых мышц ниже уровня поражения равна 3 баллам и более.
E	Норма: сенсорная и моторная функция сохранена.

Патофизиологические последствия травмы спинного мозга:

Дыхательная система

- паралич межреберной мускулатуры и диафрагмы (нарушение дыхания, затруднение кашля, бронхоспазм, ателектаз, аспирация, пневмония);
- бронхоррея из-за преобладания парасимпатической системы (ателектаз);
- нарушение вентиляционно-перфузионного соотношения из-за ограниченной подвижности грудной клетки (гиповентиляция, гипоксемия, гиперкапния).

Сердечно-сосудистая система

- брадикардия развивается на фоне потери симпатической иннервации и доминирования парасимпатической (ЧСС менее 30 в минуту характерна для тяжелого нейрогенного шока при уровне повреждения Th7 и выше), асистолия;
- стойкая гипотензия;
- аритмии;
- тромбозы и эмболии.

Мочевой тракт

- нарушение функции;
- инфекции;
- стриктура уретры;
- мочекаменная болезнь.

Желудочно-кишечный тракт

- парез желудка;
- динамическая кишечная непроходимость;
- синдром внутрибрюшной гипертензии;
- обстипация;
- острые язвы, в том числе осложненные кровотечением и перфорацией.

Догоспитальный этап

Основная цель догоспитального этапа для детей с потенциальным повреждением шейного отдела позвоночника или спинного мозга - предотвратить дальнейшую травму.

Иммобилизация позвоночника: комбинация жестких носилок, жесткого шейного воротника и ленты для крепления туловища ребенка к доске.

Соблюдение алгоритма ABCDE (по протоколу ATLS - Advanced Trauma Life Support; PTLS – Pediatric Trauma Life Support)

Интенсивная терапия

Быстрая оценка по алгоритму ABCDE:

А Проходимость дыхательных путей: устранение причины обструкции верхних дыхательных путей.

В Адекватность дыхания:

1. Оценка частоты и глубины дыхания, симметричности экскурсии грудной клетки.
2. Быстрая аусcultация легких (проведение дыхания с обеих сторон, сухие/влажные хрипы, крепитация).
3. Измерение насыщения гемоглобина кислородом (сатурации) при помощи пульсоксиметрии (SpO_2).
4. При дыхательной недостаточности — выбор метода респираторной поддержки.

С Адекватность гемодинамики:

1. Измерение АД, оценка ЧСС и сердечного ритма.
2. Оценка потребности в вазопрессорах.

Д Уровень сознания: оценка уровня сознания с точки зрения выбора метода респираторной поддержки.

Е После оценки ABCD и в случае стабильного состояния пациента — детальный осмотр и обследование:

- КОС и газы артериальной крови;
- лабораторная диагностика (ОАК, БАК, коагулограмма);
- ЭКГ;
- рентгенография органов грудной клетки;
- дополнительные методы исследования: нейровизуализация (КТ, МРТ).

Дыхательная система

Пациентам с тяжелой спинальной травмой налаживают подачу увлажненного кислорода ($\text{FiO}_2 0,3$).

1. Показания к респираторной поддержке:

- Одышка, тахипноэ (превышение на 10-15% возрастной нормы).
- Брадипноэ (< 10 в минуту), апноэ.
- Участие вспомогательной дыхательной мускулатуры в акте вдоха или выдоха, поверхностное или парадоксальное дыхание.
- Гипоксическое расстройство сознания.
- Потливость вследствие острой гиперкарбии.
- Цианоз.
- Тахикардия или брадикардия.
- Прогрессирующее ослабление дыхательных шумов («немое лёгкое»).
- Двухсторонние рассеянные хрипы в лёгких.
- Нарастающая гипоксемия (оценка КОС).
- Нарастающая гиперкапния (оценка КОС).

- *Оценка газов крови и кислородный статус (КОС).*

Проба артериальной крови является «золотым» стандартом при диагностике газового состава крови.

При анализе функции внешнего дыхания адекватность вентиляции легких оценивают по уровню PaCO_2 , адекватность оксигенации — по уровню PaO_2 .

Адекватность вентиляции

- В норме PaCO_2 у детей: 4,27–6,00 кПа, или 32–45 мм рт. ст.

Повышение PaCO_2 говорит о гиперкапнии (альвеолярной гиповентиляции).

Снижение PaCO_2 означает гипокапнию (гипервентиляцию).

Адекватность оксигенации

- В норме напряжение кислорода в артериальной крови PaO_2 у детей (напряжение кислорода в артериальной крови) составляет 11,07–14,4 кПа, или 83–108 мм рт. ст.

Гипоксемия — снижение $\text{PaO}_2 < 60$ мм рт. ст. (8 кПа).

Респираторный индекс (RI)

- Соотношение $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ в норме ≥ 400 (83/0,21).
- Снижение соотношения $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 300$ — диагностический признак острого респираторного дистресс-синдрома.

2. Интубация трахеи

- При повреждении шейного отдела позвоночника (ШОП) выше уровня С4, наличии признаков трудной интубации показана ФОИ трахеи под общей анестезией при сохраненном спонтанном дыхании. При отсутствии бронхоскопа — оротрахеальная или назотрахеальная интубация (в этом случае следует избегать экстензии, флексии и ротации шеи, оптимальным является интубация трахеи в шейном ортезе).
- При повреждении шейного отдела позвоночника (ШОП) на уровне С4-С7 и отсутствии признаков трудной интубации возможно проведение прямой ларингоскопии (в этом случае следует избегать экстензии, флексии и ротации шеи, оптимальным является интубация трахеи в шейном ортезе).
- При повреждении позвоночника ниже шейного отдела интубация трахеи без особенностей.
- При показаниях к длительной респираторной поддержке — ранняя трахеостомия (в том числе функционно-дилатационная трахеостомия (ПДТ)).

3. Санационная бронхоскопия (по показаниям)

4. Дыхательная гимнастика, постуральный дренаж

5. Профилактика внутрибольничной инфекции (использование бактериальных фильтров, закрытых аспирационных систем).

Поддержание гемодинамики

1. При повреждении спинного мозга на уровне $\geq \text{Th}6$ возможно развитие нейрогенного шока, обусловленного травматической симпатэктомией. Для нейрогенного шока характерны артериальная гипотензия вследствие вазодилатации и брадикардия.

2. При наличии артериальной гипотензии на фоне повреждения спинного мозга на уровне ниже Т6 следует исключить внутреннее кровотечение.
3. Крайне важным является поддержание среднего АД на уровне ~ 85–90 мм рт. ст. в течении первых 7 дней от момента травмы, при необходимости назначают вазопрессоры (норадреналин в/в 0,01-1 мкг/кг/мин, фенилэфрин 0,15-0,75 мкг/кг/мин, адреналин 0,2-1,5 мкг/кг/мин, допамин 5-10 мкг/кг/мин).
4. Важно избегать гиперволемии (у таких пациентов часто возникает отек легких, причем острая левожелудочковая недостаточность может развиться у ранее здоровых пациентов).

Сосудистый доступ

Периферический венозный доступ. При проведении парентерального питания, назначении вазопрессоров показана катетеризация центральной вены (подключичная, бедренная) под УЗ-контролем.

ЖКТ

1. Избегать назначения производных морфина и антихолинэргических препаратов.
2. Ежедневное опорожнение кишечника (очистительные клизмы, ручное опорожнение).
3. Энтеральные смеси, обогащенные пищевыми волокнами.
4. Абдоминальный массаж.
5. Фармакологическая терапия – смягчители каловых масс (лактулоза 5-15 мл/сут), осмотические слабительные (лактулоза, магния сульфат), прокинетики (метоклопрамид 0,25 мг/кг).

Терморегуляция

Нарушение терморегуляции развивается у пациентов с полным нарушением проводимости спинного мозга. Это связано с утратой автономной регуляции тонуса сосудов кожи, что приводит к развитию гипотермии или гипертермии.

1. Непрерывный мониторинг температуры тела.
2. При гипертермии и отсутствии признаков гнойно-воспалительного процесса введение антипириетиков не показано, применяются физические методы охлаждения.

Автономная дисрефлексия

Дети с ОТСМ на уровне Тh6 и выше подвержены риску развития автономной дисрефлексии – чрезмерный автономный ответ вегетативной нервной системы на стимулы ниже уровня повреждения – блокированный мочевой катетер, переполнение кишечника газами и каловыми массами и др.

- гипертензия (артериальное давление повышается на 30-50 мм рт ст выше возрастной нормы);

- тахикардия (возрастание ЧСС более, чем на 20-30% от возрастной нормы).

Интенсивная терапия автономной дисрефлексии:

1. приподняты головной конец;
2. при наличии катетера в мочевом пузыре убедиться в его проходимости;
3. установить мочевой катетер при его отсутствии с применением геля с местным анестетиком (лидокаин);
4. если переполнение мочевого пузыря исключено, то провести пальцевое исследование и опорожнение прямой кишки;
5. при сохранении гипертензии – медикаментозная терапия: по согласованию с педиатром.

Глюкокортикоиды (ГКС)

Вопрос о применении стероидов при острой травме остается дискутабельным. Проспективные рандомизированные клинические исследования NASCIS II и NASCIS III оценивали эффективность назначения стероидов у взрослых, а пациенты в возрасте до 13 лет были исключены из исследования. В настоящее время метилпреднизолон (МП) в высокой дозе не может быть рекомендован в качестве стандарта помощи пациентам с ОТСМ, но он остается вариантом до тех пор, пока не будет заменен новыми эффективными методиками, основанными на данных доказательной медицины. Рутинное назначение метилпреднизолона не рекомендовано.

- Внутривенный болюс метилпреднизолона 30 мг/кг в течение 15 минут.
- Затем через 45 минут налаживают продленную инфузию метилпреднизолона со скоростью 5,4 мг/кг/ч в течение 23 ч (в ряде случаев — до 48 ч).

Тромбопрофилактика

- Фармакологическая тромбопрофилактика детям при тяжелом неврологическом дефиците (класс А, В, С по шкале ASIA) назначается после консультации сосудистого хирурга.
- Компрессионный трикотаж.
- Перемежающаяся пневмокомпрессия.

Профилактика стрессовых язв

- Препараты выбора для профилактики стрессовых язв — Н2-блокаторы (ранитидин 2,5-3 мг/кг, фамотидин 1-2 мг/кг/сут) или ингибиторы протонной помпы (омепразол 5-20 мг/сут).
- При проведении энтерального питания теоретическое преимущество имеет сукральфат (0,5-1 г/сут), принимаемый внутрь (в т. ч. через желудочный зонд): не повышает pH желудочного содержимого, а создает защитную пленку на слизистой оболочке. Это способствует также снижению риска распространения грамотрицательной флоры.

Обезболивание

Предпочтение следует отдавать неопиодным аналгетикам: метамизол (5-10 мг/кг, 2. ацетаминофен per rectum, per os, в/в, 10-15 мг/кг, т. к. опиоиды способны нарушать моторику кишечника.

Не рекомендуют назначать НПВС (при нарушенной болевой чувствительности могут развиваться язвы желудка и двенадцатиперстной кишки).

Антибиотикотерапия

Антибактериальные средства назначают в случае развития гнойно-септических осложнений под контролем уровня С-реактивного белка (СРБ), прокальцитонина с учетом инфекционного профиля, результатов посевов. Профилактическое назначение антибактериальных средств противопоказано.

Нейропротективная терапия

Нейропротекторные препараты назначаются по согласованию с детским неврологом/нейрохирургом.

Нутритивная терапия

Нутритивная терапия – обеспечение энтерального питания (ЭП) посредством устройств энтерального доступа (зонды, стомы) и/или парентерального питания (ПП) через центральный или периферический венозный доступ.

Для метаболического ответа на тяжелую спинальную травму у детей характерно развитие гиперметаболизма, гиперкатаболизма с комплексным нарушением обмена белков, углеводов, липидов, усиленным расходом углеводно-липидных резервов и распадом тканевых белков, а также с потерей массы тела. Это отягощается при тяжелом неврологическом дефиците.

Энтеральное питание (ЭП)

Энергетические потребности определяются в зависимости от массы тела ребенка из расчета:

- 0-10 кг: 100 ккал/кг
 - 10-20 кг: 1000 ккал/кг + 50 ккал на каждый кг свыше 10 кг
 - 20 кг и выше: 1500 ккал + 20 ккал на каждый кг свыше 20 кг
1. Энтеральное питание должно быть наложено в течение 24-48 часов от момента травмы.
 2. *Противопоказаниями к энтеральному питанию являются:*
 - механическая кишечная непроходимость;
 - нарушение переваривания и всасывания;
 - продолжающиеся желудочно-кишечные кровотечения;
 - непереносимость компонентов энтеральной смеси;
 - гипотензия с вазопрессорной поддержкой (АДср <50 мм рт ст)

- тяжелая гипоксемия, не компенсируемая МВЛ ($\text{PaO}_2 < 50 \text{ mmHg}$);
 - декомпенсированный ацидоз ($\text{pH} < 7,2$);
 - лактат крови более 3-4 ммоль/л;
 - PaCO_2 более 80 mmHg.
3. Для решения о начале ЭП не требуется наличия признаков перистальтики кишечника (аускультативные признаки кишечных шумов, наличие стула). ЭП само по себе может являться стимулятором работы кишечника.
 4. Признаки непереносимости энтерального питания:
 - отсутствие кишечных шумов на фоне питания;
 - боль в животе;
 - рвота;
 - дилатация (парез) кишечника;
 - большой остаточный объем желудочного содержимого (ООЖС);
 - большое количество отделяемого по назогастральному зонду;
 - диарея;
 - патологические признаки на рентгеновских снимках органов брюшной полости (ОБП).
 5. При наличии признаков нейрогенного шока от проведения ЭП рекомендовано воздержаться до стабилизации пациента.
 6. Рекомендовано начинать ЭП стандартными полимерными смесями, не рекомендовано рутинное использование специализированных смесей.
 7. У пациентов, которым необходимо ограничение объема вводимой жидкости, могут использоваться гиперкалорические смеси, содержащие меньше свободной воды.
 8. У пациентов с высоким риском ишемии кишечника или серьезным расстройством перистальтики следует избегать использования смесей, содержащих любые пищевые волокна.

Парентеральное питание (ПП) используется в тех случаях, когда другие методы питания не принесли успеха или недостаточны, или когда имеются противопоказания к ЭП.

1. Потребности в глюкозе при полном ПП у детей составляют 8-12 г/кг/сут, в липидах 2-4 г/кг/сут, в азоте 0,15-0,3 г/кг/сут.
2. Белки вводят со скоростью не более 0,02 г/кг/час (по азоту).
3. Соотношение азот:калораж=1:200, при выраженному катаболизме=1:100-150.
4. Источники азота назначают параллельно с глюкозой; используют непрерывное круглосуточное введение.

Анестезиологическое обеспечение

Все хирургические вмешательства на позвоночнике проводятся в условиях общей эндотрахеальной многокомпонентной анестезии.

Предоперационное обследование и подготовка к хирургическому лечению

Все пациенты с травмой позвоночника должны быть проконсультированы врачами-специалистами: нейрохирургом, неврологом, терапевтом/педиатром, анестезиологом.

Предоперационное обследование

1. Анамнез и физикальное исследование, рост, вес, индекс массы тела;
2. Определение группы крови и резус-фактора;
3. Общий анализ крови;
4. Общий анализ мочи;
5. Биохимическое исследование крови;
6. Коагулограмма с определением уровня д-димеров;
7. Определение КОС и газов крови в артериальной и смешанной венозной крови;
8. Электрокардиограмма (ЭКГ);
9. Индивидуальный динамический мониторинг частоты сердечных сокращений (ЧСС), частоты дыхания (ЧД), артериального давления (АД) и сатурации (SpO_2);
10. УЗИ органов брюшной полости (при сочетанной травме);
11. Оценка верхних дыхательных путей и расчет индекса трудной интубации (ИТИ), определение вида интубации трахеи;
12. Оценка физического состояния пациента (класс по шкале ASA), риск анестезии (по шкале AAA).

Интраоперационный мониторинг

1. Гемодинамический монитор (неинвазивное/инвазивное АД, ЧСС, ЭКГ, SpO_2).
2. Монитор газовый (ETCO₂, FiCO₂, ETO₂, FiO₂, газоанализатор дыхательной смеси).
3. Мониторинг ОАК, коагулограмма, КОС
4. Контроль диуреза.

Положение на операционном столе

1. При проведении хирургического вмешательства из заднего доступа – положение на животе.
2. При проведении хирургического вмешательства из переднего доступа – положение на спине.
3. При проведении хирургического вмешательства из бокового доступа – положение на боку.

Сосудистый доступ

1. Катетеризация 1-2 периферических вен (в зависимости от объема хирургического вмешательства и предполагаемой кровопотери).
2. Центральный венозный доступ у пациентов класса А,В,С по шкале ASIA.
3. Катетеризация артерии (лучевой) показана пациентам класса А,В,С по шкале ASIA, пациентам с нестабильной гемодинамикой, с предположительно большой интраоперационной кровопотерей.

Антибиотикопрофилактика

Цефазолин 30 мг/кг в/в за 30-40 мин до операции, последующее введение через 4 часа 30 мг/кг.

Премедикация

1. Бензодиазепины (мидазолам внутримышечно (в/м) 0,08-0,2 мг/кг, внутривенно (в/в) 0,1 мг/кг, диазепам в/м, в/в 0,1-0,2 мг/кг).
2. М-холинолитики (атропин в/м 0,02 мг/кг, в/в 0,01 мг/кг).
3. По показаниям антигистаминные препараты: дифенгидрамин 1% (димедрол) в/м, в/в 0,1 мл/год жизни.

Преиндукция

1. Фентанил в/в 3-5 мкг/кг.
4. По показаниям антигистаминные препараты: дифенгидрамин 1% (димедрол) в/м, в/в 0,1 мл/год жизни.

Прекуарезация

1. У пациентов с тяжелым неврологическим дефицитом (класс А,В,С по шкале ASIA) введение деполяризующих миорелаксантов (сукцинилхолин) противопоказано (высокий риск развития гиперкалиемии, высокий риск асистолии!). При отсутствии противопоказаний сукцинилхолин: в/в 1,5 мг/кг, у детей до 1 года 3 мг/кг.
2. При необходимости прекуарезация проводится недеполяризующими миорелаксантами внутривенно (атракурий 0,1-0,2 мг/кг, пипекуроний 0,03-0,05 мг/кг, рокуроний 0,5 мг/кг).

Индукция

1. Внутривенная индукция: тиопентал натрия 3-5 мг/кг, пропофол 2,5-3 мг/кг.
2. Допускается проведение ингаляционной индукции севофлюраном (по общепринятой схеме до 8об.%).

Интубация трахеи

1. Интубацию трахеи при травме ШОП и при положении пациента на животе во время хирургического вмешательства рекомендовано проводить армированной эндотрахеальной трубкой (размер согласно возрастным нормам).

2. При повреждении шейного отдела позвоночника (ШОП) выше уровня С4, наличии признаков трудной интубации показана ФОИ трахеи под общей анестезией при сохраненном спонтанном дыхании. При отсутствии бронхоскопа – оротрахеальная или назотрахеальная интубация (в этом случае следует избегать экстензии, флексии и ротации шеи, оптимальным является интубация трахеи в шейном ортезе).
3. При повреждении шейного отдела позвоночника (ШОП) на уровне С4-С7 и отсутствии признаков трудной интубации возможно проведение прямой ларингоскопии (в этом случае следует избегать экстензии, флексии и ротации шеи, оптимальным является интубация трахеи в шейном ортезе).
4. При повреждении позвоночника ниже шейного отдела интубация трахеи без особенностей.

Поддержание анестезии

1. Поддержание анестезии: кислород (O_2):воздух (Air) = (1:1, 1:2) или кислород (O_2):закись азота (N_2O) = (1:1, 1:2) в сочетании с севофлюраном. Показатели МАК во время операции поддерживаются на уровне 1,2–1,3.
2. Наркотические аналгетики (фентанил 2 мкг/кг/час в/в, суфентанил 0,2 мкг/кг/час в/в).
3. Миоплегия (атракурий 0,3–0,6 мг/кг/ч., пипекуроний 0,04-0,06 мг/кг, рокуроний 0,3–0,6 мг/кг/ч.).

Инфузионно-трансфузионная терапия

1. Интраоперационное волемическое обеспечение (без учета операционной кровопотери):
 - ЖП (жидкость поддержания)= $2,5 \times MT$ (кг)+10 мл/час
 - Плюс: потери в «третье» пространство (внеполостные операции)+ 2 мл/кг/час
 - Плюс: расчет жидкости необходимой для компенсации предоперационного голодаания
 - <10 кг: 4 мл/кг×ВГ (время голодаания)
 - 10-20 кг: (40 мл+2 мл/кг свыше 10 кг) ×ВГ
 - >20 кг: (60 мл+1 мл/кг свыше 20 кг) ×ВГ
2. Интраоперационное восполнение кровопотери: с учетом объема кровопотери. Рекомендовано применение аппарата для реинфузии крови (cell-saver C.A.T.S.).

Экстубация

1. При травме ШОП выше уровня С4 с синдромом полного нарушения проводимости СМ и верифицированном анатомическом повреждении СМ по окончании операции рекомендовано выполнение трахеостомии.
2. При наличии интраоперационных осложнений: нестабильная гемодинамика, массивное кровотечение (травма крупных сосудов, повреждение костными фрагментами эпидуральных венозных сплетений при выполнении

декомпрессии), нарастание отека спинного мозга показана продленная респираторная поддержка.

3. При классе D,E по ASIA экстубация пациента может быть выполнена в операционной после реверсии нервно-мышечного блока по общепринятой методике.

После окончания операции пациенты переводятся в отделение интенсивной терапии и реанимации.