

М.Н. Лебедева, С.А. Первухин,
И.А. Стаценко, А.В. Пальмаш

**ИНТЕНСИВНАЯ ТЕРАПИЯ ДЫХАТЕЛЬНОЙ
НЕДОСТАТОЧНОСТИ У ПАЦИЕНТОВ
С ПОЗВОНОЧНО-СПИННОМОЗГОВОЙ
ТРАВМОЙ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА**



Учебное пособие

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии
им. Я.Л. Цивьяна» Министерства здравоохранения Российской Федерации

ИНТЕНСИВНАЯ ТЕРАПИЯ ДЫХАТЕЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ У ПАЦИЕНТОВ С ПОЗВОНОЧНО-СПИННОМОЗГОВОЙ ТРАВМОЙ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА

Учебное пособие



Новосибирск
2024

УДК 617.53-001: 616-005(075.9)

ББК 54.58я77+54.11я77

И 73

*Издается по решению Ученого совета
ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России
(протокол от 13.10.2023 г. № 16)*

Рецензент:

Верещагин Евгений Иванович – заведующий кафедрой анестезиологии и реаниматологии факультета повышения квалификации и профессиональной переподготовки врачей имени профессора И.П. Верещагина ФГБОУ ВО НГМУ Минздрава России, доктор медицинских наук, профессор

Авторы – сотрудники ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России:

Лебедева Майя Николаевна – начальник научно-исследовательского отделения анестезиологии и реаниматологии, доктор медицинских наук, e-mail: MLebedeva@niito.ru

Первухин Сергей Александрович – заведующий отделением реанимации и интенсивной терапии, кандидат медицинских наук, e-mail: spervuhin@mail.ru

Стаценко Иван Анатольевич – врач анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии и реанимации, e-mail: Stacenko_i@mail.ru

Пальмаш Алексей Викторович – врач анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии и реанимации, e-mail: alexpslmasph@gmail.com

Интенсивная терапия дыхательной недостаточности у пациентов с позвоночно-спинномозговой травмой шейного отдела: учебное пособие / М.А. Лебедева, С.А. Первухин, И.А. Стаценко, А.В. Пальмаш. – Новосибирск, ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, 2024. – 44 с.

Учебное пособие включает в себя современные сведения об этиопатогенезе, клинике, диагностике и лечении дыхательной недостаточности у пациентов с позвоночно-спинномозговой травмой шейного отдела. В пособии показано, что достижение успешных результатов лечения возможно только на основе использования широкого комплекса современных методов диагностики и интенсивной терапии с учетом фактора срочности выполнения декомпрессивно-стабилизирующих операций. Особенно выделена диагностическая значимость УЗИ визуализации диафрагмы при проведении длительной ИВЛ у пациентов с позвоночно-спинномозговой травмой шейного отдела.

Пособие предназначено для врачей анестезиологов-реаниматологов, травматологов-ортопедов, нейрохирургов, аспирантов и ординаторов. Распространяется бесплатно.

УДК 617.53-001: 616-005(075.9)

ББК 54.58я77+54.11я77

ISBN 978-5-6051722-0-8

© М.Н. Лебедева, С.А. Первухин, И.А. Стаценко, А.В. Пальмаш, 2024
© ННИИТО, 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	4
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	6
ВВЕДЕНИЕ	7
ПАТОФИЗИОЛОГИЯ ТРАВМЫ СПИННОГО МОЗГА	8
ОБЩЕПРИНЯТЫЕ КЛАССИФИКАЦИИ ПСМТ	10
Классификация периодов течения ПСМТ	10
Классификация тяжести повреждения СМ	11
Позвоночник и сегментарное деление СМ	12
РЕСПИРАТОРНЫЕ НАРУШЕНИЯ И РЕСПИРАТОРНЫЕ ОСЛОЖНЕНИЯ ПРИ ПСМТ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА	14
ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ДИАФРАГМЫ ...	17
Оценка экскурсии диафрагмы	17
Оценка утолщения диафрагмы	18
Диагностика паралича диафрагмы	19
ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ДИАФРАГМЫ КАК КРИТЕРИЙ ГОТОВНОСТИ К САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ДЫХАНИЮ ПАЦИЕНТОВ С ПСМТ. СОБСТВЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ .	20
КЛИНИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ	27
Клинический пример № 1	27
Клинический пример № 2	28
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕСПИРАТОРНОЙ ТЕРАПИИ	30
Иммобилизация шейного отдела позвоночника	30
Обеспечение проходимости верхних дыхательных путей	32
Респираторная поддержка	33
Консервативные методы лечения дыхательной дисфункции	35
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	37
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	38
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	40

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Апопто́з – регулируемый процесс программируемой клеточной гибели.

Аппозиция – накладывание, прикладывание, присоединение.

Валлеровская дегенерация – процесс разрушения участка аксона, отделённого от основной части нейрона при разрыве.

Гипоперфузия – это слабая микроциркуляция, недостаточное кровоснабжение в определенном органе: головном мозге, почках и т.д.; может привести к некротическим процессам.

Демиелинизация – избирательное повреждение миелиновой оболочки, проходящей вокруг нервных волокон центральной или периферической нервной системы.

Дерматом – участок кожи из которого все сенсорные нервы направляются в один и тот же корешок спинномозгового нерва.

Неполное повреждение спинного мозга – активность спинного мозга нарушается, но его способность посылать сигналы и сообщения ниже места повреждения полностью не утрачена.

Нозокомиальная пневмония – внутрибольничная пневмония, которая развивается через 48-72 часа после поступления больного в стационар, и которая не существовала, и не находилась в фазе инкубационного периода до момента поступления.

Острая дыхательная недостаточность – жизнеугрожающий патологический синдром, характеризующийся резким снижением уровня оксигенации крови.

Позвоночно-спинномозговая травма – это патологическое состояние, представляющее собой механическое повреждение позвоночника и содержимого позвоночного канала (спинного мозга, его оболочек и сосудов, спинномозговых нервов).

Полное повреждение спинного мозга – потеря всех видов чувствительности и способности осуществлять (контролировать) движения ниже уровня поражения.

Сегмент спинного мозга – отрезок спинного мозга, соответствующий двум парам корешков (2 передним и 2 задним). Существуют шейный, грудной, поясничный, крестцовый и копчиковый группы сегментов.

Эксайтотоксичность – патологический процесс, ведущий к повреждению и гибели нервных клеток под воздействием нейромедиаторов.

ASIA – шкала тяжести повреждения спинного мозга по классификации Американской ассоциации травм позвоночника ASIA (American Spinal Injury Association). ASIA A – нет ни двигательной, ни чувствительной функции; ASIA B – сохранена чувствительность, но отсутствует двигательная функция в сегментах ниже неврологического уровня, включая S₄–S₅; ASIA C – двигательная функция ниже неврологического уровня сохранена, но более половины ключевых мышц ниже неврологического уровня имеют силу менее 3 баллов; ASIA D – двигательная функция ниже неврологического уровня сохранена, половина ключевых мышц ниже неврологического уровня имеют силу 3 балла и более; ASIA E – двигательная и чувствительная функции нормальные.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АД** – артериальное давление
- ВИДД** – вентилятор-индуцированная дисфункция диафрагмы
- ДМ** – дыхательные мышцы
- ДО** – дыхательный объем
- ЖЕЛ** – жизненная емкость легких
- ИВЛ** – искусственная вентиляция легких
- ИО** – индекс оксигенации
- КОС** – кислотно-основное состояние крови
- ОДН** – острая дыхательная недостаточность
- ОРИТ** – отделение реанимации и интенсивной терапии
- ПОН** – полиорганная недостаточность
- ПСМТ** – позвоночно-спинномозговая травма
- СМ** – спинной мозг
- ТДФД** – толщина диафрагмы при форсированном дыхании
- УЗИ** – ультразвуковое исследование
- ФОЕ** – функциональная остаточная емкость легких
- ШОП** – шейный отдел позвоночника
- ЭДСД**– экскурсии диафрагмы при спокойном дыхании
- ЭДФД** – экскурсии диафрагмы при форсированном дыхании
- ASIA** – классификации Американской ассоциации травм позвоночника ASIA (American Spinal Injury Association)
- MILS (Middle in-line Stabilisation)** – стабилизация шейного отдела позвоночника по средней линии с исключением любых сгибаний или вращений головы и позвоночника во время интубации трахеи для предотвращения вторичного повреждения спинного мозга
- pO_2** – парциальное давление кислорода
- pCO_2** – парциальное давление углекислого газа
- pH** – показатель кислотности
- PEEP** – нижний предел давления в дыхательных путях
- Pinsp** – давление вдоха
- SIRS** – системная воспалительная реакция

ВВЕДЕНИЕ

Позвоночно-спинномозговая травма (ПСМТ) относится к числу сложнейших проблем в травматологии-ортопедии, нейрохирургии, анестезиологии и реаниматологии, так как приводит к грубым функциональным нарушениям, представляющим угрозу для жизни пострадавшего, и является непосредственной причиной развития травматической болезни спинного мозга (СМ) с утратой трудоспособности, а также социальной и психологической дезадаптации пострадавших. Летальность при ПСМТ в стационаре колеблется от 8 до 58,3 %, зависит от степени тяжести травмы, связанных с этим ранних или поздних осложнений, а также сроков оказания высокотехнологичной помощи.

По данным, представленным в 2020 году, в США ежегодно получают травмы СМ от 8 000 до 10 000 человек, из них регистрируется 490 изолированных повреждений. В России частота ПСМТ составляет более 8 тыс. человек в год и в 63,0 % случаев – это пострадавшие в возрасте от 16 до 30 лет. Наблюдается устойчивый рост подобных травм, что обусловлено повышением агрессивности окружающей среды – урбанизацией, развитием производства и транспорта. Есть сведения, что в структуре ПСМТ преобладают травмы поясничного отдела позвоночника, которые составляют 40,0–48,0 %. Травмы шейного отдела позвоночника (ШОП), которые являются наиболее тяжелыми, наблюдаются реже и составляют 28,0–38,0 %. Особенно часто повреждаются наиболее подвижные C_4 – C_5 и C_5 – C_6 сегменты. В 53,0 % случаев в результате травмы СМ развивается тетраплегия, в 42 % – параплегия. Основными причинами ПСМТ в большинстве стран являются дорожно-транспортные происшествия и кататравма.

В результате травматического повреждения СМ происходит нарушение иннервации жизнеобеспечивающих органов ниже уровня повреждения, что приводит к нарушению их функции. Развивается острая дыхательная недостаточность (ОДН) и нестабильность гемодинамики, тяжесть которых коррелирует с уровнем повреждения (тяжелое на шейном уровне, умеренное на уровне Th_1 и Th_6 , менее

тяжелое ниже уровня Th₆) и тяжестью травмы СМ (полное или частичное повреждение).

Следствием несвоевременного проведения комплекса мероприятий интенсивной терапии, направленных на замещение нарушенных жизненно важных функций организма, является прогрессирующая ишемия органов и тканей, вторичное ишемическое повреждение СМ, развитие полиорганной недостаточности (ПОН) с высоким риском неблагоприятного исхода.

ПАТОФИЗИОЛОГИЯ ТРАВМЫ СПИННОГО МОЗГА

Пусковым механизмом в патогенезе ПСМТ, в результате переломов, смещения позвонков и/или разрыва связок, является прямое физическое воздействие на СМ, сопровождающееся немедленной гибелью нервных клеток. В ответ на травму СМ, из-за высвобождения из медуллярного слоя надпочечников норадреналина и адреналина, наблюдается острый симпатический ответ – повышение системного артериального давления (АД), брадикардия или тахикардия. Однако этот период очень короткий и уже через 3–4 минуты доминирующей является парасимпатическая нервная система. Разрыв мелких кровеносных сосудов и капилляров в зоне повреждения сопровождается экстравазацией клеток крови, что оказывает еще большее давление на поврежденные ткани мозга, вызывая вазоспазм. Возникновение сосудистой ишемии усугубляет гипоперфузию, и, в конечном итоге, приводит к дополнительной гибели нервных клеток. Это состояние продолжается до 24 часов и соответствует первичной фазе повреждения СМ.

Однако деструкция нервной ткани не ограничивается областью воздействия травмирующей силы. Наряду с первичным повреждением СМ запускаются и развиваются сложные механизмы вторичного повреждения нервных клеток, которые проходят в три стадии. Выделяют острую, подострую и хроническую стадии вторичного повреждения СМ.

Основными патофизиологическими процессами острой стадии выступают: общая воспалительная реакция (SIRS), глиальная реакция, ионный дисбаланс, эксайтотоксичность, окислительное по-

вреждение и эффекты ишемического повреждения нервной ткани. Подострая стадия характеризуется апоптозом, демиелинизацией и отмиранием аксонов, ремоделированием матрикса и образованием глиального рубца вокруг зоны повреждения. В хроническую стадию происходит образование кистозной полости и окончательное формирование глиального рубца. В некоторых случаях несколько патогенетических механизмов развиваются и происходят одновременно.

Анатомически травма СМ подразделяется на полное и неполное повреждение. Полное повреждение определяется как состояние, при котором происходит полная потеря функции в месте повреждения и ниже этой области. При неполном повреждении активность СМ нарушается, но способность мозга посылать сигналы и сообщения в зону ниже места повреждения полностью не утрачена. Несколько сегментов могут оставаться связанными некоторыми аксонами во время первичной фазы травмы СМ. В такой ситуации клинические проявления указывают на неполную функциональную потерю, что отражает состояние неполного или частичного повреждения.

Реорганизация синаптических и контурных цепей, происходящая после травмы СМ, приводит к адаптивным и дезадаптивным функциональным изменениям. Иногда возникают спонтанные синапсы, которые действуют вместе с реорганизацией цепи, вызывая мышечную спастичность, вегетативную дисрефлексию и невропатическую боль.

Таким образом, патофизиологию травмы СМ можно представить, как каскад различных взаимосвязанных событий, каждое из которых способствует другому. Основными факторами, определяющими тяжесть травмы СМ, являются степень первоначальной деструкции и продолжительность компрессии СМ. Патофизиологические процессы травмы СМ представлены на рисунке 1.

Внедрение новых методов диагностики, хирургических технологий и интенсивной терапии позволили пересмотреть подходы к хирургическому лечению ПСМТ шейного отдела. Несмотря на тяжесть состояния пострадавших, современной стратегией лечения является максимальное сокращение сроков от момента травмы до оказания специализированной помощи.

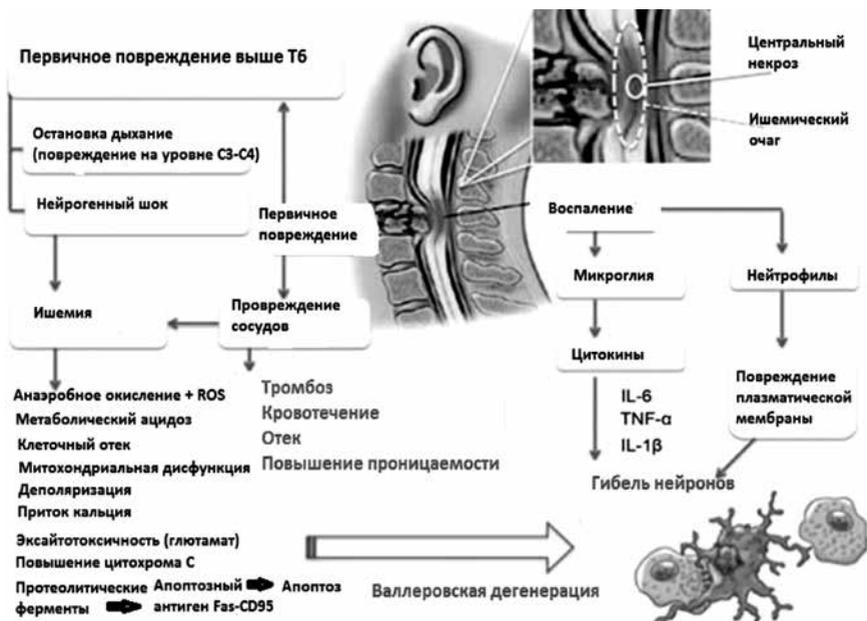


Рисунок 1. Схематическое изображение патофизиологии травмы спинного мозга

ОБЩЕПРИНЯТЫЕ КЛАССИФИКАЦИИ ПСМТ

Для определения тактики лечения и оценки его эффективности важна четкая клиническая характеристика исходного состояния пострадавшего. У пациента с травмой СМ определяющее место в подобной оценке занимают общепринятые клинические классификации ПСМТ, которые отражают тяжесть повреждения, клинические синдромы и периоды течения осложненной травмы СМ.

Классификация периодов течения ПСМТ

Выделяют следующие периоды течения ПСМТ:

- острейший – первые восемь часов с момента травмы;

- острый – от восьми часов до трех суток;
- ранний – от третьих суток до четвертой недели;
- промежуточный – от первого месяца до третьего месяца;
- поздний период – более трех месяцев.

Данная классификация отражает в себе клиническое течение вторичных повреждений СМ и регенеративных процессов.

Классификация тяжести повреждения СМ

В 1992 г. эксперты Американской ассоциации по спинальным повреждениям и Международного медицинского общества по параплегии (ASIA – American Spinal Injury Association, IMSOP – International Medical Society of Paraplegia) опубликовали стандарт неврологической и функциональной классификации травматических повреждений СМ. В настоящее время классификация ASIA/IMSOP принята почти всеми организациями, занимающимися данной проблемой во всем мире (таблица 1).

Различают следующие степени нарушения моторной функции СМ:

0 – паралич;

I – видимые или пальпируемые сокращения мышц;

II – активные движения, но пациент не может преодолеть земного притяжения;

III – активные движения, пациент преодолевает земное притяжение;

Таблица 1. Классификация повреждений спинного мозга ASIA/IMSOP

Степень	Повреждение спинного мозга	Проявления
A	Полное	Полное отсутствие моторных и сенсорных функций до сегментов S4-S5.
B	Неполное	Чувствительность сохранена ниже уровня повреждения вплоть до сегментов S4-S5. Моторной функции нет.
C	Неполное	Парез ниже уровня повреждения (<3 баллов), моторная функция сохранена.
D	Неполное	Парез ниже уровня повреждения (>3 баллов), моторная функция сохранена.
E	Отсутствует	Моторные и сенсорные функции сохранены.

IV – активные движения, пациент преодолевает легкое сопротивление;

V – активные движения при значительном сопротивлении.

Мышечная сила и чувствительность оцениваются с двух сторон.

Оценка неврологического статуса включает не только оценку мышечной силы по ключевым группам мышц в верхних и нижних конечностях, но и оценку чувствительности в соответствии с сегментарной иннервацией СМ и оценку рефлекторной активности в аногенитальной зоне.

Позвоночник и сегментарное деление СМ

СМ расположен внутри позвоночного канала. Сегменты СМ определяются по передним и задним спинномозговым корешкам, которые соединяются в спинномозговые нервы около межпозвоночных отверстий. Различают 8 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых и 1–3 копчиковых сегментов СМ (рисунок 2).

Верхние шейные сегменты расположены на уровне тел соответствующих их порядковому номеру шейных позвонков. Нижние шейные и верхние грудные сегменты находятся на один позвонок выше, чем тела соответствующих позвонков. В средне-грудном отделе эта разница равна двум позвонкам, в ниже-грудном – трем позвонкам. Поясничные сегменты располагаются на уровне тел десятого и одиннадцатого грудных позвонков, крестцовые и копчиковые сегменты соответствуют уровням двенадцатого грудного и первого поясничного позвонков. Нижняя граница суживающегося в виде конуса СМ расположена на уровне второго поясничного позвонка. Ниже этого уровня находится терминальная нить, являющаяся остатком конечного отдела эмбрионального СМ, которая окружена корешками спинномозговых нервов и оболочками СМ. Корешки спинномозговых нервов на этом уровне образуют так называемый «конский хвост» (*cauda equina*).

Оценку чувствительности производят по дерматомам. Дерматом – это участок кожи, из которого все сенсорные нервы направляются в один и тот же корешок спинномозгового нерва. Сенсорные нервы передают в СМ информацию о прикосновении, боли, температуре

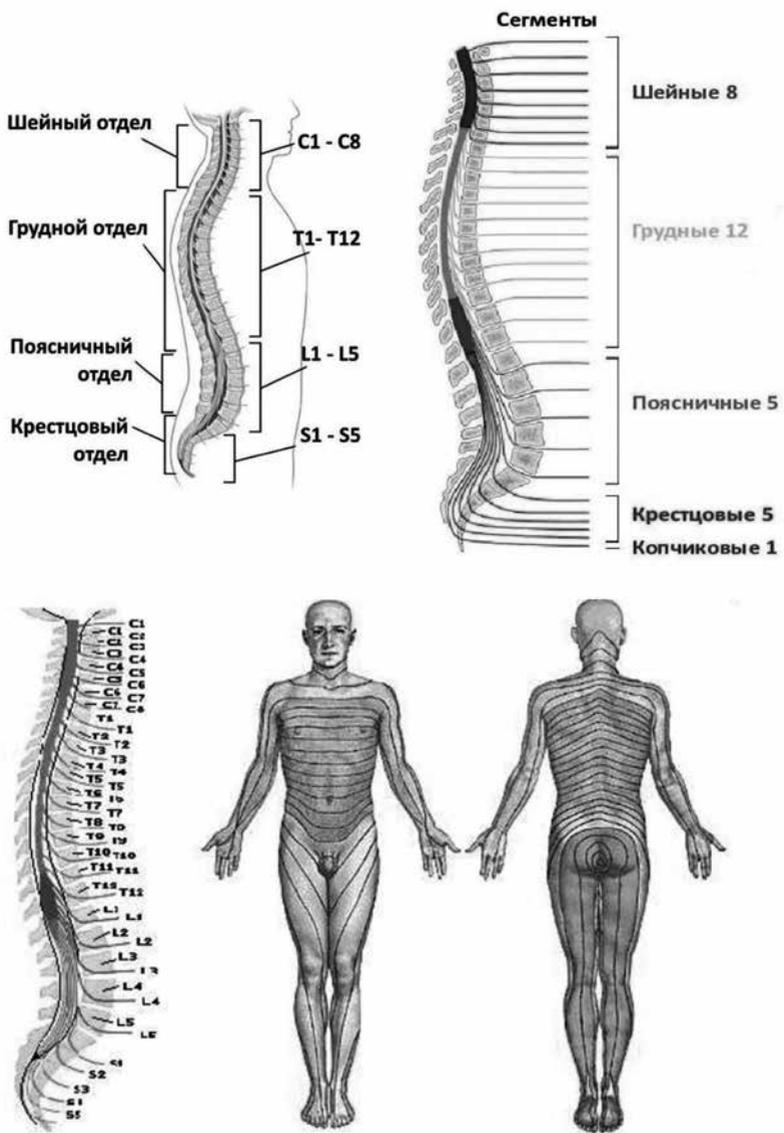


Рисунок 2. Сегментарное деление спинного мозга

и вибрации от кожи. Поэтому, при клинической оценке повреждений, потеря чувствительности в дерматоме может указать точный уровень повреждения СМ

Следует отметить, что отсутствие моторной и сенсорной функции ниже места повреждения не обязательно означает отсутствие аксонов, которые пересекают место повреждения. Исследования на животных и клинические данные свидетельствуют, что отсутствующая ниже места травмы функция может быть в той или иной степени восстановлена при возобновлении кровоснабжения СМ. Поэтому, оценивая повреждение СМ как полное, нельзя лишать человека надежды на выздоровление.

РЕСПИРАТОРНЫЕ НАРУШЕНИЯ И РЕСПИРАТОРНЫЕ ОСЛОЖНЕНИЯ ПРИ ПСМТ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА

Известно, что дыхательные мышцы (ДМ) наряду с дыхательным центром и проводящими нервными путями составляют так называемую респираторную помпу – важнейшее звено респираторного аппарата, обеспечивающее движение воздуха в легкие и из легких, то есть процесс альвеолярной вентиляции. Все ДМ относятся к скелетным поперечнополосатым мышцам и по своему гистологическому строению практически не отличаются от других скелетных мышц. ДМ делятся на инспираторные и экспираторные.

Главной инспираторной ДМ является диафрагма, вклад которой в обеспечение вдоха у здорового человека является основным и составляет примерно 70 %. Сокращение диафрагмы вызывает каудальное смещение ее центральной сухожильной части, что приводит к созданию положительного давления в брюшной полости и отрицательного – в грудной клетке. К другим инспираторным ДМ относятся грудные ключично-сосцевидные, лестничные и наружные межреберные мышцы. Они вносят свой вклад в развитие отрицательного внутригрудного давления, а также препятствуют коллапсу верхней части грудной клетки во время вдоха под действием отрицательного давления, создаваемого диафрагмой. Длина волокон диафрагмы тес-

но связана с изменением легочных объемов: при увеличении легочных объемов диафрагма уплощается, длина ее мышечных волокон уменьшается, и сила сокращения падает.

К экспираторным ДМ относятся абдоминальные (прямые, косые, поперечные) мышцы. Эти ДМ не участвуют в спокойном дыхании у здорового человека, но при высокой минутной вентиляции или при большой нагрузке на аппарат дыхания активное сокращение абдоминальных мышц ведет к краниальному смещению диафрагмы и уменьшению внутригрудного объема для облегчения последующего инспираторного усилия. Кроме того, экспираторные ДМ играют важнейшую роль в обеспечении кашля и ряда других физиологических процессов. Сила, развиваемая ДМ во время их сокращения, зависит от числа активированных волокон, частоты стимуляции, исходной длины мышц и степени свободы их движения. Все эти закономерности описываются соотношениями, которые являются общими для всех скелетных мышц: сила–частота, сила–длина и сила–скорость. Для ДМ соотношение сила–длина является наиболее важным.

Следствием повреждения СМ на уровне ШОП является нарушение иннервации ниже уровня повреждения, приводящее к парезу или параличу дыхательной мускулатуры, в результате чего развивается клиника ОДН. Особенно быстро возникают и тяжело протекают респираторные нарушения при самых тяжелых повреждениях СМ – тип ASIA A (полное отсутствие моторных и сенсорных функций до сегментов S_4 – S_5) и тип ASIA B (чувствительность сохранена ниже уровня повреждения вплоть до сегментов S_4 – S_5 , моторной функции нет). Повреждение СМ на высоком уровне ШОП (C_1 – C_2) ведет к параличу диафрагмы, тогда как, повреждение на среднем уровне (C_3 – C_5) сопровождается дисфункцией диафрагмы. Неэффективность работы дыхательной мускулатуры определяет потребность в полном или частичном протезировании функции дыхания путем проведения искусственной вентиляции легких (ИВЛ). Потребность в ИВЛ возникает у 66,7 – 92,0 % пациентов с повреждением СМ ASIA A и у 57,7 % пациентов с повреждением СМ ASIA B. В ряде случаев потребность в проведении ИВЛ возникает в 100 % случаев.

Однако сама ИВЛ может стать причиной повреждения легких и привести к развитию SIRS, особенно когда используются большие дыхательные объемы (10–15 мл/кг) и высокое инспираторное давление ($P_{plat} > 30$ см H_2O). Кроме того, имеется высокий риск развития вентилятор-индуцированной дисфункции диафрагмы (ВИДД). Поэтому сохранение функции диафрагмы должно являться первоочередной задачей при проведении респираторной терапии. Это обстоятельство определяет необходимость мониторингирования функционального состояния диафрагмы.

Несмотря на то, что подавляющее большинство пострадавших с ПСМТ шейного отдела составляют лица молодого возраста с неотягощенным преморбидным фоном, наличие грубого неврологического дефицита, необходимость длительной ИВЛ и продолжительного лечения в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) создают условия для присоединения госпитальной флоры и инфицирования нижних дыхательных путей. Пневмонии развиваются в 79 %, ателектазы и бронхообструкции регистрируются у 60 % пациентов.

Диагноз нозокомиальной пневмонии устанавливается на основании выявления у пациентов не менее чем через 48 часов после госпитализации клинической картины инфекции, ухудшения показателей газообмена и появления инфильтративных изменений при рентгенологическом исследовании.

Изучение респираторных нарушений и респираторных осложнений при ПСМТ шейного отдела показало, что грамотрицательные микроорганизмы – это ведущие возбудители госпитальной пневмонии. Наиболее частыми патогенами являются *P. aeruginosa*, *A. baumannii*, *K. pneumoniae*. При этом наблюдается рост устойчивости госпитальных грамотрицательных штаммов к основным группам антимикробных препаратов и увеличение частоты выделения экстремально резистентных патогенов – *P. Aeruginosa*, *A. baumannii* и *K. pneumoniae*, что создает неблагоприятный фон относительно эффективности антимикробной терапии. Высокий уровень антибиотикорезистентности госпитальных грамотрицательных патогенов определяет не-

обходимость раннего выявления механизмов устойчивости, как для назначения целенаправленной антибактериальной терапии, так и с целью эпидемиологического контроля.

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ДИАФРАГМЫ

До настоящего времени для исследования функционального состояния диафрагмы в основном использовались либо инвазивные методы, либо методы лучевой диагностики. Однако применение этих традиционных методов имеет ряд ограничений, особенно если речь идет о динамическом наблюдении пациентов, находящихся в тяжелом или критическом состоянии. В настоящее время все чаще при исследовании состояния диафрагмы применяется метод ультразвукового исследования (УЗИ), поскольку он является неинвазивным и безопасным методом диагностики, позволяющим в режиме реального времени получить важную информацию, как о структуре, так и о функции диафрагмы.

Оценка экскурсии диафрагмы

При исследовании правого купола диафрагмы печень служит акустическим окном, а движение диафрагмы определяется в виде перемещения гиперэхогенной линии, которая примыкает к печени. Анализ экскурсии диафрагмы может быть проведен как в М-режиме, так и в В-режиме УЗИ. В настоящее время нет единого мнения о методике проведения исследования. Некоторые специалисты проводят исследование пациента в положении лежа на спине, другие – стоя или сидя, а третьи – в положении полулежа.

Для исследования экскурсии диафрагмы используют низкочастотный УЗ-датчик (2,5–5 МГц). При исследовании в М-режиме датчик располагают между среднеключичной и переднеаксиллярной линиями, при этом луч сканирования должен быть ориентирован медиально в дорсокраниальном направлении, а курсор УЗ-луча должен быть

расположен параллельно направлению движения диафрагмы (УЗ-луч пересекает диафрагму под прямым углом). При таком способе сканирования проводится анализ движения задней трети диафрагмы, которая в норме характеризуется максимальной экскурсией.

При оценке дыхательной экскурсии диафрагмы в краниокаудальном направлении в В-режиме низкочастотный датчик располагают перпендикулярно последнему межреберному промежутку между среднеаксиллярной и заднеаксиллярной линиями, а изображение печени и селезенки используется в качестве акустического окна. Некоторые исследователи вместо анализа движения правого купола диафрагмы предлагают использовать оценку движения портальной вены в краниокаудальном направлении. При анализе экскурсии диафрагмы выявлена ее связь с легочными объемами, измеренными при спирометрии, кроме того, экскурсия диафрагмы коррелирует с полом и массой тела.

Оценка утолщения диафрагмы

При сокращении диафрагмы увеличивается ее толщина. Для оценки толщины диафрагмы используется высокочастотный датчик (7–15 МГц), с помощью которого визуализируют диафрагму в месте ее соприкосновения с латеральной грудной стенкой (зона аппозиции). Оценка зоны аппозиции проводится на протяжении 0,5–2 см ниже костно-диафрагмального синуса. Нижняя граница костно-диафрагмального синуса определяется в конце вдоха, как участок перехода УЗ-артефакта от изображения легочной ткани в изображение диафрагмы и печени/селезенки. Датчик располагают в последнем межреберном промежутке по переднеаксиллярной линии, далее его поворачивают таким образом, чтобы изображение диафрагмы имело наибольшую четкость. Некоторые исследователи предлагают датчик располагать в 8–9-м межреберном промежутке, между передней и средней аксиллярной линиями либо между средней и задней аксиллярной линиями. При глубоком вдохе движение легких может препятствовать визуализации диафрагмы, в таком случае датчик следует сместить ниже.

Диафрагма визуализируется в виде гипоэхогенной структуры выше изображения печени или селезенки, ограниченная двумя тонкими гиперэхогенными линиями, соответствующими диафрагмальной плевре (верхняя линия) и брюшине (нижняя линия).

Утолщение диафрагмы при дыхании может быть измерено в М- и В-режиме. Исследование проводят как при спокойном дыхании, так и при дыхательных маневрах - глубокий вдох, очень быстрый и мощный вдох через нос при закрытом рте. Толщину диафрагмы измеряют в конце выдоха (на уровне функциональной остаточной емкости легких (ФОЕ) и в конце спокойного вдоха (на уровне дыхательного объема), глубокого вдоха (на уровне общей емкости легких) или дыхательных маневров. В М-режиме толщину диафрагмы измеряют от середины плевральной линии до середины перитонеальной линии. Чтобы минимизировать ошибку, следует выполнить не менее 3 измерений каждого параметра.

В норме при максимально глубоком вдохе толщина диафрагмы должна увеличиваться не менее чем на 20 % от ее толщины на выдохе, причем разница между измерениями, выполненными справа и слева, должна быть минимальной. При парезе диафрагмы помимо нарушения ее подвижности будет отмечаться уменьшение толщины диафрагмы и недостаточное ее утолщение при вдохе.

Диагностика паралича диафрагмы

Если при рентгенографии органов грудной клетки выявлено высокое стояние диафрагмы, то необходимо провести дополнительные исследования, чтобы подтвердить паралич диафрагмы. Традиционно с этой целью используют флуороскопическое исследование диафрагмы. Однако данная методика обладает недостаточной специфичностью, реализуется на громоздком оборудовании и имеет лучевую нагрузку. В свою очередь УЗИ диафрагмы является неинвазивным методом и позволяет получить результаты, сходные с данными флуороскопии. Методика лишена лучевой нагрузки, может быть применена многократно для динамического наблюдения и, учитывая возможность использования портативного оборудования, может быть

применена у постели больного что Это обстоятельство является особенно важным при нахождении пациента в ОРИТ.

Для диагностики пареза диафрагмы с помощью УЗИ должны быть оценены дыхательная экскурсия диафрагмы и ее толщина. Признаками пареза диафрагмы являются высокое расположение купола/куполов диафрагмы, снижение амплитуды движения, отсутствие движения или парадоксальное движение диафрагмы при спокойном дыхании и при нагрузке.

Снижение экскурсии диафрагмы при максимальном усилии на вдохе менее 25 мм со 100 % чувствительностью и 85 % специфичностью свидетельствует о тяжелой дисфункции диафрагмы. При парезе диафрагмы помимо нарушения ее подвижности будет отмечаться уменьшение толщины диафрагмы и недостаточное ее утолщение при вдохе. Однако надо помнить, что на толщину диафрагмы влияют пол, масса тела, рост и нутритивный статус пациента, поэтому более надежным является параметр фракции утолщения диафрагмы. В проведенных исследованиях показано, что при парезе диафрагмы толщина диафрагмы увеличивается менее, чем на 20 %.

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ДИАФРАГМЫ КАК КРИТЕРИЙ ГОТОВНОСТИ К САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ДЫХАНИЮ ПАЦИЕНТОВ С ПСМТ. СОБСТВЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Из сведений научной литературы известно, что частота неудачных попыток перевода пациентов с травмой СМ на уровне ШОП после длительной ИВЛ на самостоятельное дыхание в среднем составляла 20 %, но в некоторых исследованиях достигала 60 %. Известно также, что неоправданно длительная ИВЛ приводит к развитию осложнений, частота которых достигает 35 % (развитие нозокомиальной пневмонии, травмы дыхательных путей, баротравмы, потребность в использовании седативных препаратов). Кроме того, механическая вентиляция разгружает дыхательные мышцы, и, следовательно, ее

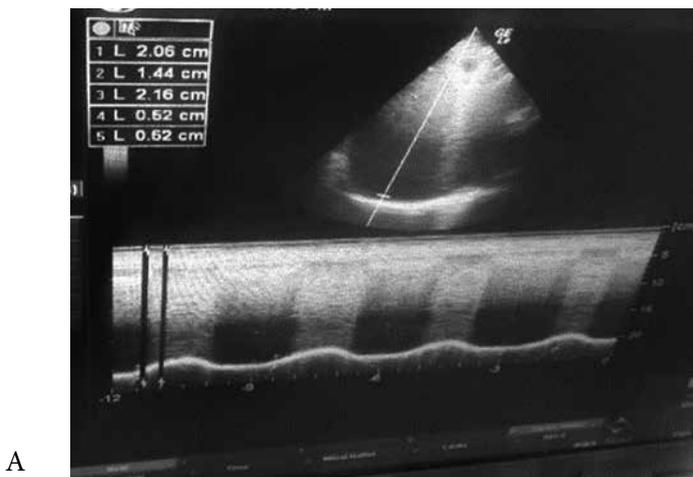
длительное применение может способствовать атрофии диафрагмы с нарушением сократительной функции. В тоже время преждевременное прекращение ИВЛ является причиной повторной интубации трахеи с развитием всех осложнений, свойственных последующей пролонгированной ИВЛ. Поэтому очень важно точно определить момент готовности пациента к переводу на самостоятельное дыхание.

Основными общепринятыми критериями при прекращении ИВЛ являются: купирование острой фазы основного заболевания и развившихся осложнений, стабилизация гемодинамики и неврологического статуса, отсутствие воспалительных изменений в легких, использование вспомогательного режима ИВЛ с давлением вдоха (P_{insp}) < 8 и нижним пределом давления в дыхательных путях (PEEP) < 5 см вод. ст., наличие адекватного кашлевого толчка, индекс оксигенации (ИО) > 300 , компенсированные показатели кислотно-основного состояния (КОС). Однако в отношении пациентов с травмой СМ данные критерии не показали высокую эффективность. Вместе с тем ранее проведенные исследования в общей когорте пациентов ОРИТ свидетельствуют, что удачная экстубация после длительной ИВЛ вероятна при показателях экскурсии диафрагмы более 10,5 мм и фракции утолщения диафрагмы более 30–36 %.

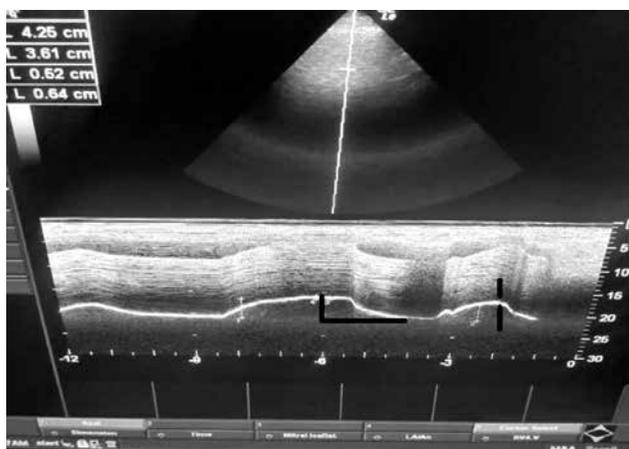
В проспективное исследование вошли 24 пациента с травмой СМ на уровне ШОП – тип ASIA A и ASIA B, получивших высокотехнологичную медицинскую помощь в Новосибирском НИИТО в период с 2019 по 2021 годы. После завершения хирургического этапа лечения пациенты переводились в ОРИТ на продленную ИВЛ.

Оценку функционального состояния диафрагмы выполняли при помощи портативного аппарата УЗИ-GE-LOGIQe (США). Оценивали показатели экскурсии диафрагмы при спокойном дыхании (ЭДСД), экскурсии диафрагмы при форсированном дыхании (ЭДФД) и толщины диафрагмы при форсированном дыхании (ТДФД).

Исследование диафрагмы выполняли при самостоятельном дыхании в момент поступления пациента в стационар, далее в 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 25 сутки послеоперационного наблюдения и при прекращении ИВЛ (рисунок 3).



А



Б

Рисунок 3. Визуализация диафрагмы у пациента с ПСМТ шейного отдела: А – спокойное дыхание; Б – форсированное дыхание; прослеживается увеличение амплитуды экскурсии диафрагмы и толщины диафрагмы

Анализ изучаемых показателей функционального состояния диафрагмы в динамике показал, что в первые сутки послеоперационного наблюдения на фоне ИВЛ отмечалось значимое снижение показателей ЭДФД и ТДФД в сравнении с данными, полученными при поступлении ($p = 0,002$; $p = 0,008$), которое сохранялось до третьих суток проведения ИВЛ ($p < 0,001$; $p < 0,001$). Такая динамика указывала на развитие ВИДД, связанной с проведением респираторной поддержки в заместительных режимах вентиляции на фоне применения медикаментозной седации с целью синхронизации пациентов с аппаратом ИВЛ. На первые – третьи сутки пациентам проводилась трахеостомия, которая позволяла прекратить медикаментозную седацию и использовать более мягкие режимы ИВЛ с возможностью самостоятельных вдохов пациента. К пятым суткам проведения респираторной поддержки показатели ЭДФД и ТДФД повышались до уровня исходных ($p = 0,112$; $p = 0,433$), а к 10 суткам даже превышали исходные значения ($p < 0,001$). Далее эта тенденция сохранялась до решения вопроса о прекращении ИВЛ. При сравнении ТДФД и ЭДФД в момент перевода пациентов на самостоятельное дыхание с данными при поступлении в стационар получена статистически значимая разница ($p < 0,001$; $p < 0,001$). Анализ динамики ЭДСД показал статистически значимые различия в сравнении с показателями при поступлении только на момент прекращения ИВЛ ($p = 0,002$) (рисунок 4).

Показатели объема форсированного выдоха демонстрировали динамику аналогичную показателями ЭДФД. Объем форсированного выдоха максимально снижался на третьи сутки проведения ИВЛ ($p < 0,001$) с последующим восстановлением до уровня исходных значений на пятые сутки ИВЛ ($p = 0,341$). К 10 суткам проведения ИВЛ и при переводе пациентов на самостоятельное дыхание показатели объема форсированного выдоха значимо превышали исходные значения ($p < 0,001$; $p < 0,001$) соответственно.

Выполненный расчет коэффициента корреляции Спирмена между объемом форсированного выдоха и ЭДФД показал положительную связь на всех этапах исследования. На пятые, седьмые и 25 сутки выявлена сильная корреляционная связь ($r = 0,87$; $p < 0,001$, $r = 0,72$;

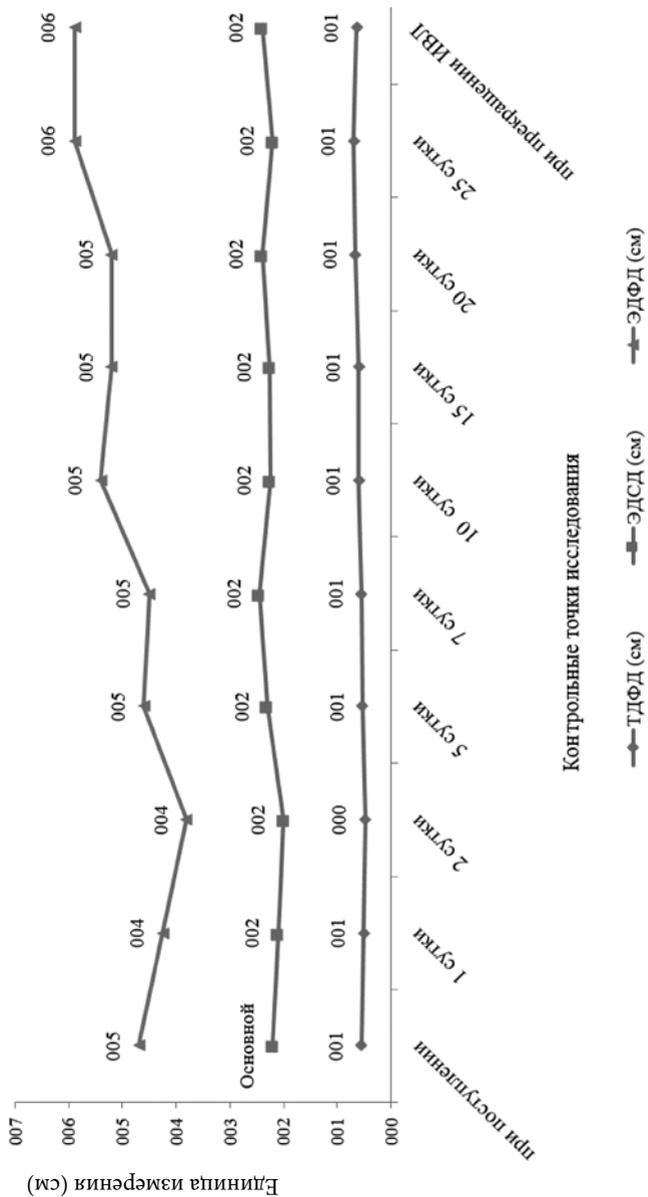


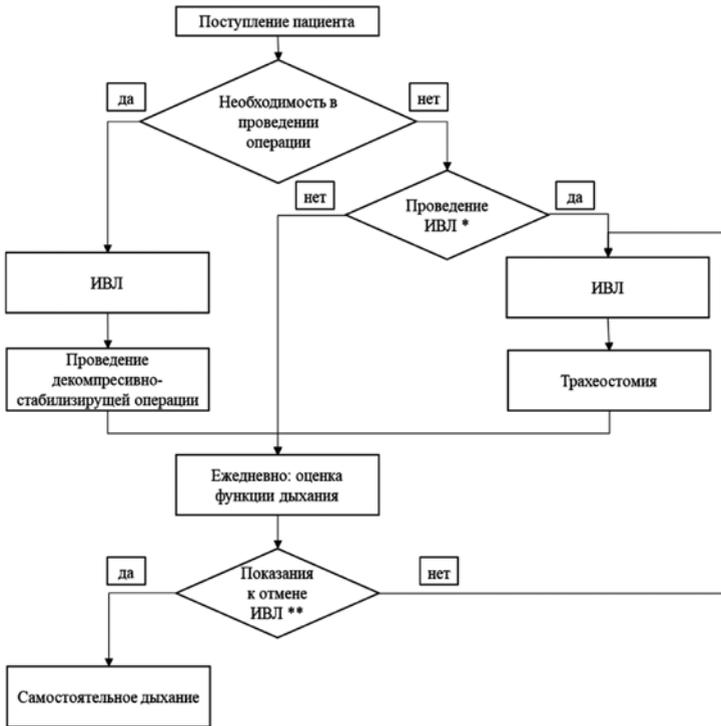
Рисунок 4. Динамика экскурсии и толщины диафрагмы у пациентов с ПСМТ шейного отдела.
 ЭДСД – экскурсия диафрагмы при спокойном дыхании.
 ЭДФД – экскурсия диафрагмы при форсированном дыхании.
 ТДФД – толщина диафрагмы при форсированном дыхании.

$p < 0,001$, $r = 0,94$; $p = 0,005$). Средняя корреляционная связь выявлена на первые, третьи, 15 сутки наблюдения и при переводе на самостоятельное дыхание ($r = 0,52$, $p < 0,009$; $r = 0,67$, $p < 0,001$; $r = 0,62$, $p = 0,033$; $r = 0,65$, $p = 0,001$).

Общая продолжительность ИВЛ составила $19,79 \pm 14,4$ суток. Длительность нахождения в ОРИТ и общая длительность госпитализации составили $34,25 \pm 16,51$ и $50,21 \pm 20,53$ суток соответственно.

Выполненное исследование показало, что уже после 24 часов осуществления ИВЛ по данным УЗИ регистрировалась ВИДД. К третьим суткам наблюдения ВИДД становилась максимально выраженной. Полученные результаты согласуются с литературными сведениями, которые также указывают на развитие ВИДД после 24 часового проведения ИВЛ. Отличительной особенностью полученных нами данных является регресс ВИДД уже к пятым суткам послеоперационного наблюдения. Данного результата удалось добиться проведением ранней трахеостомии с последующим отказом от медикаментозной седации и применением режимов ИВЛ, не подавляющих самостоятельные вдохи пациента. Выявленные статистически значимые различия изучаемых показателей на этапах наблюдения дают основание полагать, что показатели ЭДФД, ТДФД являются маркерами развития компенсаторных механизмов имеющейся дыхательной недостаточности и могут успешно использоваться в качестве дополнительных критериев при определении готовности пациента к самостоятельному дыханию. Кроме того, так как спирометрические показатели у изучаемой категории пациентов значительно снижены, объем форсированного выдоха, показавший достаточно сильную корреляцию с ЭДФД может являться инструментом оценки состояния дыхательной системы, отражая в себе не только функциональное состояние диафрагмы, но и состояние легочной ткани.

Таким образом, УЗИ диафрагмы является простым, но высокоинформативным методом определения функционального состояния диафрагмы у пациентов с ПСМТ шейного отдела. Оценка функционального состояния диафрагмы в динамике позволяет определить момент развития эффективного компенсаторного механизма дыха-



* Показания для проведения ИВЛ: тахипное ЧД > 30 в мин; SpO₂ < 90 %; ИО < 200; – рСО₂ 55 мм рт. ст.

** Показания для перевода на самостоятельное дыхание: ИО > 300; Показатели КОС компенсированы; Режим ИЛВ вспомогательный с P_{insp} < 8, РЕЕР < 5; Экскурсия и толщина диафрагмы ≥ показателям при поступлении в стационар; Отсутствует активный инфекционный процесс; Гемодинамика стабильная

Рисунок 5. Алгоритм перевода пациентов с ПСМТ шейного отдела на самостоятельное дыхание

тельной недостаточности, что является значимым дополнительным критерием готовности пациентов к переводу на самостоятельное дыхание после длительной ИВЛ и может быть использован не только в когорте пациентов с ПСМТ, но и при любом другом патологическом состоянии. Этот критерий внесен в разработанный оригинальный лечебно-диагностический алгоритм, представленный на рисунке 5.

КЛИНИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ

Клинический пример № 1

Пациент Х., 37 лет.

Диагноз при поступлении: ПСМТ. Закрытый осложненный взрывной перелом тела С₆ позвонка с сагиттальным раскалыванием. Двусторонний перелом ламинарной части дужки С₆ позвонка со смещением. Ретролистез С₆ позвонка до 5 мм, ширина позвоночного канала 7,5 мм. Закрытый неосложненный перелом каудо-дорзального отдела тела С₅ позвонка без смещения. Закрытый неосложненный двусторонний перелом дужки С₅ позвонка с переходом на суставную массу справа. Верхний спастический парапарез. Нижняя параплегия. Нарушение ФТО. ASIA A. Спинальный шок. Ушибы, ссадины мягких тканей туловища.

При поступлении в приемный покой НИИТО пациент осмотрен травматологом, нейрохирургом, анестезиологом-реаниматологом. Проведен комплекс диагностических мероприятий: МСКТ шейного отдела позвоночника, МРТ шейного отдела позвоночника, электрокардиография, общий и биохимический анализ крови, общий анализ мочи. Наряду с традиционными диагностическими мероприятиями в рамках предоперационной подготовки к экстренному хирургическому вмешательству была выполнена УЗИ визуализация диафрагмы. Показатели толщины диафрагмы и экскурсии диафрагмы в покое и во время форсированного дыхания составили 0,5 см, 1,9 см и 6,5 см соответственно.

Выполнено хирургическое лечение в объеме: скелетное вытяжение скобой Базилевской, передняя декомпрессия, вентральный бисегментарный спондилодез С5-С7 позвонков сетчатым кейджем Synmesh и костными аутотрансплантатами.

Длительность анестезиологического обеспечения составила 245 мин. После завершения операции пациент доставлен в ОРИТ на продленную ИВЛ. На фоне окончания действия медикаментозной седации был оценен неврологический дефицит, который сохранялся на дооперационном уровне.

В первые сутки послеоперационного периода толщина диафрагмы составила 0,48 см, а экскурсия диафрагмы в покое и при форсированном дыхании соответственно 1,6 см и 4,1 см, что было ниже дооперационных показателей. Поэтому было принято решение о продолжении ИВЛ. Далее, один раз в сутки пациенту проводили контрольные измерения функциональных показателей диафрагмы методом УЗИ визуализации в режиме самостоятельного дыхания без поддержки аппаратом ИВЛ.

К 25 суткам наблюдения толщина диафрагмы составила 0,55 см, а экскурсия диафрагмы в покое и при форсированном дыхании соответственно 1,9 см и 7,5 см, что превышало дооперационные показатели. При этом показатели газообмена компенсированы: парциальное давление кислорода (pO_2) – 136 мм рт. ст., парциальное давление углекислого газа (pCO_2) – 39 мм рт. ст., показатель кислотности (pH) – 7,43, ИО – 388. Пациент переведен на самостоятельное дыхание через трахеостому. На этом фоне у пациента отмечен дыхательный комфорт, стабильная гемодинамика. В дальнейшем проведение ИВЛ пациенту не потребовалось. Длительность ИВЛ составила 25 суток, длительность нахождения в отделении реанимации – 39 суток.

Клинический пример № 2

Пациентка Г. Возраст – 73 года.

Диагноз при поступлении: ПСМТ, острый период. Закрытый осложненный двусторонний сцепившийся вывих C_5 позвонка. Закрытый перелом остистого отростка C_5 позвонка. Травматический разрыв, грыжа диска C_5 – C_6 позвонка. Ушиб, компрессия спинного мозга на уровне шейного утолщения. Верхняя параплегия, нижний парпарез. Нарушение ФТО. ASIA A. Ссадины грудной клетки слева, правой голени, правой стопы.

Пациентка осмотрена травматологом, нейрохирургом, анестезиологом-реаниматологом. Проведен комплекс диагностических мероприятий: МСКТ шейного отдела позвоночника, МРТ шейного отдела позвоночника, электрокардиография, общий и биохимический анализ крови, общий анализ мочи. Наряду с традиционными диагности-

ческими мероприятиями в рамках предоперационной подготовки к экстренному оперативному вмешательству, было выполнено УЗИ диафрагмы. Определены показатели толщины и экскурсии диафрагмы в покое и во время форсированного дыхания, которые составили 0,45 см, 1,6 см и 3,6 см соответственно.

После обследования пациентке было выполнено хирургическое лечение: закрытое ручное вправление двухстороннего сцепившегося вывиха С₅ позвонка, передняя декомпрессия, вентральный межтеловой спондилодез С₅-С₆ имплантатом из пористого никелида титана, фиксация пластиной Atlantis. Длительность анестезии составила 160 мин.

После завершения хирургического этапа лечения пациентка доставлена в ОРИТ на продленную ИВЛ. Через 6 часов после операции с целью оценки динамики неврологического дефицита была прекращена медикаментозная седация. Пациентка в сознании, отмечается положительная динамика в виде появления силы от двух до трех баллов в основных мышцах сгибателях и разгибателях рук и увеличение силы в основных мышцах нижних конечностей от трех до четырех баллов. В это же время выполнен УЗИ-контроль диафрагмы на фоне самостоятельного дыхания пациентки. Толщина диафрагмы составила 0,45 см, экскурсия – 1,9 см в покое и 5,4 см – при форсированном дыхании, что выше или равно дооперационным показателям. Показатели газообмена компенсированы: рО₂ – мм рт. ст., рСО₂ – 36 мм рт. ст., ИО – 365, рН – 7,43. Учитывая данные УЗИ диафрагмы и компенсированный газообмен, пациентка экстубирована. Через 24 часа после экстубации проведено контрольное УЗИ диафрагмы: толщина составила 0,5 см, экскурсия в покое 2,1 см, при форсированном дыхании – 5,1 см. Показатели газообмена компенсированы.

Таким образом, контрольное исследование УЗИ диафрагмы и газового состава артериальной крови через 24 часа после экстубации подтвердили правильность принятого решения.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕСПИРАТОРНОЙ ТЕРАПИИ

Начальное ведение пациентов с ПСМТ шейного отдела должно соответствовать стандартам догоспитальной помощи пострадавшим с политравмой и включать обеспечение проходимости верхних дыхательных путей, иммобилизацию ШОП, содействие дыханию и кровообращению, которые реализуются посредством гемодинамической и респираторной поддержки. Важную роль занимают другие аспекты интенсивной терапии: нутритивное обеспечение, коррекция нарушений деятельности органов желудочно-кишечного тракта и мочеполовой системы, профилактика стрессовых язв и желудочно-кишечных кровотечений, профилактика тромбоза глубоких вен и тромбоэмболических осложнений, профилактика и лечение инфекционных осложнений, профилактика пролежней, поддержание нормальной температуры тела. Основная цель интенсивной терапии – предотвращение вторичного повреждения СМ и сохранение жизни пострадавшего.

Иммобилизация шейного отдела позвоночника

Пока травма ШОП не исключена, шейный отдел необходимо иммобилизовать. Для этого используются два метода, которые сочетают простоту применения и эффективность – полужесткий воротник и ручная стабилизация шейного отдела (MILS – manual in-line stabilization). Суть методики MILS состоит в исключении любых сгибаний или вращений головы и позвоночника во время интубации трахеи (рисунки 6).

Использование полужестких воротников очень затрудняет выполнение ларингоскопии. При наличии показаний к срочной ларингоскопии и интубации необходимо снять полужесткий воротник и обеспечить мануальную стабилизацию. До исключения травмы ШОП все перемещения пациента должны проводиться синхронно (исключая движения во всех плоскостях позвоночника) в условиях стабилизации шейного отдела.



А



Б

Рисунок 6. Иммобилизация шейного отдела позвоночника. А – вручную (MILS); Б – полужестким воротником

Большинству пациентов с ПСМТ требуется выполнение экстренных декомпрессивно-стабилизирующих операций, в ряде случаев с выполнением многоэтапных реконструктивных хирургических вмешательств в максимально ранние сроки. Это обусловлено тем обстоятельством, что в первые 4–8 часов от факта травмы происходят необратимые ишемические изменения СМ. Экстренность операций требует проведения адекватной предоперационной подготовки и анестезиологической защиты оперируемых.

Целью предоперационной подготовки является нормализация волемиического статуса, стабилизация показателей гемодинамики, а в ряде случаев – обеспечение проходимости верхних дыхательных путей. Задачами анестезиологического обеспечения являются: мониторинг и поддержание целевых показателей гемодинамики и дыхания, исключение ятрогенного воздействия во время интубации трахеи, адекватная защита оперируемых от стресс-реакции, развивающейся вследствие полученной травмы, а также от хирургического стресс-ответа. В этой связи особые требования предъявляются к ане-

стезиологическому обеспечению экстренных декомпрессивно-стабилизирующих операций. Интубация трахеи у данной категории больных является небезопасной манипуляцией из-за высокой вероятности ятрогенного воздействия на зону травмы. Однако до настоящего времени не существует единого мнения в выборе наиболее безопасной методики интубации трахеи у данного контингента больных.

Обеспечение проходимости верхних дыхательных путей

На этапе оказания неотложной помощи или при анестезиологическом обеспечении экстренных операций абсолютному большинству пострадавших с ПСМТ требуется обеспечение проходимости дыхательных путей. При этом основной задачей является минимизация движений ШОП.

Методами выбора при обеспечении проходимости дыхательных путей у пострадавших с ПСМТ шейного отдела являются прямая ларингоскопия и оротрахеальная интубация. Во время проведения прямой ларингоскопии в затылочно-атланта-аксиальном сочленении происходят значительные движения. Для уменьшения этих движений выполняется ручная стабилизация ШОП. Прямая ларингоскопия в условиях мануальной стабилизации считается допустимым и безопасным методом обеспечения проходимости дыхательных путей. При выполнении оротрахеальной интубации целесообразно использовать эластичные проводники. Они позволяют проводить интубацию при визуализации нижней спайки голосовых связок, тем самым уменьшая силу воздействия на ШОП. В настоящее время все более популярными становятся видеоларингоскопы. Эти устройства позволяют выполнить непрямую ларингоскопию, когда линейное расположение ротовой полости, глотки и гортани не обязательно.

Другим вариантом обеспечения проходимости дыхательных путей может быть фиброоптическая интубация пациента, находящегося в сознании. Для выполнения этой манипуляции необходим достаточный практический опыт. Недостатками этой манипуляции являются возможность аспирации и повышения внутричерепного давления при кашле или рвотном рефлексе. При наличии анкило-

зированной ШОП, сгибательной контрактуры шеи, ограниченном открывании рта или при ухудшении неврологической симптоматики при движениях в шейном отделе позвоночника, фиброоптическая интубация должна быть основным методом обеспечения проходимости дыхательных путей.

При трудной или невозможной интубации поддержание проходимости дыхательных путей может осуществляться при помощи ларингеальной маски. При сценарии «невозможно интубировать, невозможно вентилировать» необходимо, как можно скорее решить вопрос о хирургическом обеспечении проходимости дыхательных путей путем проведения крикотиреотомии.

Следует помнить, что применение деполяризующих миорелаксантов безопасно в течение первых 72 часов и через 9 месяцев после травмы. В период между этими сроками существует риск гиперкалиемии вследствие денервационной гиперчувствительности, что связано с повышением активности внесинаптических ацетилхолиновых рецепторов.

Респираторная поддержка

Главным физиологическим следствием паралича экспираторных мышц является неспособность кашлять адекватно, что приводит к задержке секрета. Неспособность к эвакуации мокроты наряду с увеличением продукции бронхиального секрета, вследствие нарушения нейрогенного контроля секреторных желез, приводит к развитию обструктивных и рестриктивных нарушений с последующим присоединением инфекционных осложнений. Как правило, это происходит на 3–4 день после травмы. Поэтому респираторная поддержка в виде выполнения интубации трахеи и проведения ИВЛ должна являться одним из ключевых моментов интенсивной терапии и начинаться в самом раннем периоде. При необходимости длительной ИВЛ требуется выполнение трахеостомии. Как правило, такая необходимость возникает на 2–3 сутки проведения ИВЛ при осложненной травме ШОП видов А и В.

Ведение пациентов в условиях трахеостомии позволяет устранить негативную психоэмоциональную реакцию на наличие интубацион-

ной трубки в ротовой полости, избежать необходимости медикаментозной седации, а, следовательно, не подавлять попытки самостоятельных вдохов пациента, что способствует улучшению дренажной функции легких. Кроме того, трахеостомия улучшает возможности санации трахеобронхиального дерева, создает условия для самостоятельного глотания, перорального приёма жидкости и кормления.

Основными задачами респираторной поддержки являются достижение и поддержание адекватного газообмена, снижение энергетической цены работы дыхания, оптимизация комфорта пациента и обеспечение наибольшей безопасности в отношении повреждения альвеол. Параметры вентиляции подбираются таким образом, чтобы обеспечивалась нормакарпия с PaCO_2 в пределах 35–45 мм рт. ст., отсутствовала гипоксемия ($\text{PaO}_2 > 65$ мм рт. ст., $\text{Sat O}_2 > 93\%$), значения рН находились в диапазоне физиологических значений (7,35–7,45). Необходимо придерживаться концепции протективной вентиляции легких: $\text{DO} - 5-10$ мл/кг, $\text{P}_{\text{peak}} < 35$ см вод. ст., ПДКВ – 5–15 см вод. ст.

При проведении ИВЛ не следует забывать о профилактике инфекции дыхательных путей. Необходимо применять одноразовые дыхательные контуры, антибактериальные фильтры, проводить увлажнение и подогрев дыхательной смеси, использовать интубационные и трахеостомические трубки с возможностью постоянной аспирации секрета из надманжеточного пространства, поддерживать давление в манжете трубок на уровне 25–30 см вод. ст. с помощью специальных ручных измеряющих устройств. Санация трахеобронхиального дерева должна проводиться с использованием стерильных растворов с помощью закрытых аспирационных систем. Необходима регулярная обработка полости рта антисептиками, например, водным раствором хлоргексидина.

В условиях присутствия в стационаре грамотрицательных штаммов с множественной устойчивостью к антимикробным препаратам, большое значение должно придаваться мониторингу микробной флоры и профилю резистентности к антибактериальным препаратам. Понимание текущей ситуации по антибиотикорезистентности в ОРИТ позволяет отказаться от ряда антибактериальных препаратов,

например, фторхинолонов и цефалоспоринов III и IV поколений, при проведении эмпирической антибактериальной терапии. В случае диагностирования госпитальной пневмонии используется режим деэскалации, назначение максимальных доз антибиотика, соблюдение режима дозирования и способа введения с учетом фармакодинамики и фармакокинетики препарата. Предпочтение отдается комбинированной антибактериальной терапии. Нет сомнений, что в условиях высокой антибиотикорезистентности, диагностика этиологического патогена должна быть максимально быстрой, включая выявление механизмов устойчивости к антимикробным препаратам. Для быстрого выявления генов лекарственной устойчивости грамотрицательной флоры может использоваться метод полимеразной цепной реакции (ПЦР) с помощью анализатора GeneXpert (Cepheid, США). Этот метод позволяет существенно ускорить получение результата по выявлению карбапенемаз. При этом диагностика занимает не более 1,5 часов. Детекция карбапенемаз обеспечивает возможность ранней целенаправленной антибактериальной терапии по «точечным» показаниям таких дорогостоящих препаратов, как недавно появившийся в клинической практике цефтазидим/авибактам. В целом, это отвечает современным подходам в «индивидуализации» медицинской помощи, должно способствовать уменьшению вероятности селекции новых механизмов устойчивости и повысить эффективность антибактериальной терапии.

Консервативные методы лечения дыхательной дисфункции

Наиболее важной задачей лечения дыхательной дисфункции у пациентов с травмой СМ является интенсивное управление секрецией и ателектазами, расправление легких и очистка от секрета. Методы, обычно используемые для удаления секрета, включают кашель, перкуссию, вибрацию, аспирацию и постуральный дренаж. Для увеличения вентиляции применяют дыхательные упражнения, которые могут быть использованы для мышечной тренировки. Действия, направленные на удаление секрета, имеют важное значение для предотвращения слизистых пробок, ателектазов, пневмонии и дыхательной недостаточности, которые следует начинать в ранние сроки после травмы. Для устранения бронхоспазмов используются ингаляционные

бета-2-агонисты и антихолинергические агенты. Бронхоскопия с проведением лаважа является эффективным способом удаления секрета, но она может сопровождаться осложнениями: раздражением трахеобронхиального дерева, отеками и аспирацией. Бронхоскопия должна использоваться как резерв у пациентов, которые не отвечают на консервативные меры или для получения микробиологических образцов.

Постуральный дренаж. Если пациент иммобилизован, постуральные методы дренажа и пассивного позиционирования могут содействовать движению секрета. Цель состоит в том, чтобы переместить секрет из самых периферических отделов легких к главным дыхательным путям, где секрет может быть более легко удален с помощью кашля или других методов аспирации. Также имеет значение позиционирование пациента. Каждая позиция (Тренделенбурга, лежа на спине, лежа на левом и правом боках) должны быть проведены в течение, по крайней мере, от 5 до 10 минут, в зависимости от толерантности.

Перкуссия и вибрация – это внешние манипуляции на грудной клетке, способствующие мобилизации секрета. Перкуссия состоит из ритмичных ударов по различным областям грудной клетки рукой, интенсивность и продолжительность которых должна быть скорректирована уровнем комфорта пациента. Вибрация состоит в применении вибрации руками грудной стенки и мягких тканей грудной клетки во время фазы выдоха. Методики могут комбинироваться с постуральным дренажом. Противопоказания для этих методик должны быть приняты во внимание и включают нестабильность сердечно-сосудистой системы, напряженный пневмоторакс, легочная эмболия, значительный плевральный выпот, нестабильность позвоночника, повышенное внутричерепное давление, переломы ребер, ожоги грудной клетки и раны.

Мануальная помощь кашлю. Этот маневр, который состоит из компрессий грудной клетки, скоординированных с дыханием пациента, имитирует нормальный кашель и помогает двигаться секрету из самых дистальных областей легких. Врач, который выполняет технику компрессий грудной клетки, помещает ладонь руки ниже грудной клетки пациента, между мечевидным отростком и пупком, оказывая давление

вверх и внутрь в последовательности с выдохом или кашлем больного. Внешнее давление действует вместо парализованных межреберных и брюшных мышц. Его эффективность может быть улучшена предварительной ингаляцией муколитика. Этот метод противопоказан в случаях нестабильности позвоночника, внутренних абдоминальных осложнениях, переломах ребер, а также недавней установки кава-фильтра.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Осложненная травма ШОП типа ASIA A и ASIA B определяет наличие дыхательной недостаточности нейрогенного генеза. Высокая частота респираторных нарушений требует своевременного принятия решения о необходимости респираторной поддержки, особенно у пациентов с полным повреждением СМ. Присоединение инфекционных бронхолегочных осложнений усугубляет течение дыхательной недостаточности и увеличивает вероятность неблагоприятного исхода заболевания. Особенности патогенеза ОДН, потребность в проведении длительной респираторной терапии, риск развития ВИДД, а также осложнений, характеризующихся увеличением работы дыхания (пневмония, отек легких, ателектаз легкого) на фоне сохраняющейся слабости дыхательной мускулатуры и генерализованной мышечной слабости, могут способствовать значительной пролонгации ИВЛ и, в дальнейшем, существенно затруднять процесс отлучения пациента от ИВЛ. В этой связи УЗИ метод оценки функции диафрагмы является перспективным для динамического наблюдения за пациентами в условиях ОРИТ. Метод дает возможность принять правильное решение при ведении пациентов, длительно находящихся на ИВЛ, особенно при решении вопроса о переводе пациентов на самостоятельное дыхание.

Достижение успешных результатов лечения возможно только на основе использования широкого комплекса современных методов диагностики и интенсивной терапии с учетом фактора срочности выполнения декомпрессивно-стабилизирующих операций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Крылов В.В., Гринь А.А., Луцик А.А., Парфенов В.Е., Дулаев А.К., Мануковский В.А., Коновалов Н.А., Перльмуттер О.А., Манащук В.И., Рерих В.В., Кордонский А.Ю.** Травма позвоночника и спинного мозга у взрослых. Клинические рекомендации. (Ассоциация нейрохирургов РФ). – 2016.
2. **Новосёлова И.Н.** Этиология и клиническая эпидемиология позвоночно-спинномозговой травмы. Литературный обзор // Российский нейрохирургический журнал имени профессора А.Л. Поленова. – 2019. – Т. 11. – № 4. – С. 84–92.
3. **Первухин С.А. и др.** Дыхательная недостаточность у пациентов с осложненной травмой шейного отдела позвоночника // Сибирский научный медицинский журнал. – 2015. – Т. 35. – №. 5. – С. 60-64.
4. **Первухин С. А. и др.** Респираторные нарушения в остром периоде осложненной травмы шейного отдела позвоночника // Общая реаниматология. – 2016. – Т. 12. – №. 2. – С. 30-42. <https://doi:10.15360/1813-9779-2016-2-30-42>
5. **Бабаев М.А., Быков Д.Б., Бирг Т.М., Выжигина М.А., Ерременко А.А.** ИВЛ индуцированная дисфункция диафрагмы (обзор) // Общая реаниматология. – 2018. – № 3.– С. 82-103. <https://doi:10.15360/1813-9779-2018-3-82-103>
6. **Неклюдова Г.В., Авдеев С.Н.** Возможности ультразвукового исследования диафрагмы // Терапевтический архив. – 2019. – Т. 91. – № 3. – С. 86-92. <https://doi:10.26442/00403660.2019.03.000129>
7. **Бажанов С.П. и др.** Мультидисциплинарный подход в профилактике и лечении бронхолегочных осложнений в остром периоде многоуровневой нестабильной травмы шейного отдела позвоночника и спинного мозга // Хирургия позвоночника. – 2012. – № 3. – С. 67-71.
8. **Стаценко И.А., Лебедева М.Н., Первухин С.А., Пальмаш А.В., Рерих В.В., Самохин А.Г., Волков С.Г.** Особенности течения осложненной травмы шейного отдела позвоночника в зависимости от срочности выполнения декомпрессии спинного мозга // Современные проблемы науки и образования. – 2018. – 16; URL: <https://doi://science-education.ru/ru/article/view?id=28193>
9. **Berlowitz DJ, Wadsworth B, Ross J.** Respiratory problems and management in people with spinal cord injury. *Breathe (Sheff)*. 2016;12(4):328-340. <https://doi:10.1183/20734735.012616>

-
-
10. **Guest J, Datta N, Jimshelishvili G, David R Gater Jr. Pathophysiology, Classification and Comorbidities after Traumatic Spinal Cord Injury.** *J Pers Med.* 2022;12(7):1126. [https://doi: 10.3390/jpm12071126](https://doi.org/10.3390/jpm12071126)
 11. **Schreiber AF, Garlasco J, Vieira F, Lau YH, Stavi D, Lightfoot D, Rigamonti A, Burns K, Friedrich JO, Singh JM, Brochard LJ.** Separation from mechanical ventilation and survival after spinal cord injury: a systematic review and meta-analysis. *Ann Intensive Care.* 2021;11(1):149. [https://doi:10.1186/s13613-021-00938-x](https://doi.org/10.1186/s13613-021-00938-x)
 12. **Wilson M, Nickels M, Wadsworth B, Kruger P, Semciw A.** Acute cervical spinal cord injury and extubation failure: A systematic review and meta-analysis. *Aust Crit Care.* 2020;33(1):97-105. [https://doi:10.1016/j.aucc.2019.01.007](https://doi.org/10.1016/j.aucc.2019.01.007)
 13. **Li C, Li X, Han H, Cui H, Wang G, Wang Z.** Diaphragmatic ultrasonography for predicting ventilator weaning: A meta-analysis. *Medicine (Baltimore).* 2018;97(22):e10968. [https://doi:10.1097/MD.00000000000010968](https://doi.org/10.1097/MD.00000000000010968)
 14. **Boussuges A, Rives S, Finance J, Brégeon F.** Assessment of diaphragmatic function by ultrasonography: Current approach and perspectives. *World J Clin Cases.* 2020;8(12):2408-2424. [https://doi:10.12998/wjcc.v8.i12.2408](https://doi.org/10.12998/wjcc.v8.i12.2408)
 15. **Wilson M, Nickels M, Wadsworth B, Kruger P, Semciw A.** Acute cervical spinal cord injury and extubation failure: A systematic review and meta-analysis. *Aust Crit Care.* 2020;33(1):97-105. [https://doi:10.1016/j.aucc.2019.01.007](https://doi.org/10.1016/j.aucc.2019.01.007)
 16. **Malas FÜ, Köseoğlu F, Kara M, Ece H, Aytekin M, Öztürk GT, Özçakar L, Ulaşlı AM.** Diaphragm ultrasonography and pulmonary function tests in patients with spinal cord injury. *Spinal Cord.* 2019;57(8):679-683. [https://doi:10.1038/s41393-019-0275-3](https://doi.org/10.1038/s41393-019-0275-3)
 17. **Zhu Z, Li J, Yang D, Gao F, Du L, Yang M.** Ultrasonographic evaluation of diaphragm thickness and excursion in patients with cervical spinal cord injury. *J Spinal Cord Med.* 2021;44(5):742-747. [https://doi:10.1080/1079026.2019.1669955](https://doi.org/10.1080/1079026.2019.1669955)

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Пациенты с острой травмой спинного мозга оперируются в порядке оказания:

- А. Экстренной медицинской помощи
- Б. Сроки оказания медицинской помощи значения не имеют
- С. Неотложной помощи
- Д. В плановом порядке

2. Продолжительность острейшего периода течения ПСМТ:

- А. Первые 3 часа от момента травмы
- Б. Первые 8 часов от момента травм
- С. Первая неделя от момента травмы
- Д. Месяц от момента травмы

3. Функция внешнего дыхания определяется:

- А. Дыхательным центром
- Б. Дыхательными мышцами
- С. Состоянием альвеолярно-капиллярной системы
- Д. Сердечным выбросом

4. К экспираторным дыхательным мышцам не относятся:

- А. Абдоминальные мышцы
- Б. Диафрагма
- С. Наружные межреберные мышцы
- Д. Грудино-ключично-сосцевидные

5. Вклад диафрагмы в процесс дыхания

- А. 70–80 %
- Б. 100 %
- С. 50 %
- Д. 20 %

6. Через сколько часов после госпитализации устанавливается диагноз нозокомиальной пневмонии?

-
- А. 24
 - Б. 48
 - С. 72
 - Д. 12

7. Какие показатели позволяет оценить УЗИ диафрагмы?

- А. Экскурсия
- Б. Масса
- С. Толщина
- Д. Высота стояния

8. К критериям прекращения ИВЛ не относится:

- А. Стабильность гемодинамики
- Б. Отсутствие воспалительных изменений в легких
- С. Компенсированное КОС
- Д. Кормление через назогастральный зонд

9. Основные задачи респираторной поддержки:

- А. Достижение адекватного газообмена
- Б. Предупреждение боли и тревожности
- С. Снижение энергетической цены работы дыхания
- Д. Целевой уровень среднего АД – 90 мм рт. ст.

10. В какое время после ПСМТ можно безопасно для интубации трахеи применять деполяризующие мышечные релаксанты?

- А. Через 9 месяцев
- Б. Первый месяц
- С. Первая неделя
- Д. Первые 72 часа

11. Целевые значения ИВЛ включают:

- А. PaCO_2 в пределах 35–45 мм рт. ст.
- Б. $\text{PaO}_2 > 65$ мм рт. ст.
- С. $\text{Sat O}_2 > 93$ %
- Д. pH 7,35–7,45

12. Что не входит в концепцию протективной вентиляции легких:

- А. Одноразовые дыхательные контуры
- Б. ДО – 5–10 мл/кг
- С. ПДКВ – 5–15 см вод. ст.
- Д. Preak < 35 см вод. ст.

13. Тяжесть повреждения спинного мозга ASIA A – это:

- А. Парез ниже уровня повреждения (>3 баллов), моторная функция сохранена
- Б. Моторные и сенсорные функции сохранены
- С. Чувствительность сохранена ниже уровня повреждения. Моторной функции нет.
- Д. Полное отсутствие моторных и сенсорных функций.

14. Тяжесть повреждения спинного мозга ASIA B – это:

- А. Полное отсутствие моторных и сенсорных функций.
- Б. Чувствительность сохранена ниже уровня повреждения. Моторной функции нет.
- С. Моторные и сенсорные функции сохранены
- Д. Парез ниже уровня повреждения (>3 баллов), моторная функция сохранена

15. Главный принцип оказания помощи на догоспитальном этапе при ПСМТ:

- А. Анестезия, инфузионная терапия
- Б. Антикоагулянты, антибактериальная терапия
- С. Анальгезия, инфузионная терапия
- Д. Транспортная иммобилизация

16. Критерии прекращения длительной ИВЛ:

- А. Восстановление сознания
- Б. Стабилизация гемодинамики
- С. Полное восстановление самостоятельного дыхания
- Д. Наличие кашлевого рефлекса

17. Спина́й моз́г заканчивается на уровне:

- А. XII грудного позвонка
- Б. II поясничного позвонка
- С. На уровне крестца
- Д. V поясничного позвонка

18. Дополнительный критерий готовности пациента с ПСМТ шейного отдела к самостоятельному дыханию после длительной ИВЛ:

- А. Восстановление нейромышечной проводимости
- Б. Достижение текущих значений подвижности и толщины диафрагмы не менее уровня предоперационных показателей
- С. Нормализация объема циркулирующей крови
- Д. Стабилизация гемодинамики

19. К консервативным методам лечения дыхательной дисфункции у больных с ПСМТ не относится:

- А. Ингаляция муколитика
- Б. Электростимуляция диафрагмы
- С. Мануальная помощь кашлю
- Д. Метод полимеразной цепной реакции

20. Гипоксия какого типа развивается при острой ПСМТ шейного отдела?

- А. Дыхательная
- Б. Гемическая
- С. Циркуляторная
- Д. Тканевая

Ответы к тестовым вопросам

1 – А; 2 – Б; 3 – А, Б; 4 – Б, С, Д; 5 – А; 6 – Б, С; 7 – А, С; 8 – Д; 9 – А, Б, С, Д; 10 – А, Д; 11 – А, Б, С, Д; 12 – А; 13 – Д; 14 – Б; 15 – Д; 16 – А, Б, С, Д; 17 – Б; 18 – Б; 19 – Д; 20 – А, С.

Учебное пособие

Лебедева Майя Николаевна
Первухин Сергей Александрович
Стаценко Иван Анатольевич
Пальмаш Алексей Викторович

ИНТЕНСИВНАЯ ТЕРАПИЯ ДЫХАТЕЛЬНОЙ
НЕДОСТАТОЧНОСТИ У ПАЦИЕНТОВ
С ПОЗВОНОЧНО-СПИННОМОЗГОВОЙ ТРАВМОЙ
ШЕЙНОГО ОТДЕЛА

Подписано в печать 04.03.2024

Формат 60 x 84/16.

Тираж 100 экз.

Заказ № 10560.

ISBN 978-5-6045748-9-8



9 785604 574898