

**ПРАКТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО ОБЩЕСТВА ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ
(WMS) ПО СПИНАЛЬНОЙ ИММОБИЛИЗАЦИИ В ЗАТРУДНЕННЫХ УСЛОВИЯХ:
ОБНОВЛЕНИЕ 2014 ГОДА**

[Robert H. Quinn](#), MD

[Jason Williams](#), BS

[Brad L. Bennett](#), PhD

[Gregory Stiller](#), MD

[Arthur A. Islas](#), MD

[Seth McCord](#), MD

Оригинал статьи - [http://www.wemjournal.org/article/S1080-6032\(14\)00272-5/fulltext](http://www.wemjournal.org/article/S1080-6032(14)00272-5/fulltext)

Перевод - Шишкин К.Г.

С целью создания наилучшего практического руководства по спинальной иммобилизации в трудных условиях Общество экстремальной медицины (Wilderness Medical Society, WMS) собрало рабочую группу экспертов с целью разработки научно-обоснованных рекомендаций по лечению пациентов с травмой позвоночника или подозрением на травму позвоночника в затрудненных (опасных или связанных с риском) условиях. Рекомендации даны в соответствии с несколькими параметрами, касающимися спинальной иммобилизации. Рекомендации классифицированы на основании качества доказательной базы и баланса выгоды и рисков осложнений в отношении каждого из параметров в соответствии с методологией, принятой Американской коллегией врачей-специалистов по заболеваниям грудной клетки (American College of Chest Physicians, ACCP). Также представлен лечебный алгоритм на основе данного руководства. Это обновленная версия оригинального Практического руководства WMS по спинальной иммобилизации в затрудненных условиях, опубликованного в журнале Wilderness & Environmental Medicine 2013; 24(3);241-252.

Ключевые слова: spinal injury, spinal trauma, spinal immobilization, cervical spine injury, cervical spine immobilization, cervical spine clearance

ВВЕДЕНИЕ

Методики иммобилизации и извлечения пациента с имеющейся или потенциально возможной травмой позвоночника применяются уже в течение десятилетий. Эти методы опираются на практический, но не системный подход, основанный на недопущении дополнительного нанесения серьезных повреждений. Более того, существует мало доказательств в пользу эффективности или необходимости проведения этих методик. Догоспитальная помощь при переломе позвоночника может являться одним из наиболее показательных примеров того, как клиническая медицина в большей степени опирается на возможные медико-юридические последствия, чем на обоснованные клинические или научные доказательства. В то время как высокая стоимость (имеются в виду как доллары, так и используемые ресурсы) направленных на это профилактических мероприятий в условиях цивилизации может быть как оправданной, так и необоснованной, в затрудненных (опасных или связанных с риском) условиях любое решение об иммобилизации позвоночника напрямую связано с потенциальным риском получения

дополнительной травмы как пострадавшим, так и спасателями. Когда травмированный или потенциально травмированный пострадавший находится в угрожающих условиях окружающей среды, спасатели часто буквально рискуют своими жизнями, чтобы и предотвратить дальнейшие повреждения, и обеспечить безопасное извлечение. В этой ситуации первостепенное значение имеет наличие убедительных доказательств для принятия клинических решений.

Для разработки соответствующих практических рекомендаций по спинальной иммобилизации в затрудненных условиях, основываясь на ведущих из существующих доказательств, была собрана рабочая группа экспертов, целью работы которой стало создание доказательно обоснованного практического руководства.

МЕТОДЫ

Рабочая группа экспертов по оказанию помощи в полевых условиях была собрана на ежегодной встрече Общества экстремальной медицины (WMS) в Сноумассе, штат Коннектикут, в июле 2011 года. Участники были отобраны из разных профессиональных областей на основе клинических интересов и исследовательского опыта. Рабочая группа включала 2 хирурга-ортопеда, 2 опытных клинических EMT (emergency medical technicians - персонал скорой помощи; 1 военный и 1 гражданский), 1 врач экстренной медицины и 1 семейный практикующий врач с опытом спортивной медицины. Соответствующие статьи были идентифицированы через системы данных PUBMED и Cochrane Collaboration с использованием поиска по ключевым словам – терминам, соответствующим каждой из тем. Рецензируемые исследования по теме спинальной иммобилизации, включая рандомизированные контролируемые исследования, обсервационные исследования и серии случаев, были изучены, а также был оценен уровень доказательности их заключений. Исследования, представленные только кратким описанием, в обзор не включались. Заключение к статьям не использовались при формулировке рекомендаций, но цитировались с целью донесения контекста. В вопросах, по которым не были найдены соответствующие исследования, рекомендации панели экспертов основывались на оценке выгоды и рисков, исходя из реального опыта оказания помощи пациентам. Рабочая группа экспертов использовала консенсусный подход при разработке рекомендаций по ведению больных со спинальной травмой в условиях дикой природы. Данные рекомендации были классифицированы на основе их клинической значимости согласно принципам, разработанным Американской коллегией врачей-специалистов по заболеваниям грудной клетки (American College of Chest Physicians, ACCP) (Табл. №1) [1]. Это обновленная версия оригинального Практического руководства WMS по спинальной иммобилизации в затрудненных условиях, опубликованного в журнале Wilderness & Environmental Medicine 2013; 24(3);241-252.

Таблица 1. Классификационная схема оценки доказательности клинических рекомендаций АССР

Степень	Описание	Оценка «эффект-риски»	Доказательная база
1A	Сильная рекомендация, высокий уровень доказательности	Эффект значительно преобладает над рисками и возможными осложнениями или наоборот	РКИ без существенных ограничений или неопровержимые доказательства полученных данных
1B	Сильная рекомендация, средний уровень доказательности	Эффект значительно преобладает над рисками и возможными осложнениями или наоборот	РКИ со значимыми ограничениями или убедительные доказательства полученных данных
1C	Сильная рекомендация, низкий уровень доказательности	Эффект значительно преобладает над рисками и возможными осложнениями или наоборот	Результаты наблюдений или серии случаев
2A	Слабая рекомендация, высокий уровень доказательности	Эффект сопоставим с рисками и возможными осложнениями	РКИ без существенных ограничений или неопровержимые доказательства полученных данных
2B	Слабая рекомендация, средний уровень доказательности	Эффект сопоставим с рисками и возможными осложнениями	РКИ со значимыми ограничениями или убедительные доказательства полученных данных
2C	Слабая рекомендация, Низкий уровень доказательности	Эффект сопоставим с рисками и возможными осложнениями	Результаты наблюдений или серии случаев

АССР - American College of Chest Physicians, РКИ – рандомизированные контролируемые исследования

ОБЗОР ПРОБЛЕМЫ

Частота повреждения спинного мозга (ПСМ) в Соединенных Штатах оценивается как 40-50 на миллион в год, составляя 3% среди госпитализированных по поводу травмы[2]. Норвежское эпидемиологическое исследование[3] выявило частоту встречаемости переломов шейного отдела позвоночника на уровне 11,8/100 000 в год. Среди этих травм 60% были связаны с падением с высоты, 21% были связаны с дорожно-транспортными происшествиями. Частота открытых операций по поводу данных травм составила 3,1/100 000 в год.

От двух до пяти процентов пациентов с ПСМ имеют симптомы неврологической дисфункции, в зависимости от эффективности догоспитальной помощи и от патофизиологических особенностей самого повреждения (прогрессирующая неврологическая ишемия, отек спинного мозга и т.д.) [4, 5].

Авторы отметили положительные изменения в исходном неврологическом статусе у пациентов с ПСМ, доставленных в отделения неотложной помощи, за последние 30 лет. В 1970-х 55% пациентов, направленных в центры, занимающиеся ПСМ, по прибытии имели необратимые неврологические поражения, в то время как в 1980-х этот показатель снизился до 39%. Улучшение неврологического статуса было связано с созданием служб неотложной медицинской помощи (emergency medical services, EMS) в 1970-х. В то же время нет доказательств в поддержку мнения, что эти положительные изменения как-то связаны с появлением EMS-протоколов. Несомненно, улучшения систем безопасности автомобилей и их конструкции в целом, равно как и появление

законодательных актов об обязательном использовании ремней безопасности также, хотя бы частично, но сыграли свою положительную роль. Обзор базы данных Национальной системы тестирования автомобилей (National Automotive Sampling System, NASS) с 1995 по 2001 год выявил 8412 случаев повреждения шейного отдела позвоночника[7]. Примерно половина из них (44,7%) не воспользовались средствами безопасности, а в остальных случаях средствами безопасности были: только ремни безопасности (38,2%), только подушки безопасности (8,8%) или оба этих средства сразу (8,4%).

Важно внести некоторую априорную ясность при публикации данного руководства. Многие статьи неоднократно цитировались в литературе как примеры, свидетельствующие о неврологическом дефиците при ПСМ вследствие неадекватной догоспитальной иммобилизации[8-14]. Однако тщательный обзор этих случаев выявил, что практически все они представляют собой пропущенные или поздние диагнозы уже после госпитализации, или же ухудшения состояния на фоне лечения при известном диагнозе.

Основная цель данного руководства – представить доказательно-обоснованный подход к оказанию догоспитальной помощи, который минимизировал бы возможность возникновения неврологических нарушений при имеющемся или потенциально возможном ПСМ с момента извлечения до прибытия в медицинское учреждение.

Спинальная иммобилизация сама по себе не является благоприятной процедурой. В добавление к риску дополнительно травмировать пациента вследствие возрастания опасности спасательной операции в целом, спинальная иммобилизация связана с документально подтвержденными рисками и крайним дискомфортом для пациента. Хотя рабочей группе экспертов не удалось найти в литературе ни одного должным образом описанного клинического случая догоспитального неврологического повреждения как прямого следствия неправильной или неадекватной иммобилизации, множественные клинические наблюдения констатируют тяжелые повреждения и даже смерть пациента вследствие иммобилизации как таковой[2, 15-26].

С целью формулировки надлежащих руководящих принципов для проведения спинальной иммобилизации в условиях опасной окружающей среды, важно обозначить и попытаться дифференцировать 5 типов сценариев спинальной травмы: 1) неповрежденный позвоночник; 2) стабильное повреждение позвоночника без существующего или потенциального неврологического дефицита; 3) нестабильное или потенциально нестабильное повреждение позвоночника без явного неврологического дефицита; 4) нестабильное повреждение позвоночника с неврологическим дефицитом; 5) тяжело травмированный пациент с неизвестным повреждением позвоночника. Если иммобилизацию и следует проводить, то она будет показана только для пунктов 3,4 и 5.

Термин «исключение травмы позвоночника» имеет множество определений в зависимости от обстоятельств и уровня подготовленности медицинского провайдера и в целом рассматривается скорее как разговорный, чем академический. Например, в зависимости от профессионального круга, пациент с «исключенной травмой позвоночника» может не иметь повреждения позвоночника, или иметь достаточно низкую вероятность повреждения и не нуждаться в спинальном щите или шейном воротнике и не иметь показаний для рентгенологического обследования, согласно критериям принятия диагностического решения (например, критериям Национального исследования использования экстренной рентгенографии, National Emergency X-radiography Utilization Study [NEXUS]), или же иметь результаты рентгенологического обследования без подтвержденной травмы. Более того, некоторые образовательные организации

в области экстремальной медицины учат, что осмотр с целью исключения травмы позвоночника проводится только с целью эвакуации, а далее должна проводиться стандартная оценка для принятия решения медицинским провайдером, обеспечивающим оказание расширенного объема помощи.

В целях данной публикации, «исключение травмы позвоночника» означает процесс либо корректной идентификации 1 или 2 типов сценария, описанных выше, либо, что важнее, исключение 3,4 или 5 типов сценария. Пациент может иметь симптомы или клинические находки, связанные с повреждением позвоночника без острых последствий (номер 2), включая растяжения, перенапряжение или даже небольшие переломы (например, переломы остистых отростков или легкие компрессионные переломы). Некоторые из этих повреждений могут стать причиной длительно существующих симптомов, которые могут требовать медицинского участия в поздние сроки (например, растяжение, которое прогрессирует хроническими симптомами, подлежащими медикаментозному, физиотерапевтическому или массажному лечению). Если провайдер исключил опасную травму позвоночника, важно отличить, соответствует ли повреждение и будет ли оно продолжать соответствовать 2 категории с вероятностью пропустить повреждение 3, 4 или 5 категории менее 1%.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Ниже описаны руководящие принципы по спинальной иммобилизации, подтверждающие их доказательства и соответствующие им уровни рекомендации.

ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ТЕЛА ПРИ ПОВРЕЖДЕНИИ ПОЗВОНОЧНИКА

Несмотря на то, что не проводилось исследований, специально оценивавших оптимальное универсальное положение тела при повреждениях позвоночника, клинические доказательства (на основе данных диагностической визуализации и опыта оказания помощи пациентам после тракции, манипуляции и оперативной редукции) настоятельно указывают на нейтральное выпрямленное положение как на наиболее предпочтительное.

Рекомендация

Следует приводить пострадавшего в нейтральное выпрямленное положение и поддерживать это положение, с легкой или умеренной по силе тракцией шейного отдела в процессе извлечения, пока этот маневр не будет сопровождаться ответным сопротивлением, нарастающей болью, а также появлением или нарастанием неврологического дефицита. *Уровень рекомендации – 1С.*

МЕТОДЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПОСТРАДАВШЕГО С ВОЗМОЖНОЙ ТРАВМОЙ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

Shafer и Naunheim[27] опубликовали результаты исследования, анализировавшего подвижность шеи во время извлечения из макета автомобиля с использованием 6-камерной видеосистемы. В сравнении с извлечением руками опытных парамедиков, предоставление человеку возможности покинуть автомобиль самостоятельно с предварительно надетым шейным воротником показало меньшее смещение в шейном отделе позвоночника. Похожее биомеханическое исследование недавно подтвердило эти результаты[28].

Радиографическое сравнение показало лучшую иммобилизацию нормального шейного отдела позвоночника во время извлечения из автомобиля с помощью устройства Кендрика (Kendrick

extrication device, KED) в сочетании с филаделфийским воротником в сравнении с комбинацией короткого щита, пластыря и воротника[29]. Похожие положительные результаты были продемонстрированы и в других исследованиях с использованием KED и похожих устройств[30-32].

Рекомендация

Пациентам, требующим извлечения, у которых травма шейного отдела позвоночника не может быть исключена до извлечения, следует надеть шейный воротник и предоставить возможность выбраться самостоятельно, если у них сохранены сознание и адекватность поведения. В остальных случаях извлечение должно производиться с применением KED (или похожего устройства) в сочетании с шейным воротником. Имобилизованного пациента в сидячем положении следует переместить на длинный спинальный щит, вакуумный матрас или аналогичное устройство. *Уровень рекомендации – 1С.*

ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ПАЦИЕНТА С ИМЕЮЩИМСЯ ИЛИ ПОТЕНЦИАЛЬНО ВОЗМОЖНЫМ ПОВРЕЖДЕНИЕМ ПОЗВОНОЧНИКА

Ручная тракция шейного отдела позвоночника – стандартная процедура при перемещении пациентов с подтвержденной спинальной травмой в госпитальных условиях. Это делается с целью поддержания позвоночника в нормальном анатомическом положении и для предотвращения деформации позвоночного столба, которая в противном случае может произойти. Тракция часто используется для стабилизации и фиксации нестабильной спинальной травмы. В контролируемых госпитальных условиях тракция шеи до 150 фунтов безопасно используется для фиксации нестабильных повреждений шейного отдела позвоночника[33]. Чрезмерная тракция может быть опасна возникновением более нестабильных повреждений позвоночника, и поэтому должна быть исключена в неконтролируемых условиях.

Рекомендация

Следует проводить легкую или умеренную тракцию при возвращении шейного отдела позвоночника в нормальное анатомическое положение и при перемещении (перекладывании) пострадавшего. *Уровень рекомендации – 1С.*

Boissy и соавт.[34] продемонстрировали лучшую стабилизацию всего позвоночника при перекладывании пострадавшего путем подъема или затаскивания его волоком на жесткий щит, в отличие от перекладывания путем поворота тела на бок (log-roll). Это исследование также сравнивало два метода обеспечения дополнительной мануальной стабилизации шейного отдела позвоночника параллельно с сопутствующей стабилизацией пояснично-грудного отдела: «head squeeze» и «trap squeeze». В случае «head squeeze», ведущий спасатель держит расслабленную голову ладонями, руки находятся с обеих сторон головы так, чтоб мизинец захватывает сосцевидные отростки снизу, а второй и третий пальцы могут при необходимости производить маневр выдвижения нижней челюсти вперед. В случае выполнения «trap squeeze» спасатель захватывает руками трапециевидные мышцы пациента с обеих сторон головы (большие пальцы спереди от трапециевидной мышцы) и жестко фиксирует голову между своих предплечий, которые расположены на уровне ушных раковин (Рис. 1). «Trap squeeze» показал лучшие результаты в этом исследовании, особенно при моделировании ситуаций с пациентом с возбужденным поведением.

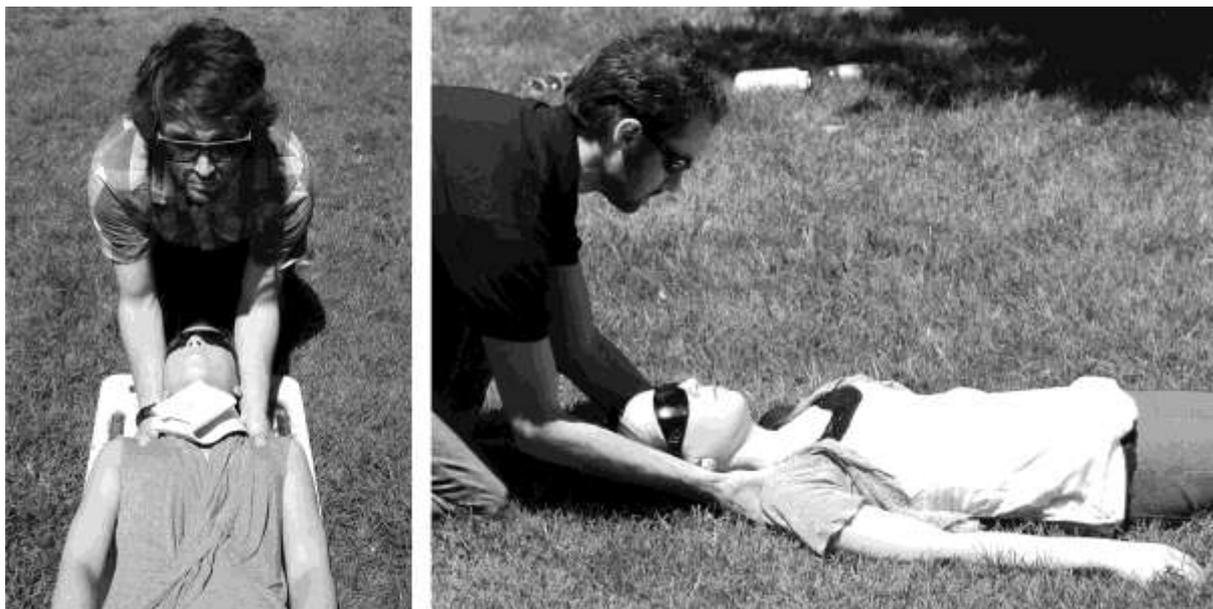


Рисунок 1. Демонстрация методики «trap squeeze» для иммобилизации шейного отдела позвоночника

Преимущество подъема или затаскивания пострадавшего волоком над перекадыванием его путем поворота (log-roll) в обеспечении тотальной иммобилизации позвоночника также было продемонстрировано и в других исследованиях[35, 36].

Рекомендация

При перекадывании пациентов на спинальный щит и обратно поднятие или затаскивание пострадавшего волоком предпочтительнее перекадывания его путем поворота на бок (log-roll).
Уровень рекомендации – 1С.

Мы не знаем каких-либо доказательств, которые бы препятствовали транспортировке в устойчивом боковом положении. Пациенты с повреждением позвоночника часто укладываются в устойчивое боковое положение, когда госпитализируются в стационар, без каких-либо побочных эффектов.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СПИНАЛЬНОЙ ИММОБИЛИЗАЦИИ В СНИЖЕНИИ ЧАСТОТЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ НЕВРОЛОГИЧЕСКИХ ОСЛОЖНЕНИЙ

Кокрейновский обзор не выявил ни одного рандомизированного контролируемого исследования по поводу спинальной иммобилизации. Авторы этого обзора пришли к заключению, что влияние спинальной иммобилизации на летальность, неврологические повреждения, стабильность позвоночника и отрицательные эффекты у пациентов с травмой позвоночника остается неясным[2]. Поскольку обструкция дыхательных путей является более значимой причиной потенциально предотвратимой смерти при травме, а спинальная иммобилизация может вносить свой вклад в нарушение проходимости дыхательных путей, авторы также сделали вывод, что нельзя исключить, что спинальная иммобилизация может способствовать росту частоты осложнений и летальности.

Hauswald и соавт.[37] опубликовали ретроспективный обзор всех пациентов, зарегистрированных в двух университетских госпиталях с острой закрытой травмой позвоночника или спинного мозга, которые транспортировались с места происшествия напрямую в госпиталь. Ни у одного из 120

пациентов, пролеченных в одном из госпиталей, не проводилась спинальная иммобилизация во время транспортировки, в то время как 334 пациента, пролеченных в другом госпитале, были иммобилизованы. Меньшее число неврологических нарушений было зарегистрировано в группе пациентов, которым иммобилизация не проводилась (отношение шансов 2.03; 95% CI, 1.03-3.99; P=0.04).

Рекомендация

Спинальная иммобилизация должна проводиться пациентам с признаками спинальной травмы, включая пострадавших с неврологическими нарушениями, и пациентам с тяжелой травмой и без сознания или с нарушениями психического статуса. *Уровень рекомендации – 2С.*

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ШЕЙНОГО ВОРОТНИКА В ИММОБИЛИЗАЦИИ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

Несмотря на то, что применение шейного воротника рассматривается как золотой стандарт при иммобилизации шейного отдела позвоночника, существует мало доказательств в пользу его эффективности. Есть предположение, что нейтральное анатомическое положение является оптимальным при повреждении позвоночника, и шейный воротник просто выполняет эту задачу. В то же время одно исследование демонстрирует, что более чем 80% взрослых требуют подкладки под затылок толщиной 1,3-5,1 см в дополнение к шейному воротнику для поддержания шейного отдела позвоночника в нейтральном положении относительно грудной клетки, в зависимости от конституциональных особенностей и степени развития мышц[38].

Существует другое предположение, что шейный воротник ограничивает подвижность в шейном отделе позвоночника. В то же время при моделировании на трупах Horodski и соавт.[39] пришли к заключению, что шейный воротник – это лучше, чем отсутствие какой-либо иммобилизации, но он не обеспечивает эффективного ограничения подвижности при моделировании нестабильной травмы шейного отдела позвоночника. Еще одно исследование на трупах анализировало подвижность шейного отдела при отсутствии воротника и с тремя различными типами шейных воротников[36]. Несмотря на то, что имело место снижение объема движений, производимых во всех проекциях, как результат надевания каждого из трех воротников, ни одно из этих изменений не показало значимых различий. Holla[40] показал, что жесткий шейный воротник в сочетании со спинальным щитом снижал подвижность шейного отдела позвоночника до 34% относительно нормальной. Использование фиксации головы мягкими блоками в сочетании со спинальным щитом показало снижение подвижности до 12% от нормальной. Добавление жесткого шейного воротника к фиксации блоками не обеспечивало дополнительного иммобилизационного эффекта, но ограничивало открывание рта. Эти результаты были в некоторой степени опровергнуты Podolsky и соавт.[41], которые продемонстрировали в похожем исследовании, что ни шейный воротник сам по себе, ни мешки с песком с фиксацией пластырем не обеспечивали достаточного ограничения подвижности шейного отдела позвоночника. По данным их исследования, только совместное использование жесткого шейного воротника и мешков с песком и фиксация пластырем обеспечивало статистически значимую защиту шеи от разгибания. Lador и соавт.[42] при моделировании на трупах продемонстрировал растяжение шейного отдела позвоночника на стороне повреждения при использовании жесткого воротника, в равной степени как и образование точек сгибания-разгибания шейного отдела позвоночника там, где воротник опирается на череп и плечи. Другие авторы также показали ненормальные значения межпозвоночных расстояний при использовании воротника при тракционной травме[43]. Ivancic[44] провел биомеханическое исследование с использованием 2 типов шейных воротников

и 2 типов шейно-грудных ортезов. Даже несмотря на то, что данное исследование показало рост эффективности иммобилизации при использовании более жестких устройств, особенно ограничивающих сгибание и разгибание в среднем и нижнем отрезках шейного отдела позвоночника, самое жесткое устройство все же допускало степень свободы 57,8% при осевой ротации и 53,8% при боковом отклонении.

Независимо от того, эффективны шейные воротники или нет, их использование может сопровождаться осложнениями, связанными с воротником как таковым. Шейные ортезы могут увеличивать риск аспирации и препятствовать возможности обеспечения адекватной проходимости дыхательных путей. В дополнение к этому, описано, что данные устройства могут напрямую препятствовать нормальному дыханию. Ау и соавт.[21] показали статистически значимое снижение объема форсированного выдоха за 1 секунду (ОФВ₁) и форсированного жизненного объема при использовании как KED, так и длинного спинального щита. Другое исследование показало снижение ОФВ₁ на 15% при использовании шейного воротника и длинного спинального щита, а также выявило, что затруднение дыхания было более выражено с возрастом[13]. Другие исследования показали похожие результаты[18, 19, 21]. Использование шейных воротников также сопровождается повышением внутричерепного давления[45-48], причем документально зафиксировано значительное увеличение давления при использовании жестких вариантов шейных воротников[26, 49-52]

Несмотря на то, что рабочей группе экспертов до сих пор не известны конкретные случаи документально зафиксированного неврологического повреждения, которое бы произошло вследствие отсутствия или неадекватности догоспитальной иммобилизации, на настоящий момент описано много случаев документально зафиксированного неврологического дефицита и даже смерти при применении шейного воротника у пациентов с анкилозирующим спондилитом[22, 23]. У этих пациентов жесткий воротник приводит хрупкий шейный отдел в нефизиологичное для него положение и должен быть противопоказан.

При правильном наложении импровизированный воротник из гибкой шины (SAM-splint) может быть столь же эффективным, как и филаделфийский воротник[53].

Рекомендация

Шейный воротник (или импровизированный его эквивалент) должен рассматриваться как один из многих инструментов, доступных для экстренной иммобилизации шейного отдела позвоночника. Не следует ни рассматривать его как самостоятельное адекватное средство иммобилизации, ни считать его наложение необходимым, если адекватная иммобилизация может быть проведена другими средствами, или использование воротника само по себе препятствует оказанию экстренной помощи пациенту. *Уровень рекомендации – 2В.*

Использование шейного воротника противопоказано при анкилозирующем спондилите. Таким пациентам с подозрением на травму должна проводиться фиксация шеи в положении комфорта. *Уровень рекомендации – 1В.*

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СПИНАЛЬНОГО ЩИТА

Несколько исследований продемонстрировали, что вакуумный матрас обеспечивает значительно лучшую стабильность позвоночника, более высокую скорость обеспечения иммобилизации и

значительно больший комфорт для пациента в сравнении со спинальным щитом[54-59]. Иммобилизация с помощью вакуумного матраса при подозрении на травму позвоночника является актуальной на настоящий момент рекомендацией Международной комиссии по горной экстренной медицине (International Commission for Mountain Emergency Medicine)[60].

Рекомендация

Вакуумный матрас обеспечивает наилучшую иммобилизацию, как со стандартным шейным воротником, так и без него, и дает больший комфорт для пострадавшего (с документально зафиксированным снижением риска развития пролежней), поэтому является более предпочтительным, чем спинальный щит, для иммобилизации как всего позвоночника, так и частично его отделов. *Уровень рекомендации – 1С.*

ИММОБИЛИЗАЦИЯ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

Anderson и соавт.[61] провели мета-анализ данных относительно принятия клинических решений в отношении применения иммобилизации шейного отдела позвоночника при отсутствии симптомов у пациентов с закрытой травмой. Данные были собраны как в госпитальных условиях, так и на догоспитальном этапе. Их анализ показал, что у пациента в сознании, без симптомов, без отвлекающей травмы или неврологического дефицита, которому удастся провести полное функциональное исследование объема движений, может безопасно обойтись без иммобилизации шейного отдела позвоночника без рентгенографического обследования (чувствительность – 98,1%; специфичность – 35,4%; прогностическая значимость отрицательного результата – 99,8%; прогностическая значимость положительного результата – 3,7%).

NEXUS (National Emergency X-Radiography Utilization Study, Национальное исследование использования экстренной рентгенографии) проспективно выделило 5 параметров у исследуемых пациентов с закрытой травмой в отделении неотложной помощи: отсутствие болезненности в области шеи по средней линии, отсутствие фокального неврологического дефицита, нормальный уровень сознания, отсутствие интоксикаций и отсутствие болезненной или отвлекающей травмы[62]. Были оценены 34 000 клинических случаев, травма шейного отдела позвоночника была выявлена в 818 из них, в 578 из которых она была клинически значима. Во всех из 818 случаев, за исключением 8, травма была идентифицирована с использованием данных критериев (чувствительность 99,0%; специфичность – 12,9%; прогностическая значимость отрицательного результата – 99,8%; прогностическая значимость положительного результата – 2,7%). Только 2 пациента из этих 8 имели клинически значимую травму, и только у 1 из них потребовалось хирургическое лечение.

Несмотря на то, что чувствительность и прогностическая значимость отрицательного результата, полученные в этих двух исследованиях, вселяют уверенность, что травмы не упускаются из виду, низкая специфичность и прогностическая значимость положительного результата указывают на то, что большому количеству пациентов (от 96,3% до 97,3%) иммобилизация проводится без необходимости.

Domeier и др.[63] проспективно собрали данные экстренных медслужб о 8975 пациентах в отношении 5 догоспитальных клинических критериев (измененного психического статуса, неврологического дефицита, боли или болезненности в области позвоночника, признаков интоксикации или подозрения на переломы конечностей), отсутствие которых выявляло на догоспитальном этапе травмированного пациента без значительного повреждения позвоночника.

Они выделили 295 пациентов с травмой позвоночника (3,3%). Повреждение позвоночника было идентифицировано по догоспитальным критериям у 280 человек из 295 (94,4%). Критерии упустили из виду 15 человек. 13 из 15 имели стабильные повреждения (стабильная компрессия или повреждения отростков). Остальные 2 могли бы быть охвачены при более детальной клинической оценке. Подобное проспективное исследование с теми же критериями оценивало данные по 13 483 пациентам[64]. Чувствительность протокола экстренных служб составила 92%, что привело к отсутствию иммобилизации у 8% пациентов с повреждениями позвоночника, ни у одного из которых не было неврологических нарушений.

Maine с 2002 года использует догоспитальный избирательный протокол обследования позвоночника. Пациенты с характерным механизмом травмы (осевая нагрузка, закрытая травма, дорожно-транспортные происшествия, падение взрослого человека с высоты собственного роста) не иммобилизуются, если они адекватны (нет интоксикации или нарушений психического статуса), у них нет отвлекающей травмы, нет отклонений при неврологическом осмотре и нет болезненности в области позвоночника. Выявлено 19 стабильных переломов, которые не были иммобилизованы по этому протоколу среди примерно 32 000 случаев травмы[65]. Протокол имеет чувствительность 94,1%, прогностическую значимость отрицательного результата - 99,9%, специфичность - 59,3% и прогностическую значимость положительного результата - 0,1%. Единственное нестабильное повреждение позвоночника случилось у 86-летней женщины, которая травмировала спину при перемещении мебели за неделю до вызова скорой помощи и имела подвывих Т6-Т7 позвонков, требующий фиксации, без неврологического дефицита. Пожилые пациенты (>65 лет) составляют наибольшее количество случаев стабильных повреждений позвоночника без неврологических проявлений, но также демонстрируют больший риск осложнений (боль, пролежни, дыхательная недостаточность) при спинальной иммобилизации. Дополнительные данные, полученные при исследовании той же группы людей и опубликованные отдельно, выявили, что 1301 пациент из 2220 были иммобилизованы на основании протокола: 416 (32%) были неадекватны, у 358 (28%) было подозрение на наличие отвлекающей травмы, у 80 (6%) были выявлены нарушения при неврологическом осмотре и 709 (54%) имели боль или болезненность в области позвоночника[66]. Из 2220 пациентов острый перелом позвоночника был выявлен только у 7, все они были соответствующим образом иммобилизованы.

Исследования также подтвердили целесообразность догоспитального использования Канадского протокола ШОП (шейного отдела позвоночника) (Canadian C-spine protocol)[67-75]. Согласно этому протоколу, исследуется 3 вопроса относительно того, требуется пациенту проведение рентгенографии позвоночника или нет: 1) Присутствует ли фактор высокого риска (возраст более 65, опасный механизм травмы, парестезии)? 2) Присутствует ли фактор низкого риска, позволяющий безопасно оценить диапазон движений (простое ДТП с ударом сзади, способность к самостоятельному передвижению в любое время после травмы, сидячее положение при нахождении в отделении неотложной помощи, отсроченное появление болей в области шеи, отсутствие болезненности по срединной линии в области шеи)? 3) Способен ли пациент самостоятельно повернуть шею на 45° вправо и влево?

В одном исследовании критерии NEXUS сравнивались с критериями Канадского протокола силами 394 врачей, дающих оценку 8283 пациентам с клинически значимыми повреждениями у 169 (2%) из них[73]. Канадский протокол оказался более чувствительным (99,4% против 90,7%; $P < 0,001$) и более специфичным (45,1% против 36,8%; $P < 0,001$) для выявления спинальной травмы.

Исследование, охватывающее 6500 пациентов, оценивало зависимость между механизмом повреждения и спинальной травмой[76]. Авторы пришли к заключению, что механизм травмы не влияет на применимость клинических критериев для прогнозирования спинальной травмы. Неудивительно, что это так, и что ни один конкретный механизм травмы не будет влиять на прогноз значимым образом. Конечно, существует много случаев, когда минимальная травма может приводить к тяжелым повреждениям шейного отдела позвоночника (например, пожилой пациент после небольшого падения). С другой стороны, пострадавшим часто удается избежать серьезных повреждений даже после воздействия травматической силы высокой энергии.

Konstantinidis и соавт.[77] опубликовали отчет о 101 обследованных пациентах с повреждением шейного отдела позвоночника. Отвлекающие повреждения присутствовали у 88 пациентов (87,1%). Только 4 пациента (4,0%) не имели боли или болезненности в области шейного отдела позвоночника во время начального осмотра. Все 4 пациента имели кровоподтеки и болезненность в верхней части грудной клетки. Ни один из этих 4 человек не имел неврологических последствий и не потребовал хирургической стабилизации или иммобилизации.

Рекомендация

Соответствующим образом обученный персонал, используя либо критерии NEXUS, либо Канадские критерии иммобилизации ШОП, может безопасно и эффективно принимать на догоспитальном этапе решение, следует проводить иммобилизацию шейного отдела или нет. *Уровень рекомендации – 1A.*

ОТКРЫТАЯ ТРАВМА

Закрытая травма позвоночника значительно более распространена, чем открытая. Несмотря на то, что открытая травма позвоночника более распространена в боевых условиях, нежели в гражданских, закрытая травма остается доминирующим механизмом повреждения позвоночника в условиях военных конфликтов. Одно исследование, охватывающее 598 военнослужащих, получивших спинальные повреждения, показало, что в 66% случаев они были результатом закрытой травмы, в 28% - открытой травмы и в 5% - в результате смешанного механизма[78]. Клинически значимое спинальное повреждение при ножевых ранениях возникает редко, но не является необычным для огнестрельных ранений (ОСР)[79]. Неврологический дефицит вследствие открытого повреждения обычно четко диагностируется и является стойким[17, 80, 81]. В гражданских условиях, при которых ОСР преимущественно наносятся низкоскоростным оружием, нестабильность позвоночника возникает редко. DuBose и соавт. проанализировали случаи 4204 пациентов, получивших ОСР головы, шеи и грудной клетки в гражданских условиях. Из них 327 (7,8%) имели повреждения костей позвоночника. Ни у одного из 4204 пациентов не выявлена нестабильность позвоночника, и только двое из 327 (0,6%) потребовали оперативного вмешательства с целью декомпрессии. Они пришли к выводу, что рутинная диагностическая визуализация и иммобилизация позвоночника у пациентов, у которых нет симптомов, соответствующих повреждению позвоночника, необоснованны. Lustenberger и соавт.[82] опубликовали подобные результаты.

Высокоскоростные открытые повреждения шейного отдела позвоночника сопровождаются высокой частотой возникновения повреждения крупных сосудов и дыхательных путей, что требует расширенной защиты дыхательных путей. Иммобилизация шейного отдела сопровождалась с более высокой частотой осложнений и даже смертностью, когда она проводилась при наличии открытой травмы шеи[15-17, 20, 24]. Похожие данные были получены при повреждениях грудной

клетки[17]. Haut и соавт.[17] изучили случаи 45 284 пациентов с открытой травмой и показали вдвое большую общую смертность у пациентов с иммобилизованным позвоночником (14,7% против 7,2%; $P < 0,001$). В их исследовании число пациентов, которым надлежало бы проводить спинальную иммобилизацию для потенциального эффекта у одного человека, составило 1032, в то время как число, необходимое для нанесения вреда от спинальной иммобилизации и причинения 1 смерти, составило 66.

Комитет по оказанию помощи в боевых условиях (The Committee on Tactical Casualty Care) в настоящее время рекомендует взвешенный подход к мерам предосторожности в отношении шейного отдела позвоночника в случаях, когда есть значимый механизм повреждения, но также есть необходимость быстрого извлечения пострадавшего из зоны действий на поле боя при оказании помощи под огнем[83, 84].

Исполнительный комитет по догоспитальному поддержанию жизни при травме (The Prehospital Trauma Life Support Executive Committee) подготовил и опубликовал системный обзор по догоспитальной спинальной иммобилизации при открытой травме[16]. Они пришли к выводу, что не существует данных в поддержку рутинной иммобилизации у пациентов с открытой травмой черепа, шеи или грудной клетки.

Рекомендация

Спинальная иммобилизация не должна проводиться при открытой травме. *Уровень рекомендации – 1B.*

ОБСУЖДЕНИЕ

Наиболее часто цитируемые статьи о случаях нераспознанных травм позвоночника, которые привели к неврологическим нарушениям, в значительной степени относятся к ситуациям, которые случились после поступления в отделение неотложной помощи[8, 9, 14]. Во многих из этих случаев диагностированная спинальная травма с неврологическими нарушениями была результатом консервативного (а не оперативного) лечения, которое в то время было стандартом помощи. Фактически, статья Bohlman[9] явилась фундаментальной публикацией в ортопедической литературе, и описанные случаи явились основой для улучшения качества лечения спинальной травмы в форме оперативного вмешательства. В подавляющем большинстве других описанных случаев неврологические нарушения возникли в результате невозможности распознать и адекватно обследовать пациентов при обстоятельствах, при которых должна была быть повышенная настороженность на предмет спинальной травмы, включая 2 пациентов[14], у которых возникли неврологические повреждения после хирургического лечения по поводу травмы аорты. Davis и соавт. Сообщили о 34 случаях нераспознанного повреждения шейного отдела позвоночника (4,6%) среди 740 пациентов с травмой, 29% из которых имели стойкие неврологические последствия. У 31 пациента из 34 имело место неадекватное или неверное истолкование рентгенограммы в отделении неотложной помощи. Обзор обстоятельств этих случаев, представленных в документе, показал, что ни одному из пациентов, на которых имелись адекватные данные, не проводилась оценка по критериям NEXUS или Канадскому протоколу ШОП. В отношении немногочисленных описанных случаев, когда неврологические нарушения проявились на догоспитальном этапе, существует предположение, что эти повреждения были результатом неправильного обращения с пострадавшим и недостаточной иммобилизацией. Учитывая редкость этих случаев в отчетах, в свете последних доказательств, представленных в

настоящем документе и других отчетах, современные авторы склонны считать, что эти случаи неврологических нарушений, скорее всего, являются результатом травмы как таковой.

Концепция спинальной иммобилизации была целиком основана на философских, теоретических и медико-санитарных принципах, и доказательная база в отношении ее применения оставалась неизменной, несмотря на 4 десятилетия повсеместного использования. Несмотря на отсутствие явных доказательств в пользу проведения спинальной иммобилизации, отсутствие документально зафиксированных случаев неврологических нарушений, возникших в результате неадекватной иммобилизации, и накопившиеся данные, оспаривающие как философские, так и теоретические основы иммобилизации, до сих пор не проводилось рандомизированных контролируемых исследований с целью обоснования ее текущего использования или какого-либо сопоставления выгоды и рисков. В городских условиях рутинное использование спинальной иммобилизации, вероятнее всего, мало способствует улучшению оказания помощи пациентам с травмами, но, соответственно, и не наносит большой урон пациенту (при отсутствии открытой травмы) или персоналу, оказывающему помощь. Финансовый ущерб системе (поскольку действительно мало доказательств в поддержку рутинного использования) вероятнее всего, значителен и измеряется как прямыми (за счет как увеличения времени и усложнения извлечения пострадавшего, так и за счет ненужных исследований и процедур), так и непрямыми затратами (непреднамеренное «обоснование» текущего медико-санитарного подхода к травме позвоночника). Рутинное использование спинальной иммобилизации в затрудненных условиях, напротив, не только увеличивает финансовые затраты на спасательные операции, но также значительно увеличивает время, логистику и сложность операции, тем самым также увеличивая затраты с точки зрения увеличения риска осложнений и смертности как в отношении пациента, так и в отношении спасательного персонала.

В затрудненных условиях цель обследования и оказания помощи при травме спины не должна заключаться в том, чтобы окончательно исключить или распознать все формы повреждения позвоночника. Скорее, целью должна быть в минимизации риска не распознать или усугубить возможную нестабильную спинальную травму. Риск не распознать такую травму должен быть соответственно противопоставлен риску подвергнуть спасателей потенциальной опасности получения серьезной травмы или причинить пациенту дополнительную травму сверх повреждения, вызванного изначальным травмирующим воздействием. В этом контексте представляется, что NEXUS или пункты Канадского протокола являются чрезмерно ограничивающими, особенно в отношении механизма травмы, когда они используются в затрудненных условиях окружающей среды для оценки повреждения шейного отдела позвоночника. Несмотря на то, что аналогичные алгоритмы для пояснично-грудного отдела позвоночника не разработаны, можно утверждать, что эти же правила и условия также могут быть применимы надлежащим образом.

Удачно, что вакуумная шина обрела популярность среди спасателей. Мало того, что это устройство является легко переносимым и быстро развертываемым, оно также с наибольшей вероятностью обеспечит наилучшую иммобилизацию позвоночника, в дополнение к другим его преимуществам в плане фиксации и эвакуации пострадавшего, не последним из которых является комфорт для пострадавшего и снижения риска развития осложнений, связанных с применением шейного воротника или спинального щита.

После тщательного и дотошного обзора литературных данных в комбинации с коллективным экспертным мнением авторов, мы рекомендуем лечебный алгоритм, представленный на Рис. 2.

Рекомендации WMS по исключению травмы позвоночника и иммобилизации в затрудненных условиях



Рисунок 2. Рекомендации WMS по исключению травмы позвоночника и спинальной иммобилизации в затрудненных условиях

Пациентам с изолированной открытой травмой не должна проводиться спинальная иммобилизация. В то же время, по прибытию в медицинский центр должна проводиться окончательная оценка повреждений позвоночника.

Если пациент перенес закрытую травму, с сопутствующими открытыми повреждениями или нет, следует оценить механизм травмы, насколько он соответствует общему контексту состояния места происшествия и пациента. Решение о степени вероятности сопутствующей спинальной травмы должно быть индивидуально, поскольку ни одно грамотное руководство не охватывает всю широту и разнообразие сочетаний механизмов травмы и возникающих в результате повреждений. Как уже обсуждалось прежде, при определенных обстоятельствах тяжелая спинальная травма может возникнуть в результате минимального травматического воздействия (особенно у пожилых), но в то же время пациенты часто избегают тяжелых повреждений после крайне сильного травматического воздействия.

Если подозревается, что у пациента имеется серьезная спинальная травма, но состояние позвоночника не может быть оценено должным образом (тяжелая общая травма, нарушения психического статуса или значительная отвлекающая травма), позвоночник следует иммобилизовать. Термин «тяжелая общая травма» весьма субъективен, но в свое время был определен как повреждения, сопровождающиеся нарушением витальных показателей

(систолическое давление <90 mmHg или частота дыхания <10 или >24 вдохов в минуту)[85]. Все пациенты с признаками неврологического дефицита должны быть иммобилизованы. Решение по поводу отвлекающей травмы должно приниматься в том же контексте, что и по механизму повреждения, и, соответственно, должно быть индивидуальным.

Если пациент получил травматическое повреждение, подозрительное в плане спинальной травмы, и позвоночник может быть соответствующим образом обследован клинически, оказывающим помощь следует оценить, насколько значительны боль или болезненность (≥ 7 из 10). Если ни того, ни другого нет, иммобилизация не показана. Если боль или болезненность присутствует, но оценивается ниже, чем 7 из 10, пациента следует попросить в разумных пределах продемонстрировать объем движений в позвоночнике. Если пациент может самостоятельно совершать сгибание, разгибание и повороты на 30° в любой плоскости, в иммобилизации нет необходимости, но должна быть проведена окончательная оценка по прибытии в соответствующий медицинский центр. Если эти движения не могут быть выполнены, пациент должен быть иммобилизован.

Предпосылка для такого тестирования объема движений основана на зарекомендовавшем себя использовании радиограмм шейного отдела позвоночника в положении сгибания и разгибания с целью исключения травмы позвоночника. В течение многих лет (до появления магнитно-резонансной визуализации) эта процедура служила в качестве золотого стандарта для окончательного исключения травмы шейного отдела позвоночника, основываясь на понимании, что стандартная рентгенограмма шейного отдела в боковой проекции может быть нормальной при наличии значительного мягкотканного повреждения с сопутствующей нестабильностью позвоночника. Рентгенограммы шейного отдела позвоночника в положении сгибания и разгибания выполнялись рутинно при прямом участии пациента, ссылаясь на то, что пациент в сознании не будет причинять себе неврологический вред при наличии повреждения, при котором он возможен. Насколько нам известно, за много лет использования методики ни о каких побочных реакциях не сообщалось. Решение о способности выполнить пробу и диапазоне, в котором возможен объем движений, должны целиком оставаться за пациентами в сознании; боль сама по себе не должна использоваться в качестве пускового сигнала для прерывания пробы.

Решение, иммобилизовать позвоночник или нет, при использовании данного алгоритма может безопасно применяться врачами-практиками, как минимум, с базисными рабочими знаниями по фундаментальным вопросам. То есть практический врач должен уметь распознавать степень серьезности травмы, выявлять механизм повреждения с потенциальной опасностью повреждения позвоночника, проводить базовый физикальный осмотр позвоночника и нервной системы и распознавать отвлекающие травмы.

Хотя подавляющее большинство литературных данных касается именно шейного отдела позвоночника, особенно в отношении Канадского протокола ШОП и NEXUS-протокола, большое количество литературы (особенно, исторической) относится к позвоночнику в целом. Несмотря на то, что по своей природе шейный отдел позвоночника более подвержен травме, чем пояснично-грудной отдел, а потенциальные осложнения в этом случае, возможно, более катастрофичны, повреждения во всех отделах позвоночника происходят по аналогичным механизмам и имеют сходную патофизиологию и аналогичный потенциал для развития неврологического повреждения. Авторы считают, что дискуссия, представленная в настоящей работе, включая

алгоритм, представленный на [Рис. 2](#), относится ко всему позвоночнику, за исключением случаев, когда в тексте специально указано иное.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ограниченные научные данные подтверждают имеющее место в настоящее время обоснование для стабилизации потенциальной травмы позвоночника в затрудненных условиях. Авторы считают, что предлагаемый алгоритм обеспечивает наилучший компромисс между ненужной иммобилизацией и риском причинения дополнительного вреда при наличии травмы позвоночника, подразумевая, что в затрудненных условиях в обоих этих случаях есть склонность к причинению дальнейшего вреда пострадавшему и спасателям. Хотя эти руководящие принципы охватывают многие из соответствующих вопросов, связанных с травмой позвоночника и иммобилизацией, остаются вопросы, которые должны служить основой для будущих исследований.

ПОСТСКРИПТУМ

С момента публикации нашего исходного документа[86], возникли вопросы относительно наших рекомендаций. В дополнение к обновлению текущей версии с новыми опубликованными данными, мы добавили несколько расширенных обсуждений и, надеемся, внесли немного ясности в исходный текст. Было указано, что доказательства, а следовательно, и наши рекомендации не могут оправдать иммобилизацию в целом. Если это так, то зачем вообще включать сюда алгоритм иммобилизации? Мы понимаем, что имеющиеся в настоящее время данные, даже будучи достоверными, не являются высокоточными. Это, в сочетании с тем фактом, что многие будут рассматривать само понятие об отмене иммобилизации как ересь, делает наш алгоритм разумным переходом к новой парадигме, инициирующей (и, надеемся, продвигающей) дальнейшие исследования, направленные на улучшение нашего понимания спинальной травмы, защиты позвоночника и качества доказательной базы, на которой будут основываться последующие рекомендации.

Мы получили несколько предложений по улучшению нашего алгоритма, ни одно из которых существенно не изменило дух существующего. Ни один алгоритм не будет рассматривать каждую клиническую ситуацию и не будет принят любым специалистом, оказывающим помощь, и использование его в разных ситуациях будет отличаться. Адаптация алгоритма, которая могла бы улучшить его использование в условиях спасательных работ в горах, может отрицательно повлиять на его применение в условиях бурной воды или спасения в пещерах и т.д. Такие адаптации алгоритма происходят на местном уровне, когда они производятся опытными и теоретически подготовленными провайдерами. (См. также [Сводную таблицу доказательной базы](#) он-лайн)

ЛИТЕРАТУРА

1. Guyatt G, Gutterman D, Baumann MH, et al. Grading strength of recommendations and quality of evidence in clinical guidelines: report from an American College of Chest Physicians task force. Chest. 2006;129:174–181.
2. Kwan I, Bunn F, Roberts I. Spinal immobilisation for trauma patients. Cochrane Database Syst Rev. 2001(2): CD002803.

3. Fredø HL, Rizvi SA, Lied B, Rønning P, Helseth E. The epidemiology of traumatic cervical spine fractures: a prospective population study from Norway. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2012;20:85.
4. Farmer J, Vaccaro A, Albert TJ, Malone S, Balderston RA, Cotler JM. Neurologic deterioration after cervical spinal cord injury. *J Spinal Disord.* 1998;11:192–196.
5. Marshall LF, Knowlton S, Garfin SR, et al. Deterioration following spinal cord injury. A multicenter study. *J Neurosurg.* 1987;66:400–404.
6. Cervical spine immobilization before admission to the hospital. *Neurosurgery.* 2002;50(3 suppl):S7–S17.
7. Claytor B, MacLennan PA, McGwin G Jr, Rue LW 3rd, Kirkpatrick JS. Cervical spine injury and restraint system use in motor vehicle collisions. *Spine.* 2004;29:386–389; discussion Z2.
8. Davis JW, Phreaner DL, Hoyt DB, Mackersie RC. The etiology of missed cervical spine injuries. *J Trauma.* 1993;34:342–346.
9. Bohlman HH. Acute fractures and dislocations of the cervical spine. An analysis of three hundred hospitalized patients and review of the literature. *J Bone Joint Surg Am.* 1979;61:1119–1142.
10. Jeanneret B, Magerl F, Ward JC. Overdistraction: a hazard of skull traction in the management of acute injuries of the cervical spine. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1991;110:242–245.
11. Prasad VS, Schwartz A, Bhutani R, Sharkey PW, Schwartz ML. Characteristics of injuries to the cervical spine and spinal cord in polytrauma patient population: experience from a regional trauma unit. *Spinal Cord.* 1999;37:560–568.
12. Reid DC, Henderson R, Saboe L, Miller JD. Etiology and clinical course of missed spine fractures. *J Trauma.* 1987;27:980–986.
13. Totten VY, Sugarman DB. Respiratory effects of spinal immobilization. *Prehosp Emerg Care.* 1999;3:347–352.
14. Toscano J. Prevention of neurological deterioration before admission to a spinal cord injury unit. *Paraplegia.* 1988; 26:143–150.
15. Vanderlan WB, Tew BE, McSwain NE Jr. Increased risk of death with cervical spine immobilisation in penetrating cervical trauma. *Injury.* 2009;40:880–883.
16. Stuke LE, Pons PT, Guy JS, Chapleau WP, Butler FK, McSwain NE. Prehospital spine immobilization for penetrating trauma—review and recommendations from the Prehospital Trauma Life Support Executive Committee. *J Trauma.* 2011;71:763–769.
17. Haut ER, Kalish BT, Efron DT, et al. Spine immobilization in penetrating trauma: more harm than good? *J Trauma.* 2010;68:115–121.
18. Bauer D, Kowalski R. Effect of spinal immobilization devices on pulmonary function in the healthy, nonsmoking man. *Ann Emerg Med.* 1988;17:915–918.
19. Schafermeyer RW, Ribbeck BM, Gaskins J, Thomason S, Harlan M, Attkisson A. Respiratory effects of spinal immobilization in children. *Ann Emerg Med.* 1991;20:1017–1019.
20. Ramasamy A, Midwinter M, Mahoney P, Clasper J. Learning the lessons from conflict: pre-hospital cervical spine stabilisation following ballistic neck trauma. *Injury.* 2009;40:1342–1345.
21. Ay D, Aktaş C, Yeşilyurt S, Sankaya S, Cetin A, Ozdoğan ES. Effects of spinal immobilization devices on pulmonary function in healthy volunteer individuals. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2011;17:103–107.
22. Thumbikat P, Hariharan RP, Ravichandran G, McClelland MR, Mathew KM. Spinal cord injury in patients with ankylosing spondylitis: a 10-year review. *Spine.* 2007;32: 2989–2995.
23. Clarke A, James S, Ahuja S. Ankylosing spondylitis: inadvertent application of a rigid collar after cervical fracture, leading to neurological complications and death. *Acta Orthop Belg.* 2010;76:413–415.
24. Vanderlan WB, Tew BE, Seguin CY, et al. Neurologic sequelae of penetrating cervical trauma. *Spine.* 2009;34: 2646–2653.
25. Brown JB, Bankey PE, Sangosanya AT, Cheng JD, Stassen NA, Gestring ML. Prehospital spinal immobilization does not appear to be beneficial and may complicate care following gunshot injury to the torso. *J Trauma.* 2009;67:774–778.

26. Ham W, Schoonhoven L, Schuurmans MJ, Leenen LP. Pressure ulcers from spinal immobilization in trauma patients: a systematic review. *J Trauma Acute Care Surg*. 2014;76:1131–1141.
27. Shafer JS, Naunheim RS. Cervical spine motion during extrication: a pilot study. *West J Emerg Med*. 2009;10: 74–78.
28. Dixon M, O'Halloran J, Cummins NM. Biomechanical analysis of spinal immobilization during prehospital extrication: a proof of concept study. *Emerg Med J*. 2013 Jun 28. [Epub ahead of print].
29. Howell JM, Burrow R, Dumontier C, Hillyard A. A practical radiographic comparison of short board technique and Kendrick Extrication Device. *Ann Emerg Med*. 1989;18:943–946.
30. Graziano AF, Scheidel EA, Cline JR, Baer LJ. A radio-graphic comparison of prehospital cervical immobilization methods. *Ann Emerg Med*. 1987;16:1127–1131.
31. Chandler DR, Nemejc C, Adkins RH, Waters RL. Emergency cervical-spine immobilization. *Ann Emerg Med*. 1992;21:1185–1188.
32. Cohen A, Bosshard R, Yeo JD. A new device for the care of acute spinal injuries: the Russell extrication device (RED). *Paraplegia*. 1990;28:151–157.
33. Lee AS, MacLean JC, Newton DA. Rapid traction for reduction of cervical spine dislocations. *J Bone Joint Surg Br*. 1994;76:352–356.
34. Boissy P, Shrier I, Brière S, et al. Effectiveness of cervical spine stabilization techniques. *Clin J Sport Med*. 2011;21: 80–88.
35. Horodyski M, Conrad BP, Del Rossi G, DiPaola CP, Rehtine GR 2nd. Removing a patient from the spine board: is the lift and slide safer than the log roll? *J Trauma*. 2011;70:1282–1285.
36. Del Rossi G, Heffernan TP, Horodyski M, Rehtine GR. The effectiveness of extrication collars tested during the execution of spine-board transfer techniques. *Spine J*. 2004;4:619–623.
37. Hauswald M, Ong G, Tandberg D, Omar Z. Out-of-hospital spinal immobilization: its effect on neurologic injury. *Acad Emerg Med*. 1998;5:214–219.
38. McSwain NE Jr. Spine management skills. In: *Prehospital Trauma Life Support*. 2nd ed. Akron, OH: Educational Direction; 1990:225–256.
39. Horodyski M, DiPaola CP, Conrad BP, Rehtine GR II. Cervical collars are insufficient for immobilizing an unstable cervical spine injury. *J Emerg Med*. 2011;41: 513–519.
40. Holla M. Value of a rigid collar in addition to head blocks: a proof of principle study. *Emerg Med J*. 2012;29:104–107.
41. Podolsky S, Baraff LJ, Simon RR, Hoffman JR, Larmon B, Ablon W. Efficacy of cervical spine immobilization methods. *J Trauma*. 1983;23:461–465.
42. Lador R, Ben-Galim P, Hipp JA. Motion within the unstable cervical spine during patient maneuvering: the neck pivot-shift phenomenon. *J Trauma*. 2011;70:247–251.
43. Ben-Galim P, Dreiangel N, Mattox KL, Reitman CA, Kalantar SB, Hipp JA. Extrication collars can result in abnormal separation between vertebrae in the presence of a dissociative injury. *J Trauma*. 2010;69:447–450.
44. Ivancic PC. Do cervical collars and cervicothoracic orthoses effectively stabilize the injured cervical spine? A biomechanical investigation. *Spine*. 2013;38:E767–E774.
45. Craig GR, Nielsen MS. Rigid cervical collars and intra-cranial pressure. *Intensive Care Med*. 1991;17:504–505.
46. Davies G, Deakin C, Wilson A. The effect of a rigid collar on intracranial pressure. *Injury*. 1996;27:647–649.
47. Raphael JH, Chotai R. Effects of the cervical collar on cerebrospinal fluid pressure. *Anaesthesia*. 1994;49:437–439.
48. Kolb JC, Summers RL, Galli RL. Cervical collar-induced changes in intracranial pressure. *Am J Emerg Med*. 1999;17:135–137.
49. Mawson AR, Biundo JJ Jr, Neville P, Linares HA, Winchester Y, Lopez A. Risk factors for early occurring pressure ulcers following spinal cord injury. *Am J Phys Med Rehabil*. 1988;67:123–127.
50. Blaylock B. Solving the problem of pressure ulcers resulting from cervical collars. *Ostomy Wound Manage*. 1996;42:26–28, 30, 32–33.

51. Liew SC, Hill DA. Complication of hard cervical collars in multi-trauma patients. *Aust N Z J Surg.* 1994;64:139–140.
52. Linares HA, Mawson AR, Suarez E, Biundo JJ. Association between pressure sores and immobilization in the immediate post-injury period. *Orthopedics.* 1987;10:571–573.
53. McGrath T, Murphy C. Comparison of a SAM splint-molded cervical collar with a Philadelphia cervical collar. *Wilderness Environ Med.* 2009;20:166–168.
54. Chan D, Goldberg RM, Mason J, Chan L. Backboard versus mattress splint immobilization: a comparison of symptoms generated. *J Emerg Med.* 1996;14:293–298.
55. Hamilton RS, Pons PT. The efficacy and comfort of full-body vacuum splints for cervical-spine immobilization. *J Emerg Med.* 1996;14:553–559.
56. Johnson DR, Hauswald M, Stockhoff C. Comparison of a vacuum splint device to a rigid backboard for spinal immobilization. *Am J Emerg Med.* 1996;14:369–372.
57. Main PW, Lovell ME. A review of seven support surfaces with emphasis on their protection of the spine. *J Accid Emerg Med.* 1996;13:34–37.
58. Lovell ME, Evans JH. A comparison of the spinal board and the vacuum stretcher, spinal stability and interface pressure. *Injury.* 1994;25:179–180.
59. Luscombe MD, Williams JL. Comparison of a long spinal board and vacuum mattress for spinal immobilisation. *Emerg Med J.* 2003;20:476–478.
60. Ellerton J, Tomazin I, Brugger H, Paal P. International Commission for Mountain Emergency Medicine. Immobilization and splinting in mountain rescue. Official Recommendations of the International Commission for Mountain Emergency Medicine, ICAR MEDCOM, Intended for Mountain Rescue First Responders, Physicians, and Rescue Organizations. *High Alt Med Biol.* 2009;10:337–342.
61. Anderson PA, Muchow RD, Munoz A, Tontz WL, Resnick DK. Clearance of the asymptomatic cervical spine: a meta-analysis. *J Orthop Trauma.* 2010;24:100–106.
62. Hoffman JR, Mower WR, Wolfson AB, Todd KH, Zucker MI. National Emergency X-Radiography Utilization Study Group: validity of a set of clinical criteria to rule out injury to the cervical spine in patients with blunt trauma. *N Engl J Med.* 2000;343:94–99.
63. Domeier RM, Evans RW, Swor RA, Rivera-Rivera EJ, Frederiksen SM. Prospective validation of out-of-hospital spinal clearance criteria: a preliminary report. *Acad Emerg Med.* 1997;4:643–646.
64. Domeier RM, Frederiksen SM, Welch K. Prospective performance assessment of an out-of-hospital protocol for selective spine immobilization using clinical spine clearance criteria. *Ann Emerg Med.* 2005;46:123–131.
65. Burton JH, Dunn MG, Harmon NR, Hermanson TA, Bradshaw JR. A statewide, prehospital emergency medical service selective patient spine immobilization protocol. *J Trauma.* 2006;61:161–167.
66. Burton JH, Harmon NR, Dunn MG, Bradshaw JR. EMS provider findings and interventions with a statewide EMS spine-assessment protocol. *Prehosp Emerg Care.* 2005;9: 303–309.
67. Bandiera G, Stiell IG, Wells GA, et al. Canadian C-Spine and CT Head Study Group, The Canadian C-spine rule performs better than unstructured physician judgment. *Ann Emerg Med.* 2003;42:395–402.
68. Dickinson G, Stiell IG, Schull M, et al. Retrospective application of the NEXUS low-risk criteria for cervical spine radiography in Canadian emergency departments. *Ann Emerg Med.* 2004;43:507–514.
69. Kerr D, Bradshaw L, Kelly AM. Implementation of the Canadian C-spine rule reduces cervical spine x-ray rate for alert patients with potential neck injury. *J Emerg Med.* 2005;28:127–131.
70. Stiell IG, Clement CM, O'Connor A, et al. Multicentre prospective validation of use of the Canadian C-Spine Rule by triage nurses in the emergency department. *CMAJ.* 2010;182:1173–1179.
71. Stiell IG, Grimshaw J, Wells GA, et al. A matched-pair cluster design study protocol to evaluate implementation of the Canadian C-spine rule in hospital emergency departments: phase III. *Implement Sci.* 2007;2:4.
72. Stiell IG, Wells GA, Vandemheen KL, et al. The Canadian C-spine rule for radiography in alert and stable trauma patients. *JAMA.* 2001;286:1841–1848.

73. Stiell IG, Clement CM, McKnight RD, et al. The Canadian C-spine rule versus the NEXUS low-risk criteria in patients with trauma. *N Engl J Med*. 2003;349:2510–2518.
74. Vaillancourt C, Charette M, Kasaboski A, Maloney J, Wells GA, Stiell IG. Evaluation of the safety of C-spine clearance by paramedics: design and methodology. *BMC Emerg Med*. 2011;11:1–11.
75. Vaillancourt C, Stiell IG, Beaudoin T, et al. The out-of-hospital validation of the Canadian C-Spine Rule by paramedics. *Ann Emerg Med*. 2009;54: 663–671.e1.
76. Domeier RM, Evans RW, Swor RA, et al. The reliability of prehospital clinical evaluation for potential spinal injury is not affected by the mechanism of injury. *Prehosp Emerg Care*. 1999;3:332–337.
77. Konstantinidis A, Plurad D, Barmparas G, et al. The presence of nonthoracic distracting injuries does not affect the initial clinical examination of the cervical spine in evaluable blunt trauma patients: a prospective observational study. *J Trauma*. 2011;71:528–532.
78. Blair JA, Possley DR, Petfield JL, et al. Military penetrating spine injuries compared with blunt. *Spine J*. 2012;12:762–768.
79. Inaba K, Barmparas G, Ibrahim D, et al. Clinical examination is highly sensitive for detecting clinically significant spinal injuries after gunshot wounds. *J Trauma*. 2011;71:523–527.
80. Rhee P, Kuncir EJ, Johnson L, et al. Cervical spine injury is highly dependent on the mechanism of injury following blunt and penetrating assault. *J Trauma*. 2006;61:1166–1170.
81. DuBose J, Teixeira PGR, Hadjizacharia P, et al. The role of routine spinal imaging and immobilisation in asymptomatic patients after gunshot wounds. *Injury*. 2009;40: 860–863.
82. Lustenberger T, Talving P, Lam L, et al. Unstable cervical spine fracture after penetrating neck injury: a rare entity in an analysis of 1,069 patients. *J Trauma*. 2011;70:870–872.
83. Butler FK, Hagmann J, Butler EG. Tactical combat casualty care in special operations. *Mil Med*. 1996;161 (Suppl):3–16.
84. Butler FK, Giebner S, McSwain N, eds. *Military Medicine. Prehospital Trauma Life Support Manual*. 7th ed. (Military Version). St. Louis, MO: Elsevier/Mosby JEMS; 2011:591.
85. Clinical Effectiveness Committee, The College of Emergency Medicine. Guideline on the management of alert, adult patients with potential cervical spine injury in the emergency department. Available at: <http://www.resusme.em.extrememember.com/wp-content/uploads/2011/02/CEM5718-cervical-spine-full-guideline.pdf>. Accessed October 29, 2014.
86. Quinn R, Williams J, Bennett B, Stiller G, Islas A, McCord S. Wilderness Medical Society. Wilderness Medical Society practice guidelines for spine immobilization in the austere environment. *Wilderness Environ Med*. 2013; 24:241–252.