

НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ

doi : 10.52485/19986173_2021_1_81

УДК 616-082.3

Газенкампф А.А., Грицан А.И., Хиновкер В.В., Симдянкин К.И.

ИСКУССТВЕННАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ ЛЕГКИХ У БОЛЬНЫХ
С ОСТРЫМ НАРУШЕНИЕМ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 660022, г. Красноярск, Россия, ул. Партизана Железняка, зд. 1*

Резюме. Острое нарушение мозгового кровообращения является одной из основных причин заболеваемости и смертности в России и во всем мире. Инсульт – одна из ведущих причин госпитализации в отделения интенсивной терапии. В практике ведения пациентов с инсультами в условиях отделения интенсивной терапии, одним из наиболее сложных вопросов является процесс проведения респираторной поддержки.

Цель данного обзора: отразить современный взгляд на наиболее важные, моменты, касающиеся проведения искусственной вентиляции легких у пациентов с ОНМК. В статье представлены результаты наиболее актуальных исследований, касающихся как понимания процесса с точки зрения физиологии, так и клинических аспектов проведения искусственной вентиляции легких у данной категории больных. Несмотря на большое количество приведенных рекомендаций, авторы признают, что конкретных данных относительно эффекта респираторного лечения на результаты терапии пациентов с ОНМК на данный момент недостаточно, и многие вопросы по проведению РП при поврежденном головном мозге требуют уточнения и формирования более серьезной доказательной базы. Тем не менее, очевидно, что обдуманый и контролируемый подход к проведению ИВЛ может существенно влиять на выживаемость пациентов с инсультами и, что не менее важно, на результаты их лечения, что подтверждает важность дальнейших исследований в этой области.

Ключевые слова: инсульт, острое нарушение мозгового кровообращения, искусственная вентиляция легких.

Gazenkampf A.A., Gritsan A.I., Khinovker V.V., Simdyankin K.I.

MECHANICAL VENTILATION IN PATIENTS WITH
ACUTE CEREBROVASCULAR ACCIDENT*Krasnoyarsk State Medical University named after Professor V.F. Voyno-Yasenetsky,
1 Partizan Zheleznyak str., Krasnoyarsk, Russia, 660022*

Abstract. Cerebrovascular accident (CVA) i.e. a stroke is one of the main causes of morbidity and mortality in Russia and around the world. And as a result, stroke is the most common reason for admission to the intensive care unit. The most difficult issues in the treatment of stroke patients in the intensive care unit is the process of conducting respiratory support.

The purpose of this review: to reflect the contemporary development about the most important points regarding the mechanical ventilation in patients with stroke. The results of the most relevant studies regarding both the understanding of the process in terms of physiology and the clinical features of mechanical ventilation in this category of patients are presented in the article. According to the authors that there are currently insufficient data on the effect of respiratory treatment in patients with stroke, despite the lot of recommendations. And many questions about the features of respiratory support for patient with damaged brain need to be clarified, so it should be based on clinical trials. Anyway, well-considered and controlled approach to mechanical ventilation can significantly affect the survival of patients with strokes and the results of patient's treatment. These findings confirm the importance of further research in this area.

Key words: stroke, acute cerebrovascular accident, mechanical ventilation.

Острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК) является одной из основных причин заболеваемости и смертности в России и во всем мире [1, 2]. Кроме того, инсульт –

одна из ведущих причин госпитализации в отделения интенсивной терапии (NICU) [3]. За последние десятилетия частота инсультов увеличивалась, и, несмотря на общее снижение смертности, ОНМК по-прежнему является основной причиной тяжелой инвалидности среди взрослого населения. Примерно 80% всех инсультов являются ишемическими; к другим основным типам относятся внутримозговое и внутрижелудочковое кровоизлияние, а также субарахноидальное кровоизлияние вследствие разрыва аневризмы сосудов головного мозга [1].

Общие терапевтические подходы в лечении ОНМК описаны и по многим своим аспектам имеют высокий уровень доказательности [4]. В практике ведения пациентов с инсультами в условиях отделения интенсивной терапии, одним из наиболее сложных, требующих порой сугубо индивидуального подхода, вопросов является процесс проведения респираторной поддержки.

Важно, что возникновение у этой группы пациентов осложнений, требующих проведения искусственной вентиляции легких (дыхательная недостаточность, пневмония, плевральный выпот, острый респираторный дистресс-синдром (ОРДС), отек легких и легочная эмболия вследствие венозной тромбоэмболии) напрямую влияют на исход заболевания и дальнейшее качество жизни пациента [5]. В частности, связанная с инсультом пневмония (SAP) описывается как независимый фактор риска неблагоприятного исхода и смерти [6, 7].

Расположение инсульта, безусловно, также является важным фактором, связанным с необходимостью проведения искусственной вентиляции легких (ИВЛ). В этом контексте поражение областей головного мозга, регулирующих уровень сознания, дыхание и глотание (продолговатый мозг и ствол мозга) увеличивает риск развития дыхательной недостаточности [8].

В то же время, длительная респираторная поддержка (РП) связана с повышенным риском развития вентиляционных повреждений легких: ОРДС, пневмония, и нейрогенный отек легких [9].

Учитывая вышесказанное, изучение процесса респираторной поддержки у пациентов с ОНМК, разработка новых стратегий искусственной вентиляции легких являются важными задачами практической нейрореаниматологии, способных потенциально улучшить исход заболевания [8].

В данном обзоре мы постарались отразить некоторые важные, на наш взгляд, моменты, касающиеся проведения искусственной вентиляции легких у пациентов с ОНМК.

Цель: отразить современный взгляд на наиболее важные, моменты, касающиеся проведения искусственной вентиляции легких у пациентов с ОНМК.

Патофизиология процесса. Известно, что процесс взаимодействия головного мозга и легких весьма сложен с физиологической точки зрения. При возникновении патологической ситуации в одном из этих органов нарушается весь комплекс взаимных реакций и перекрестных процессов. Повреждение головного мозга приводит к проблемам в легких, и наоборот [10]. Эти знания принципиально важны для понимания процесса обеспечения адекватной респираторной поддержки.

Исследование на крысах показало, что ишемический инсульт меняет функционирование дыхательной схемы, вызывает отек и воспаление легочной ткани, а также уменьшает фагоцитарную способность альвеолярных макрофагов [5]. Примечательно, что все эти изменения происходят в течение 24 ч после индукции ишемии головного мозга, что согласуется с быстрым развитием дыхательной недостаточности у пациентов с инсультом, которую мы можем наблюдать в клинике [11].

Описан механизм повреждения легких после черепно-мозговой травмы. Через «модель двойного удара»: катехоламиновый «шторм» и системное выделение воспалительных медиаторов (первый удар) создают системную воспалительную среду, вызывающую увеличение легочного внутрисосудистого давления и активирует биологические механизмы, которые влияют на ткань легких, делая ее более восприимчивой к механическим и немеханическим повреждениям, включая механическую вентиляцию

(второй удар). С другой стороны, повреждение легких может отрицательно влиять на состояние головного мозга через сложное взаимодействие между вегетативными, нейровоспалительными, нейроэндокринными и иммунологическими процессами. Фрис и соавторы сравнивали две группы поросят с индуцированной гипоксемией. В первой группе было проведено моделирование острого повреждения легких (с помощью лаважа), во второй – гипоксия была вызвана снижением фракции вдыхаемого кислорода (FiO_2). Повреждение мозга было больше выражено в первой группе. Предполагается, что острое повреждение легких приводит к нейропатологическим изменениям независимо от возникновения гипоксемии. Легкие могут взаимодействовать с мозгом через вегетативную и симпатическую нервную систему, вызывая каскад реакций, приводящих, в конечном итоге, к развитию нейровоспалительного процесса, апоптотической гибели клеток и отеку головного мозга [12].

ОНМК также вызывает глубокие местные и системные иммунные изменения. Повреждение гематоэнцефалического барьера приводит к скоплению иммунных клеток в области пораженного участка головного мозга. Результатом является уменьшение циркулирующих иммунных комплексов и депрессия периферического иммунитета, что, естественно, приводит к повышению восприимчивости организма к инфекциям. Эти изменения наиболее видны среди пациентов с массивными инсультами. Однако, механизмы взаимосвязи гуморальной иммуносупрессии и развития бактериальной инфекции у пациентов с ОНМК остаются спорными [10,13].

Инсульт-ассоциированная пневмония (stroke-associated pneumonia SAP).

Аспирационная пневмония является одной из основных причин респираторных проблем после инсульта и связана, как правило, с угнетением уровня сознания, нарушением глотания и дисфагией [6]. Показано, что заболеваемость пневмонией у пациентов с ОНМК выше по сравнению с другими группами пациентов, страдающих от дисфагии или имеющих угнетение уровня сознания. Это дает возможность предполагать, что в данном случае имеют место дополнительные факторы развития пневмонии, такие как нарушение иммунной системы. [25].

Многоцентровое проспективное исследование PREDICT подтвердило, что дисфагия и синдром индуцированной инсультом иммунодепрессии являются независимыми факторами риска развития аспирационной пневмонии [14]. Заболеваемость SAP колеблется между 3,9 и 56,6%, с более высокой частотой в отделении интенсивной терапии по сравнению с обычными отделениями. По результатам ряда исследований были разработаны клинические показатели для прогнозирования развития SAP у пациентов с острым инсультом [15].

Кроме того, рекомендуется ранняя мобилизация пациентов по мере уменьшения рисков SAP, а польза от применения антибиотиков в острой фазе остается недоказанной [28].

Проведение ИВЛ. Основная задача при проведении ИВЛ – доставка необходимого уровня кислорода, при соблюдении контроля парциального давления углекислого газа (PaCO_2) с минимальными рисками возникновения осложнений, связанных с использованием респиратора [5].

Оксигенотерапия. У пациентов, перенесших инсульт, в острый период велика вероятность развития гипоксии. Показано, что уровень насыщения кислородом в артериальной крови (SaO_2) ниже 90% в первые несколько часов после госпитализации связан с двойным увеличением риска неблагоприятного исхода. В то же время, имеется достаточно большое количество работ, подчеркивающих негативное влияние гипероксии на течение инсульта [17]. Ряд исследований применения оксигенации при ОНМК показали, что рутинная кислородная терапия у пациентов, перенесших инсульт, не снижает заболеваемость и смертность. У пациентов с инсультом, имеющих низкий уровень кислорода в артериальной крови, дополнительная подача кислорода, безусловно, необходима, в то время как у пациентов без признаков гипоксии кислородотерапия не рекомендуется [18].

Одно из последних руководств по лечению пациентов с черепно-мозговой травмой рекомендует при проведении РП контролировать не только парциальное давление кислорода в артериальной крови (PaO_2), но и учитывать парциальное напряжение кислорода в

головном мозге (PbtO₂) и/или уровень насыщения кислорода во внутренней яремной вене (SjvO₂) [19]. Для пациентов, перенесших инсульт, эти рекомендации так же могут быть применимы, но необходимы конкретные, уточняющие исследования.

Таким образом, на сегодняшний день, недостаточно данных для формирования качественных рекомендаций, касающихся оксигенотерапии у пациентов, перенесших ОНМК.

Начало РП, интубация. Есть несколько общепринятых показаний для интубации неврологических больных [20]:

- снижение уровня сознания ниже 9 баллов по шкале ком Глазго;
- апноэ;
- гипоксемия, несмотря на инсуффляцию кислорода;
- нарушение глотания;
- неспособность адекватного самостоятельного дренажа мокроты;
- судорожный синдром;
- применение препаратов, угнетающих функцию дыхания;
- большой объем поражения головного мозга (размер инфаркта > 2/3 от бассейна средней мозговой артерии и смещение средней линии при визуализации);
- развитие сердечно-сосудистой недостаточности, требующей обеспечения адекватного транспорта кислорода.

Важным моментом в процессе обеспечения РП поддержки является своевременная и качественно выполненная интубация трахеи. Прогнозирование наличия сложных дыхательных путей имеет решающее значение для выбора подходящего метода сопровождения интубации (использование эндоскопа, видео ларингоскопии и пр.). В неэкстренных ситуациях с целью профилактики подъемов внутричерепного давления (ВЧД) рекомендуют использовать последовательную индукцию с предварительной оксигенацией [20, 21, 22].

При интубации пациента в критическом состоянии достаточно 3-минутной преоксигенации 100% кислородом с неинвазивной вентиляцией с положительным давлением. После выполнения интубации необходимо снизить FiO₂ до минимально-необходимого уровня для обеспечения SatO₂ ≥ 95% [23, 24].

Параметры вентиляции. В настоящий момент нет единого понимания по оптимальному соотношению частоты вдохов и дыхательного объема (Vt) для достижения необходимого уровня PaCO₂ [9]. Тем не менее, после тяжелой травмы головного мозга, более высокий Vt связан с повышенным риском острого повреждения легких и острой внутричерепной гипертензии [25]. В эксперименте у свиней с индуцированным острым повреждением легких значительное улучшение оксигенации головного мозга наблюдалось при вентиляции с низким VT, по сравнению с высоким Vt [27]. В целом же показано, что для проведения РП у больных с инсультами применима концепция безопасной ИВЛ: VT 6 мл / кг, адекватное положительное давление в конце выдоха (РЕЕР), уровень и ограничение давления плато до <30 см H₂O. Такой подход обеспечивает снижение смертности на 10%. Также необходимо помнить, что PaCO₂ является мощной детерминантой мозгового кровотока [21] и для пациентов с ОНМК опасны как гиперкапния, так и гипервентиляция [26, 27].

Положительное давление конца выдоха (positive end-expiratory pressure – РЕЕР). Безусловно, применение РЕЕР улучшает процесс оксигенации. Тем не менее, у пациентов с повреждениями головного мозга необходима осторожность, потому что РЕЕР может усугубить внутричерепную гипертензию. Mascia et al предположил, что ВЧД значительно увеличивается в тех случаях, когда применение высокого РЕЕР приводит у пациентов к увеличению PaCO₂, в то время как ВЧД остается постоянным, если применение РЕЕР не влечет изменений PaCO₂ [26].

В экспериментальном исследовании на свиньях, как у здоровых животных, так и при индуцировании ОНМК по ишемическому типу, высокие уровни РЕЕР (до 25 см H₂O) не влияли на ВЧД, церебральную оксигенацию или регионарный мозговой кровоток [27]. Применение высокого РЕЕР (до 20 см H₂O) у пациентов с геморрагическим инсультом

привел к значительному снижению среднего артериального давления и регионального мозгового кровотока, но дальнейшие наблюдения показали, что изменения перфузии мозга кровотока вызваны снижением САД в результате нарушения цереброваскулярной ауторегуляции. Georgiadis и др. показали, что РЕЕР может быть безопасным у пациентов с острым инсультом, даже после повышения уровня РЕЕР до 12 см НОН, при условии сохранения САД [28]. Также показано, что повышение РЕЕР до 15 см НОН у пациентов с ишемическим инсультом не влечет значимого повышения ВЧД, никак не влияет на показатели церебральной и югулярной оксигенации, но приводит к снижению скоростей церебрального кровотока на стороне поражения [29]. Кроме того, недавнее исследование на пациентах без ОРДС продемонстрировало неполноценность стратегии с низким V_t и низким РЕЕР по сравнению с высоким V_t [30].

Следовательно, РЕЕР считается безопасным, если:

- 1) гемодинамический статус поддерживается на должном уровне, чтобы минимизировать влияние РЕЕР на показатели церебральной перфузии;
- 2) значение РЕЕР ниже, чем ВЧД, что позволяет избежать уменьшения венозного оттока, и приводит к положительному влиянию на оксигенацию мозга [31];
- 3) остальные параметры вентиляции, на фоне высокого РЕЕР, обеспечивают безопасное состояние легких [32].

Отдельно стоит остановиться на рекрутинговых маневрах (РМ). Они могут улучшить газообмен в легких и механику дыхания. В то же время РМ могут вызвать внутричерепную гипертензию, нарушение венозного оттока от головного мозга и венозного возврата к сердцу [31]. В исследовании Бейна и коллег участвовали пациенты с острым повреждением головного мозга (6 из 11 были пациенты с инсультом) и острым повреждением легких. Проводимый РМ (который включал 30-секундное постепенное увеличение пикового давления до 60 см Н₂O и сохранение давления на том же уровне в течение следующих 30 секунд) вызвал ухудшение оксигенации головного мозга и одновременное снижение САД, сопровождающееся увеличением ВЧД, с критическим сокращением церебральной перфузии [33].

Таким образом, РМ может быть безопасно выполнен у пациентов с ОНМК, при соблюдении вышеизложенных принципов и обязательном мониторинговании показателей ВЧД и оксигенации головного мозга.

Прон-позиция. Как и в случае с РМ, проведение ИВЛ у пациентов в положении лежа на животе показало свою эффективность для улучшения оксигенации при наличии патологии легких, в том числе, на фоне повреждения головного мозга. Однако, прон-позиция при этом может приводить к увеличению ВЧД, за счет роста внутригрудного давления. В целом, различные авторы склонны к тому, что прон-позиция может быть применена у пациентов с ОНМК, но при наличии нейромониторинга [34].

Высокочастотная ИВЛ. В настоящее время в доступной литературе недостаточно данных для оценки роли и безопасности высокочастотной искусственной вентиляции легких (ВЧ ИВЛ) у пациентов с ОНМК. Теоретически, применение более высокого среднего давления в дыхательных путях может уменьшить церебральный венозный отток, кроме того, может нарушаться баланс $PaCO_2$. Оба аспекта нежелательны при тяжелом повреждении головного мозга. Однако исследований оценивающих использование ВЧ ИВЛ у взрослых с острым повреждением головного мозга, крайне мало [35, 36].

Экстракорпоральная оксигенация. В особо тяжелых случаях респираторных нарушений, устойчивых к обычным методам РП, у пациентов с ОНМК допускается применение экстракорпоральной оксигенации. Хотя, как и в случае с ВЧ ИВЛ, данных по этой теме в доступной нам литературе недостаточно [36].

Таким образом, основной задачей при выборе метода и параметров проведения РП у пациентов с ОНМК и повреждением легких является обеспечение адекватной оксигенации при сохранении безопасного состояния головного мозга, что, безусловно, более достижимо при использовании нейромониторинга, прежде всего – церебральной и югулярной оксигенации и ВЧД [37].

Прекращение ИВЛ. Тяжелые неврологические пациенты, в том числе, пациенты с ОНМК, зачастую требуют большего времени пребывания в ОИТ и проведения РП, которые, хоть и являются жизнеспасующими процессами, могут приводить к развитию различных осложнений, в том числе, летальных [38].

Следовательно, вопрос максимально раннего прекращения РП принципиально важен у обсуждаемой группы пациентов. При этом, учитывая то, что пациенты с ОНМК имеют один из самых высоких рисков реинтубации (от 20 до 40%), ключевым моментом является прогнозирование успешной экстубации [39, 40].

К сожалению, классические респираторные предикторы для успешной экстубации в общей интенсивной терапии (например, VT, частота дыхания, отрицательная сила вдоха, отношение PaO_2 / FiO_2 и др.) ненадежны при работе с пациентами с повреждением головного мозга. Важным прогностическим фактором можно считать уровень сознания на момент экстубации, хотя использовать его в качестве единственного критерия не рекомендуют [41]. К дополнительным факторам, повышающим вероятность успешной экстубации, были отнесены: наличие способности адекватного глотания (при визуальном контроле), сохранность кашлевого рефлекса (достаточного для адекватной эвакуации мокроты), отсутствие избытка жидкости в организме и молодой возраст [42, 43].

Проспективное исследование, посвященное готовности к экстубации пациентов с ОНМК, показало, что у пациентов с нарушением глотания уровень реинтубации составил 24,1%, с развитием в последующем респираторных осложнений воспалительного характера [44].

Важным аспектом является развитие пост-экстубационной дисфагии (особенно актуально при проведении длительной ИВЛ), распространенность которой колеблется от 12 до 69% среди всех пациентов отделений интенсивной терапии, достигая 93% у неврологических больных. Основные причины дисфагии после экстубации – центральные (повреждение головного мозга с развитием псевдобульбарных нарушений) и локальные (механическое повреждение слизистой оболочки). Хотя для диагностики дисфагии разработано достаточное количество методов, только проведение визуального контроля считается стандартом для оценки функции глотания [44].

Трахеостомия. До 45% пациентов с ОНМК, поступивших в ОИТ, нуждаются в наложении трахеостомы (для пациентов без повреждения головного мозга этот показатель колеблется от 10 до 15%) [43]. Трахеостома является более безопасным и комфортным методом протезирования дыхательных путей, нежели оро- или назотрахеальная интубация (отсутствие травмирования глотки и гортани, более качественная гигиена и уход, а также, комфорт пациента) [8]. Кроме того, переход от интубационной трубки к трахеостомии положительно влияет на результаты лечения [43].

Предикторы, которые влияют на принятие решения о наложении трахеостомы у пациентов с инсультом описаны в нескольких исследованиях. Чаще, в практике встречаются два:

- объем и локализация поражения головного мозга (как следствие – понимание о необходимости длительного проведения РП);
- нарушение самостоятельного глотания (в данном случае, наложение трахеостомы выполняет, скорее функцию защиты дыхательных путей, нежели протезирование функции дыхания) [44, 45].

Оптимальное время наложения трахеостомы у пациентов с инсультом до сих пор неясно. Преимущества раннего трахеостомирования, несмотря на положительное теоретическое обоснование, еще предстоит доказать [46, 47, 48, 49].

Рекомендации и выводы. Необходимо признать, что конкретных данных, относительно эффекта респираторного лечения на результаты терапии пациентов с ОНМК на данный момент недостаточно, и многие вопросы по проведению РП при поврежденном головном мозге требуют уточнения и формирования более серьезной доказательной базы. Тем не менее, очевидно, что обдуманый и контролируемый подход к проведению ИВЛ может

существенно влиять на выживаемость пациентов с инсультами и, что не менее важно, на результаты их лечения, что подтверждает важность дальнейших исследований в этой области.

Список литературы:

1. Krishnamurthi R.V., Feigin V.L., Forouzanfar M.H., Mensah G.A., Connor M., Bennett D.A., Moran A.E., Ralph L.S., Anderson L.M., Truelsen T., Martin O'D., Barker-Collo S., Wang W., Shinohara Y., Witt E., Ezzati M., Murray C.; Global and regional burden of first-ever ischaemic and haemorrhagic stroke during 1990–2010: findings from the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet Globl Health*. 2013. 1 (5). 259–81. DOI: 10.1016/S2214-109X(13)70089-5 PMID: 25104492
2. Парфенов В.А., Хасанова Д.Р. Ишемический инсульт. М.: МИА. 2012. 288.
3. Backhaus R., Aigner F., Schlachetzki F., Steffling D., Jakob W., Steinbrecher A., Kaiser B., Hau P., Boy S., Fuchs K., Bogdahn U., Ritzka M.; Inventory of a neurological intensive care unit: who is treated and how long? *Neurol Res Int*. 2015. 696038. DOI: 10.1155/2015/696038 PMID: 26199757.
4. Powers W.J., Derdeyn C.P., Biller J. 2015 American Heart Association/American Stroke Association Focused Update of the 2013 Guidelines for the Early Management of Patients With Acute Ischemic Stroke Regarding Endovascular Treatment: A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2015. 46(10). 3020-3035. DOI: 10.1161/STR.0000000000000074 PMID: 26123479
5. Samary C.S., Ramos A.B., Maia L.A., Rocha N.N., Santos C.L., Magalhães R.F., Clevelario A.L., Pimentel-Coelho P.M., Mendez-Otero R., Cruz F.F., Capelozzi V.L., Ferreira T.P.T., Koch T., de Abreu M.G., Dos Santos C.C., Pelosi P., Silva P.L., Rocco P.R.M. Focal ischemic stroke leads to lung injury and reduces alveolar macrophage phagocytic capability in rats. *Crit Care*. 2018. 22. 249. DOI:10.1186/s13054-018-2164-0 PMID: 30290827
6. Грицан А.И., Довбыш Н.Ю. Диагностика и интенсивная терапия вентилятор-ассоциированной пневмонии у пациентов с острым нарушением мозгового кровообращения. Новосибирск: Наука 2019. 148.
7. Smith C.J., Bray B.D., Hoffman A., Meisel A., Heuschmann P.U., Tyrrell P.J., Rudd A.G. Can a novel clinical risk score improve pneumonia prediction in acute stroke care? A UK multicenter cohort study. *J Am Heart Assoc*. 2015. 4. e001307.
8. Bösel J. Use and timing of tracheostomy after severe stroke. *Stroke*. 2017. 48. 2638-43. DOI: 28733479 PMID: 10.1161/STROKEAHA.117.017794
9. Asehnoune K., Roquilly A., Cinotti R. Respiratory management in patients with severe brain injury. *Crit Care*. 2018. 22(1). 76. DOI: 10.1186/s13054-018-1994-0. PMID: 29558976
10. Samary C.S., Pelosi P., Leme Silva P., Rocco P.R.M. Immunomodulation after ischemic stroke: potential mechanisms and implications for therapy. *Crit Care*. 2016. 20(1). 391. DOI: 10.1186/s13054-016-1573-1. PMID: 27923376
11. Duan J., Bai L., Zhou L., Han X., Huang S. Decreasing re-intubation using prophylactic noninvasive ventilation in elderly patients: a propensitymatched study. *J Crit Care*. 2019. 50. 77–81. DOI: 10.1016/j.jcrc.2018.11.019 PMID: 30500567
12. Stevens R.D., Puybasset L. The brain-lung-brain axis. *Intensive Care Med*. 2011. 37. 1054-6. DOI: 10.1007/s00134-011-2233-1 PMID: 21544691
13. Tsai A.S., Berry K., Beneyto M.M., Gaudilliere D., Ganio E.A., Culos A., Ghaemi M.S., Choisy B., Djebali K., Einhaus J.F., Bertrand B., Tanada A., Stanley N., Fallahzadeh R., Baca Q., Quach L.N., Osborn E., Drag L., Lansberg M.G., Angst M.S., Gaudilliere B., Buckwalter M.S., Aghaeepour N. A year-long immune profile of the systemic response in acute stroke survivors. *Brain*. 2019. 142. 978–91. DOI: 10.1093/brain/awz022 PMID: 30860258
14. Hoffmann S., Harms H., Ulm L., Nabavi D.G., Mackert B.M., Schmehl I., Jungehulsing G.J., Montaner J., Bustamante A., Hermans M., Hamilton F., Göhler J., Malzahn U., Malsch C., Heuschmann P.U., Meisel C., Meisel A. Stroke-induced immunodepression and dysphagia

- independently predict stroke-associated pneumonia—the PREDICT study. *J Cereb Blood Flow Metab.* 2017. 37. 3671–82. DOI: 10.1177/0271678X16671964 PMID: 27733675
15. Zapata-Arriaza E., Moniche F., Blanca P.-G., Bustamante A., Escudero-Martínez I., Uclés O., Ollero-Ortiz Á., Sánchez-García J.A., Gamero M.Á., Quesada Á., Vidal De Francisco D., Romera M., De la Cruz C., Sanz G., Montaner J. External validation of the ISAN, A2DS2, and AIS-APS scores for predicting stroke-associated pneumonia. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2018. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2017.09.059 PMID: 29103860
 16. Powers W.J., Rabinstein A.A., Ackerson T., Adeoye O.M., Bambakidis N.C., Becker K., Biller J., Brown M., Demaerschalk B.M., Hoh B., Jauch E.C., Kidwell C.S., Leslie-Mazwi T.M., Ovbiagele B., Scott P.A., Sheth K.N., Southerland A.M., Summers D.V., Tirschwell D.L.; American Heart Association Stroke Council. 2018 Guidelines for the Early Management of Patients With Acute Ischemic Stroke: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke.* 2018. 49. e46–110. DOI: 10.1161/STR.0000000000000158 PMID: 29367334
 17. Jeon S.B., Choi H.A., Badjatia N., Schmidt J.M., Lantigua H., Claassen J., Connolly E.S., Mayer S.A., Lee K. Hyperoxia may be related to delayed cerebral ischemia and poor outcome after subarachnoid haemorrhage. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2014. 85. 1301–7. DOI: 10.1136/jnnp-2013-307314 PMID: 24860138
 18. Roffe C., Nevatte T., Sim J., Bishop J., Ives N., Ferdinand P., Gray R. Effect of routine low-dose oxygen supplementation on death and disability in adults with acute stroke: the stroke oxygen study randomized clinical trial. *JAMA.* 2017. 318. 1125–35. DOI: 10.1001/jama.2017.11463 PMID: 28973619
 19. Carney N., Totten A.M., O'Reilly C., Ullman J.S., Hawryluk G.W.J., Bell M.J., Bratton S.L., Chesnut R., Harris O.A., Kissoon N., Rubiano A.M., Shutter L., Tasker R.C., Vavilala M.S., Wilberger J., Wright D.W., Ghajar J. Brain Trauma Foundation TBI guidelines for the management of severe traumatic brain injury, fourth edition. *Neurosurgery.* 2017. 80. 6–15. DOI: 10.1227/NEU.0000000000001432 PMID: 27654000
 20. Rajajee V., Riggs B., Seder D.B. Emergency neurological life support: airway, ventilation, and sedation. *Neurocrit Care.* 2017. 27(Suppl 1). 4–28. DOI: 10.1007/s12028-017-0451-2 PMID: 28913751
 21. Jaber S., De Jong A., Pelosi P., Cabrini L., Reignier J., Lascarrou J.B. Videolaryngoscopy in critically ill patients. *Crit Care.* 2019. 23. 221 DOI: 10.1186/s13054-019-2487-5 PMID: 31208469
 22. Cabrini L., Landoni G., Baiardo Radaelli M., Saleh O., Votta C.D., Fominskiy E., Putzu A., Snak de Souza C.D., Antonelli M., Bellomo R., Pelosi P., Zangrillo A. Tracheal intubation in critically ill patients: a comprehensive systematic review of randomized trials. *Crit Care.* 2018. 22. 6. DOI: 10.1186/s13054-017-1927-3 PMID: 29351759
 23. Mosier J.M., Hypes C.D., Sakles J.C. Understanding preoxygenation and apneic oxygenation during intubation in the critically ill. *Intensive Care Med.* 2017. 43. 226–8. DOI: 10.1007/s00134-016-4426-0 PMID: 27342820
 24. Frat J.-P., Ragot S., Girault C., Perbet S., Prat G., Boulain T. et al. Effect of non-invasive oxygenation strategies in immunocompromised patients with severe acute respiratory failure: a post-hoc analysis of a randomised trial. *Lancet Respir Med.* 2016. 646–52 DOI: 10.1016/S2213-2600(16)30093-5 PMID: 27245914
 25. Tejerina E., Pelosi P., Muriel A., Peñuelas O., Sutherasan Y., Frutos-Vivar F., Nin N., Davies A.R., Rios F., Violi D.A., Raymondos K., Hurtado J., González M., Du B., Amin P., Maggiore S.M., Thille A.W., Soares M.A., Jibaja M., Villagomez A.J., Kuiper M.A., Koh Y., Moreno R.P., Zeggwagh A.A., Matamis D., Anzueto A., Ferguson N.D., Esteban A. Association between ventilatory settings and development of acute respiratory distress syndrome in mechanically ventilated patients due to brain injury. *J Crit Care.* 2017. 38. 341–5. DOI: 10.1016/j.jcrc.2016.11.010 PMID: 27914908

26. Borsellino B., Schultz M.J., Gama de Abreu M., Robba C., Bilotta F. Mechanical ventilation in neurocritical care patients: a systematic literature review. *Expert Rev Respir Med.* 2016. 10. 1123-32. DOI: 10.1080/17476348.2017.1235976 PMID: 27635737
27. Robba C., Bonatti G., Battaglini D., Rocco R.M.P, Pelosi P. Mechanical ventilation in patients with acute ischaemic stroke: from pathophysiology to clinical practice. *Critical Care.* 2019. 23. 388-92 DOI: 10.1186/s13054-019-2662-8 PMID: 31791375
28. Georgiadis D., Schwarz S., Baumgartner R.W., Veltkamp R., Schwab S. Influence of positive end-expiratory pressure on intracranial pressure and cerebral perfusion pressure in patients with acute stroke. *Stroke.* 2001. 26. 174-81. DOI: 10.1161/hs0901.095406 PMID: 11546901
29. Грицан А.И., Газенкамф А.А., Грицан Г.В. Респираторная поддержка у больных с инсультом. Красноярск. ООО Электробыттехника. 2014. 172.
30. Algea A.G., Pisani L., Bergmans D.C.J., denBoer S., deBorgie C.A.J., Bosch F.H., Bruin K., Cherpanath T.G., Determann R.M., Dondorp A.M., Dongelmans D.A., Endeman H., Haringman J.J., Horn J., Juffermans N.P., van Meenen D.M., van der Meer N.J., Merkus M.P., Moeniralam H.S., Purmer I., Tuinman P.R., Slabbekoorn M., Spronk P.E., Vlaar A.P.J., Gama de Abreu M., Pelosi P., Serpa Neto A., Schultz M.J., Paulus F. RELAx - REstricted versus liberal positive end-expiratory pressure in patients without ARDS: protocol for a randomized controlled trial. *Trials.* 2018. 19. 272. DOI: 10.1186/s13063-018-2640-5 PMID: 29739430
31. Nemer S.N., Caldeira J.B., Santos R.G., Guimarães B.L., Garcia J.M., Prado D., Silva R.T., Azeredo L.M., Faria E.R., Souza P.C. Effects of positive end-expiratory pressure on brain tissue oxygen pressure of severe traumatic brain injury patients with acute respiratory distress syndrome: a pilot study. *J Crit Care.* 2015. 30. 1263-6 DOI: 10.1016/j.jcrc.2015.07.019 PMID: 26307004
32. Pelosi P., Rocco P.R.M., Gama de Abreu M. Close down the lungs and keep them resting to minimize ventilator-induced lung injury. *Crit Care.* 2018. 22. 72. DOI: 10.1186/s13054-018-1991-3 PMID: 29558993
33. Zhang X., Yang Z., Wang Q., Fan H. Impact of positive end-expiratory pressure on cerebral injury patients with hypoxemia. *Am J Emerg Med.* 2011. 29. 699-703 DOI: PMID:
34. Roth C., Ferbert A., Deinsberger W., Kleffmann J., Kästner S., Godau J., Schüler M., Tryba M., Gehling M. Does prone positioning increase intracranial pressure? A retrospective analysis of patients with acute brain injury and acute respiratory failure. *Neurocrit Care.* 2014. 21. 186-91. DOI: 10.1007/s12028-014-0004-x PMID: 24985500
35. Thelander A., Cider Å., Nellgård B. Prone position in mechanically ventilated patients with reduced intracranial compliance. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2006. 50. 937-41 DOI: 10.1111/j.1399-6576.2006.01037.x PMID: 16923087
36. Simonis F.D., Binnekade J.M., Braber A., Gelissen H.P., Heidt J., Horn J., Innemee G., de Jonge E., Juffermans N.P., Spronk P.E., Steuten L.M., Tuinman P.R., Vriens M., de Vreede G., de Wilde R.B., Serpa Neto A., Gama de Abreu M., Pelosi P., Schultz M.J. PREVENT - protective ventilation in patients without ARDS at start of ventilation: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials.* 2015. 16. 226. DOI: 10.1186/s13063-015-0759-1 PMID: 26003545
37. Robba C., Donnelly J., Bertuetti R., Cardim D., Sekhon M.S., Aries M., Smielewski P., Richards H., Czosnyka M. Doppler non-invasive monitoring of ICP in an animal model of acute intracranial hypertension. *Neurocrit Care.* 2015. 23. 419-26. DOI: 10.1007/s12028-015-0163-4 PMID: 26268137
38. Godet T., Chabanne R., Marin J., Kauffmann S., Futier E., Pereira B., Constantin J.M. Extubation failure in brain-injured patients: Risk Factors and Development of a Prediction Score in a Preliminary Prospective Cohort Study. *Anesthesiology.* 2017. 126. 104-14. DOI: 10.1097/ALN.0000000000001379 PMID: 27749290
39. Wang S., Zhang L., Huang K., Lin Z., Qiao W., Pan S. Predictors of extubation failure in neurocritical patients identified by a systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2014. 9. e112198. DOI: 10.1371/journal.pone.0112198 PMID: 25486091

40. Kutchak F.M., Debesaitys A.M., Rieder M.M., Meneguzzi C., Skueresky A.S., Forgiarini Junior L.A., Bianchin M.M. Reflex cough PEF as a predictor of successful extubation in neurological patients. *J Bras Pneumol*. 2015. 41. 358-64. DOI: 10.1590/S1806-37132015000004453 PMID: 26398756
41. Cinotti R., Bouras M., Roquilly A., Asehnoune K. Management and weaning from mechanical ventilation in neurologic patients. *Ann Transl Med*. 2018. 6. 381 DOI: 10.21037/atm.2018.08.16 PMID: 30460255
42. Asehnoune K., Seguin P., Lasocki S., Roquilly A., Delater A., Gros A., Denou F., Mahé P.J., Nessler N., Demeure-Dit-Latte D., Launey Y., Lakhal K., Rozec B., Mallédant Y., Sébille V., Jaber S., Le Thuaud A., Feuillet F., Cinotti R. Extubation success prediction in a multicentric cohort of patients with severe brain injury. *Anesthesiology*. 2017. 12. 338-46. DOI: 10.1097/ALN.0000000000001725 PMID: 28640020
43. McCredie V.A., Ferguson N.D., Pinto R.L., Adhikari N.K.J., Fowler R.A., Chapman M.G., Burrell A., Baker A.J., Cook D.J., Meade M.O., Scales D.C. Airway management strategies for brain-injured patients meeting standard criteria to consider extubation: a prospective cohort study. *Ann Am Thorac Soc*. 2017. 14. 85-93 DOI: 10.1513/AnnalsATS.201608-620OC PMID: 27870576
44. Suntrup-Krueger S., Schmidt S., Warnecke T., Steidl C., Muhle P., Schroeder J.B., Labeit B., Minnerup J., Dziewas R. Extubation readiness in critically ill stroke patients. *Stroke*. 2019. 50 1981-8. DOI: 10.1161/STROKEAHA.118.024643 PMID: 31280655
45. Steidl C., Bösel J., Suntrup-Krueger S., Schönenberger S., Al-Suwaidan F., Warnecke T., Minnerup J., Dziewas R. Tracheostomy, extubation, reintubation: airway management decisions in intubated stroke patients. *Cerebrovasc Dis*. 2017. 44. 1-9 DOI: 10.1159/000471892 PMID: 28395275
46. Schönenberger S., Al-Suwaidan F., Kieser M., Uhlmann L., Bösel J. The SETscore to predict tracheostomy need in cerebrovascular neurocritical care patients. *Neurocrit Care*. 2016. 25. 94-104 DOI: 10.1007/s12028-015-0235-5 PMID: 26842719
47. Schefold J.C., Berger D., Zürcher P., Lensch M., Perren A., Jakob S.M., Parviainen I., Takala J. Dysphagia in mechanically ventilated ICU patients (dynamics): a prospective observational trial. *Crit Care Med*. 2017. 45. 2061-9. DOI: 10.1097/CCM.0000000000002765 PMID: 29023260
48. McCann M.R., Hatton K.W., Vsevolozhskaya O.A., Fraser J.F. Earlier tracheostomy and percutaneous endoscopic gastrostomy in patients with hemorrhagic stroke: associated factors and effects on hospitalization. *J Neurosurg*. 2019. 4. 1-7. DOI: 10.3171/2018.7.JNS181345 PMID: 30611136
49. McCredie V.A., Alali A.S., Scales D.C., Adhikari N.K.J., Rubenfeld G.D., Cuthbertson B.H., Nathens A.B. Effect of early versus late tracheostomy or prolonged intubation in critically ill patients with acute brain injury: a systematic review and meta-analysis. *Neurocrit Care*. 2017. 26. 14-25. DOI: 10.1007/s12028-016-0297-z PMID: 27601069

References:

1. Krishnamurthi R.V., Feigin V.L., Forouzanfar M.H., Mensah G.A., Connor M., Bennett D.A., Moran A.E., Ralph L.S., Anderson L.M., Truelsen T., Martin O'D., Barker-Collo S., Wang W., Shinohara Y., Witt E., Ezzati M., Murray C.; Global and regional burden of first-ever ischaemic and haemorrhagic stroke during 1990–2010: findings from the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet Globl Health*. 2013. 1 (5). 259–81. DOI: 10.1016/S2214-109X(13)70089-5 PMID: 25104492
2. Parfenov V.A., Khasanova D.R. Ischemic Stroke. Moscow : MIA. 2012. 288. in Russian.
3. Backhaus R., Aigner F., Schlachetzki F., Steffling D., Jakob W., Steinbrecher A., Kaiser B., Hau P., Boy S., Fuchs K., Bogdahn U., Ritzka M.; Inventory of a neurological intensive care unit: who is treated and how long? *Neurol Res Int*. 2015. 696038. DOI: 10.1155/2015/696038 PMID: 26199757.

4. Powers W.J., Derdeyn C.P., Biller J. 2015 American Heart Association/American Stroke Association Focused Update of the 2013 Guidelines for the Early Management of Patients With Acute Ischemic Stroke Regarding Endovascular Treatment: A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2015. 46(10). 3020-3035. DOI: 10.1161/STR.0000000000000074 PMID: 26123479
5. Samary C.S., Ramos A.B., Maia L.A., Rocha N.N., Santos C.L., Magalhães R.F., Clevelario A.L., Pimentel-Coelho P.M., Mendez-Otero R., Cruz F.F., Capelozzi V.L., Ferreira T.P.T., Koch T., de Abreu M.G., Dos Santos C.C., Pelosi P., Silva P.L., Rocco P.R.M. Focal ischemic stroke leads to lung injury and reduces alveolar macrophage phagocytic capability in rats. *Crit Care*. 2018. 22. 249. DOI:10.1186/s13054-018-2164-0 PMID: 30290827
6. Griczan A.I., Dovbysh N.Yu. Diagnostics and intensive therapy of ventilator-associated pneumonia in patients with acute cerebrovascular accident. *Novosibirsk :Nauka*. 2019. 148. in Russian.
7. Smith C.J., Bray B.D., Hoffman A., Meisel A., Heuschmann P.U., Tyrrell P.J., Rudd A.G. Can a novel clinical risk score improve pneumonia prediction in acute stroke care? A UK multicenter cohort study. *J Am Heart Assoc*. 2015. 4. e001307.
8. Bösel J. Use and timing of tracheostomy after severe stroke. *Stroke*. 2017. 48. 2638-43. DOI: 28733479 PMID: 10.1161/STROKEAHA.117.017794
9. Asehnoun K., Roquilly A., Cinotti R. Respiratory management in patients with severe brain injury. *Crit Care*. 2018. 22(1). 76. DOI: 10.1186/s13054-018-1994-0. PMID: 29558976
10. Samary C.S., Pelosi P., Leme Silva P., Rocco P.R.M. Immunomodulation after ischemic stroke: potential mechanisms and implications for therapy. *Crit Care*. 2016. 20(1). 391. DOI: 10.1186/s13054-016-1573-1. PMID: 27923376
11. Duan J., Bai L., Zhou L., Han X., Huang S. Decreasing re-intubation using prophylactic noninvasive ventilation in elderly patients: a propensitymatched study. *J Crit Care*. 2019. 50. 77–81. DOI: 10.1016/j.jcrc.2018.11.019 PMID: 30500567
12. Stevens R.D., Puybasset L. The brain-lung-brain axis. *Intensive Care Med*. 2011. 37. 1054-6. DOI: 10.1007/s00134-011-2233-1 PMID: 21544691
13. Tsai A.S., Berry K., Beneyto M.M., Gaudilliere D., Ganio E.A., Culos A., Ghaemi M.S., Choisy B., Djebali K., Einhaus J.F., Bertrand B., Tanada A., Stanley N., Fallahzadeh R., Baca Q., Quach L.N., Osborn E., Drag L., Lansberg M.G., Angst M.S., Gaudilliere B., Buckwalter M.S., Aghaeepour N. A year-long immune profile of the systemic response in acute stroke survivors. *Brain*. 2019. 142. 978–91. DOI: 10.1093/brain/awz022 PMID: 30860258
14. Hoffmann S., Harms H., Ulm L., Nabavi D.G., Mackert B.M., Schmehl I., Jungehulsing G.J., Montaner J., Bustamante A., Hermans M., Hamilton F., Göhler J., Malzahn U., Malsch C., Heuschmann P.U., Meisel C., Meisel A. Stroke-induced immunodepression and dysphagia independently predictstroke-associated pneumonia—the PREDICT study. *J Cereb Blood FlowMetab*. 2017. 37. 3671–82. DOI: 10.1177/0271678X16671964 PMID: 27733675
15. Zapata-Arriaza E., Moniche F., Blanca P-G., Bustamante A., Escudero-Martínez I., Uclés O., Ollero-Ortiz Á., Sánchez-García J.A., Gamero M.Á., Quesada Á., Vidal De Francisco D., Romera M., De la Cruz C., Sanz G., Montaner J. External validation of the ISAN, A2DS2, and AIS-APS scores for predicting stroke-associated pneumonia. *J StrokeCerebrovasc Dis*. 2018. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2017.09.059 PMID: 29103860
16. Powers W.J., Rabinstein A.A., Ackerson T., Adeoye O.M., Bambakidis N.C., Becker K., Biller J., Brown M., Demaerschalk B.M., Hoh B., Jauch E.C., Kidwell C.S., Leslie-Mazwi T.M., Ovbiagele B., Scott P.A., Sheth K.N., Southerland A.M., Summers D.V., Tirschwell D.L.; American Heart Association Stroke Council. 2018 Guidelines for the Early Management of Patients With AcuteIschemic Stroke: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2018. 49. e46–110. DOI: 10.1161/STR.0000000000000158 PMID: 29367334
17. Jeon S.B., Choi H.A., Badjatia N., Schmidt J.M., Lantigua H., Claassen J., Connolly E.S., Mayer S.A., Lee K. Hyperoxiamay be related to delayed cerebral ischemia and poor outcome

- after subarachnoid haemorrhage. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2014. 85. 1301–7. DOI: 10.1136/jnnp-2013-307314 PMID: 24860138
18. Roffe C., Nevatte T., Sim J., Bishop J., Ives N., Ferdinand P., Gray R. Effect of routine low-dose oxygen supplementation on death and disability in adults with acute stroke: the stroke oxygen study randomized clinical trial. *JAMA*. 2017. 318. 1125–35. DOI: 10.1001/jama.2017.11463 PMID: 28973619
 19. Carney N., Totten A.M., O'reilly C., Ullman J.S., Hawryluk G.W.J., Bell M.J., Bratton S.L., Chesnut R., Harris O.A., Kisson N., Rubiano A.M., Shutter L., Tasker R.C., Vavilala M.S., Wilberger J., Wright D.W., Ghajar J. Brain Trauma Foundation TBI guidelines for the management of severe traumatic brain injury, fourth edition. *Neurosurgery*. 2017. 80. 6–15. DOI: 10.1227/NEU.0000000000001432 PMID: 27654000
 20. Rajajee V., Riggs B., Seder D.B. Emergency neurological life support: airway, ventilation, and sedation. *Neurocrit Care*. 2017. 27(Suppl 1). 4–28. DOI: 10.1007/s12028-017-0451-2 PMID: 28913751
 21. Jaber S., De Jong A., Pelosi P., Cabrini L., Reignier J., Lascarrou J.B. Videolaryngoscopy in critically ill patients. *Crit Care*. 2019. 23. 221 DOI: 10.1186/s13054-019-2487-5 PMID: 31208469
 22. Cabrini L., Landoni G., Baiardo Radaelli M., Saleh O., Votta C.D., Fominskiy E., Putzu A., Snak de Souza C.D., Antonelli M., Bellomo R., Pelosi P., Zangrillo A. Tracheal intubation in critically ill patients: a comprehensive systematic review of randomized trials. *Crit Care*. 2018. 22. 6. DOI: 10.1186/s13054-017-1927-3 PMID: 29351759
 23. Mosier J.M., Hypes C.D., Sakles J.C. Understanding preoxygenation and apneic oxygenation during intubation in the critically ill. *Intensive Care Med*. 2017. 43. 226–8. DOI: 10.1007/s00134-016-4426-0 PMID: 27342820
 24. Frat J-P., Ragot S., Girault C., Perbet S., Prat G., Boulain T. et al. Effect of non-invasive oxygenation strategies in immunocompromised patients with severe acute respiratory failure: a post-hoc analysis of a randomised trial. *Lancet Respir Med*. 2016. 646–52 DOI: 10.1016/S2213-2600(16)30093-5 PMID: 27245914
 25. Tejerina E., Pelosi P., Muriel A., Peñuelas O., Sutherasan Y., Frutos-Vivar F., Nin N., Davies A.R., Rios F., Violi D.A., Raymonds K., Hurtado J., González M., Du B., Amin P., Maggiore S.M., Thille A.W., Soares M.A., Jibaja M., Villagomez A.J., Kuiper M.A., Koh Y., Moreno R.P., Zeggwagh A.A., Matamis D., Anzueto A., Ferguson N.D., Esteban A. Association between ventilatory settings and development of acute respiratory distress syndrome in mechanically ventilated patients due to brain injury. *J Crit Care*. 2017. 38. 341–5. DOI: 10.1016/j.jcrc.2016.11.010 PMID: 27914908
 26. Borsellino B., Schultz M.J., Gama de Abreu M., Robba C., Bilotta F. Mechanical ventilation in neurocritical care patients: a systematic literature review. *Expert Rev Respir Med*. 2016. 10. 1123–32. DOI: 10.1080/17476348.2017.1235976 PMID: 27635737
 27. Robba C., Bonatti G., Battaglini D., Rocco R.M.P., Pelosi P. Mechanical ventilation in patients with acute ischaemic stroke: from pathophysiology to clinical practice. *Critical Care*. 2019. 23. 388–92 DOI: 10.1186/s13054-019-2662-8 PMID: 31791375
 28. Georgiadis D., Schwarz S., Baumgartner R.W., Veltkamp R., Schwab S. Influence of positive end-expiratory pressure on intracranial pressure and cerebral perfusion pressure in patients with acute stroke. *Stroke*. 2001. 26. 174–81. DOI: 10.1161/hs0901.095406 PMID: 11546901
 29. Grican A.I., Gazenkampf A.A., Grican G.V. Respiratory support in stroke patients. *Krasnojarsk. OOO Jelektrobyttehnika*. 2014. 172. in Russian.
 30. Algera A.G., Pisani L., Bergmans D.C.J., den Boer S., de Borgie C.A.J., Bosch F.H., Bruin K., Cherpanath T.G., Determann R.M., Dondorp A.M., Dongelmans D.A., Endeman H., Haringman J.J., Horn J., Juffermans N.P., van Meenen D.M., van der Meer N.J., Merkus M.P., Moeniralam H.S., Purmer I., Tuinman P.R., Slabbekoorn M., Spronk P.E., Vlaar A.P.J., Gama de Abreu M., Pelosi P., Serpa Neto A., Schultz M.J., Paulus F. RELAX - REstricted versus liberal positive

- end-expiratory pressure inpatients without ARDS: protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2018. 19. 272. DOI: 10.1186/s13063-018-2640-5 PMID: 29739430
31. Nemer S.N., Caldeira J.B., Santos R.G., Guimarães B.L., Garcia J.M., Prado D., Silva R.T., Azeredo L.M., Faria E.R., Souza P.C. Effects of positive end-expiratory pressure on brain tissue oxygen pressure of severe traumatic brain injury patients with acute respiratory distress syndrome: a pilot study. *J Crit Care*. 2015. 30. 1263-6 DOI: 10.1016/j.jcrc.2015.07.019 PMID: 26307004
 32. Pelosi P., Rocco P.R.M., Gama de Abreu M. Close down the lungs and keep them resting to minimize ventilator-induced lung injury. *Crit Care*. 2018. 22. 72. DOI: 10.1186/s13054-018-1991-3 PMID: 29558993
 33. Zhang X., Yang Z., Wang Q., Fan H. Impact of positive end-expiratory pressure on cerebral injury patients with hypoxemia. *Am J Emerg Med*. 2011. 29. 699-703 DOI: PMID:
 34. Roth C., Ferbert A., Deinsberger W., Kleffmann J., Kästner S., Godau J., Schüller M., Tryba M., Gehling M. Does prone positioning increase intracranial pressure? A retrospective analysis of patients with acute brain injury and acute respiratory failure. *Neurocrit Care*. 2014. 21. 186-91. DOI: 10.1007/s12028-014-0004-x PMID: 24985500
 35. Thelander A., Cider Å., Nellgård B. Prone position in mechanically ventilated patients with reduced intracranial compliance. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2006. 50. 937-41 DOI: 10.1111/j.1399-6576.2006.01037.x PMID: 16923087
 36. Simonis F.D., Binnekade J.M., Braber A., Gelissen H.P., Heidt J., Horn J., Innemee G., de Jonge E., Juffermans N.P., Spronk P.E., Steuten L.M., Tuinman P.R., Vriens M., de Vreede G., de Wilde R.B., Serpa Neto A., Gama de Abreu M., Pelosi P., Schultz M.J. PReVENT - protective ventilation in patients without ARDS at start of ventilation: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2015. 16. 226. DOI: 10.1186/s13063-015-0759-1 PMID: 26003545
 37. Robba C., Donnelly J., Bertuetti R., Cardim D., Sekhon M.S., Aries M., Smielewski P., Richards H., Czosnyka M. Doppler non-invasive monitoring of ICP in an animal model of acute intracranial hypertension. *Neurocrit Care*. 2015. 23. 419-26. DOI: 10.1007/s12028-015-0163-4 PMID: 26268137
 38. Godet T., Chabanne R., Marin J., Kauffmann S., Futier E., Pereira B., Constantin J.M. Extubation failure in brain-injured patients: Risk Factors and Development of a Prediction Score in a Preliminary Prospective Cohort Study. *Anesthesiology*. 2017. 126. 104-14. DOI: 10.1097/ALN.0000000000001379 PMID: 27749290
 39. Wang S., Zhang L., Huang K., Lin Z., Qiao W., Pan S. Predictors of extubation failure in neurocritical patients identified by a systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2014. 9. e112198. DOI: 10.1371/journal.pone.0112198 PMID: 25486091
 40. Kutchak F.M., Debesaitys A.M., Rieder M.M., Meneguzzi C., Skueresky A.S., Forgiarini Junior L.A., Bianchin M.M. Reflex cough PEF as a predictor of successful extubation in neurological patients. *J Bras Pneumol*. 2015. 41. 358-64. DOI: 10.1590/S1806-37132015000004453 PMID: 26398756
 41. Cinotti R., Bouras M., Roquilly A., Asehnoune K. Management and weaning from mechanical ventilation in neurologic patients. *Ann Transl Med*. 2018. 6. 381 DOI: 10.21037/atm.2018.08.16 PMID: 30460255
 42. Asehnoune K., Seguin P., Lasocki S., Roquilly A., Delater A., Gros A., Denou F., Mahé P.J., Nesseler N., Demeure-Dit-Latte D., Launey Y., Lakhal K., Rozec B., Mallédant Y., Sébille V., Jaber S., Le Thuaut A., Feuillet F., Cinotti R. Extubation success prediction in a multicentric cohort of patients with severe brain injury. *Anesthesiology*. 2017. 12. 338-46. DOI: 10.1097/ALN.0000000000001725 PMID: 28640020
 43. McCredie V.A., Ferguson N.D., Pinto R.L., Adhikari N.K.J., Fowler R.A., Chapman M.G., Burrell A., Baker A.J., Cook D.J., Meade M.O., Scales D.C. Airway management strategies for brain-injured patients meeting standard criteria to consider extubation: a prospective cohort study. *Ann Am Thorac Soc*. 2017. 14. 85-93 DOI: 10.1513/AnnalsATS.201608-620OC PMID: 27870576

44. Suntrup-Krueger S., Schmidt S., Warnecke T., Steidl C., Muhle P., Schroeder J.B., Labeit B., Minnerup J., Dziewas R. Extubation readiness in critically ill stroke patients. *Stroke*. 2019. 50: 1981-8. DOI: 10.1161/STROKEAHA.118.024643 PMID: 31280655
45. Steidl C., Bösel J., Suntrup-Krueger S., Schönenberger S., Al-Suwaidan F., Warnecke T., Minnerup J., Dziewas R. Tracheostomy, extubation, reintubation: airway management decisions in intubated stroke patients. *Cerebrovasc Dis*. 2017. 44. 1-9 DOI: 10.1159/000471892 PMID: 28395275
46. Schönenberger S., Al-Suwaidan F., Kieser M., Uhlmann L., Bösel J. The SETscore to predict tracheostomy need in cerebrovascular neurocritical care patients. *Neurocrit Care*. 2016. 25. 94-104 DOI: 10.1007/s12028-015-0235-5 PMID: 26842719
47. Schefold J.C., Berger D., Zürcher P., Lensch M., Perren A., Jakob S.M., Parviainen I., Takala J. Dysphagia in mechanically ventilated ICU patients (dynamics): a prospective observational trial. *Crit Care Med*. 2017. 45. 2061-9. DOI: 10.1097/CCM.0000000000002765 PMID: 29023260
48. McCann M.R., Hatton K.W., Vsevolozhskaya O.A., Fraser J.F. Earlier tracheostomy and percutaneous endoscopic gastrostomy in patients with hemorrhagic stroke: associated factors and effects on hospitalization. *J Neurosurg*. 2019. 4. 1-7. DOI: 10.3171/2018.7.JNS181345 PMID: 30611136
49. McCredie V.A., Alali A.S., Scales D.C., Adhikari N.K.J., Rubenfeld G.D., Cuthbertson B.H., Nathens A.B. Effect of early versus late tracheostomy or prolonged intubation in critically ill patients with acute brain injury: a systematic review and meta-analysis. *Neurocrit Care*. 2017. 26. 14-25. DOI: 10.1007/s12028-016-0297-z PMID: 27601069