

DOI: <https://doi.org/10.17816/MSER106048>

НАУЧНЫЙ ОБЗОР



Обзор технологии вертикализации: история возникновения и актуальность применения

Ю.А. Подольская¹, И.В. Борисов¹, О. Сухбаатар², В.С. Сорокина¹¹ Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии, Московская область, Российская Федерация² Российский университет дружбы народов, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Вертикализация — методика мобилизации, которая направлена на профилактику и лечение нарушений гравитационного градиента у пациентов, находящихся в условиях постельного режима более 24 ч вне зависимости от их двигательного и когнитивного статуса, и проводится в активном и пассивном виде. Проведение пассивной вертикализации в качестве реабилитационной методики рекомендуется для пациентов, которые не могут самостоятельно вставать и удерживать себя в вертикальном положении вследствие тяжести общего состояния.

При подготовке настоящего обзора использовались преимущественно источники литературы из высокорейтинговых изданий. Предпочтение было отдано источникам, опубликованным в последние 10 лет. Отбирались обзорные статьи и материалы, подготовленные экспертами в области написания/редактирования научных публикаций, в том числе обзорных статей.

В совокупности проанализированных методик вертикализации следует отметить, что едиными рекомендациями для всех публикаций выступают раннее начало реабилитационных мероприятий, непрерывность и тщательный контроль за гемодинамическими характеристиками. Сама методика на сегодняшний день имеет опыт применения более 50 лет, а комбинированные технологии вертикализации с механотерапевтическим тренажёром с поддержкой электродвигателя являются современным решением их применения. Данное оборудование может использоваться как в условиях реанимации дополнительно с оборудованием непрерывной респираторной поддержки, так и в условиях реабилитационных и других палат.

Процедура вертикализации по возможности должна быть применена в наиболее ранние сроки после травмирующего события с целью улучшения реабилитационного потенциала. Вертикализация пациентов с хроническим нарушением сознания имеет физиологические особенности, и для снижения риска ортостатической ишемии головного мозга рекомендована гемодинамическая адаптация. Для пациентов с хроническим нарушением сознания рекомендована предварительная адаптация к последующей вертикализации путём постепенного подъёма на мультифункциональной кровати под контролем гемодинамических показателей, в том числе системы непрерывного контроля артериального давления CNAP (системы Dräger).

Ключевые слова: реабилитация; технология вертикализации; CNAP; история вертикализации; ранняя реабилитация; алгоритм адаптации.

Как цитировать

Подольская Ю.А., Борисов И.В., Сухбаатар О., Сорокина В.С. Обзор технологии вертикализации: история возникновения и актуальность применения // *Медино-социальная экспертиза и реабилитация*. 2022. Т. 25, № 1. С. 73–83. DOI: <https://doi.org/10.17816/MSER106048>

DOI: <https://doi.org/10.17816/MSER106048>

REVIEW

Overview of the verticalization of technology: history of the occurrence and relevance of application

Julia A. Podolskaya¹, Ilya V. Borisov¹, Otgontsetseg Sukhbaatar², Victoria S. Sorokina¹

¹ Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitology, Moscow area, Russian Federation

² Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Verticalization is a mobilization technique that is aimed at preventing and treating impaired gravitational gradient in patients who are on bed rest for >24 h, regardless of their motor and cognitive status, and is conducted actively and passively. Passive verticalization as a rehabilitation technique is recommended for patients who cannot stand up independently and keep themselves in an upright position because of the severity of the general condition.

In the preparation of this review, mainly literature sources from highly rated publications were used. Preference was given to sources published in the last 10 years. Review articles and materials prepared by experts in the field of writing/editing scientific publications, including review articles, were selected for the review.

In the aggregate of the verticalization methods analyzed, the common recommendations for all are the early start of rehabilitation measures, continuity, and careful monitoring of hemodynamic characteristics. The technique itself today has more than 50 years of experience, and the combination of verticalization technologies with a mechanotherapeutic simulator with electric motor support is a modern solution for their application. This equipment can be used in both intensive care in addition to the equipment of continuous respiratory support and rehabilitation and other wards.

The verticalization procedure, if possible, should be applied at the earliest possible time after the traumatic event to improve the rehabilitation potential. The verticalization of patients with chronic impairment of consciousness has physiological features, and hemodynamic adaptation is recommended to reduce the risk of orthostatic cerebral ischemia. For patients with disorders of the central nervous system, preliminary adaptation should be conducted to subsequent verticalization by gradually lifting on a multifunctional bed under hemodynamic control, including the CNAP continuous blood pressure monitoring system (Dräger systems).

Keywords: rehabilitation; verticalization technology; CNAP; history of verticalization; early rehabilitation; adaptation algorithm.

To cite this article

Podolskaya YuA, Borisov IV, Sukhbaatar O, Sorokina VS. Overview of the verticalization of technology: history of the occurrence and relevance of application. *Medical and social expert evaluation and rehabilitation*. 2022;25(1):73–83. DOI: <https://doi.org/10.17816/MSER106048>

ВВЕДЕНИЕ

Интенсивное развитие реаниматологии неуклонно ведёт к появлению всё большего числа выживших, но утративших функцию самостоятельного обслуживания людей, равно как и лиц, которые не могут быть признаны дееспособными. Согласно данным мировой консолидированной статистики, у 6% пациентов после операций на сердце с применением аппаратов искусственного кровообращения развивалось так называемое персистирующее вегетативное состояние (апатический синдром). В нашей стране в силу различных причин эта цифра превышает 10% [1].

Следует отметить, что персистирующее вегетативное состояние, или бодрствующая кома, может иметь самый различный генез — от черепно-мозговой травмы и упомянутых послеоперационных осложнений до нарушений мозгового кровообращения и тяжёлых нейродегенеративных заболеваний¹ [2].

По данным Всемирной организации здравоохранения, острое нарушение мозгового кровообращения находится в ряду причин смертности в 2020 г. на втором месте. Данные Федеральной службы государственной статистики за 2020 г. свидетельствуют о 135 344 случаях смерти по причине острого нарушения мозгового кровообращения в Российской Федерации. Заболеваемость по данной нозологии составила 29,4 случая на 1000 населения. Число лиц в возрасте 18 лет и старше, впервые признанных инвалидами по причине болезни системы кровообращения, составляет 167 тыс. человек [3, 4].

Распространённость вегетативного состояния в США оценивается на уровне 6–10 случаев на 100 тыс. населения. В странах Евросоюза данный показатель варьирует в пределах 0,2–3,4 на 100 тыс. населения. При включении данных о пациентах в состоянии минимального сознания, в соответствии с мировой практикой, количество таких пациентов с хроническими нарушениями сознания в России составит ~14–15 тыс. человек [5].

ПАССИВНАЯ ВЕРТИКАЛИЗАЦИЯ — ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МЕТОД РАННЕГО ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ЛЕЧЕНИЯ

В последние годы в мире начали проводиться крупные научные исследования, посвящённые вопросам ранней активизации пациентов; появились новые технические возможности (поворотные столы, аппараты для роботизированной механотерапии). Пассивная вертикализация является одним из перспективных методов раннего восстановительного лечения, так как способствует профилактике осложнений инсульта, стимулирует постуральные и спинальные рефлексы, оказывает тренирующий эффект

на вегетативную нервную систему и риск развития иммобилизационного синдрома [6, 7].

Вертикализация — методика мобилизации, которая направлена на профилактику и лечение нарушений гравитационного градиента у пациентов, находящихся в условиях постельного режима более 24 ч вне зависимости от их двигательного и когнитивного статуса, и проводится в активном и пассивном виде. Проведение пассивной вертикализации в качестве реабилитационной методики рекомендуется для пациентов, которые не могут самостоятельно встать и удерживать себя в вертикальном положении вследствие тяжести общего состояния [8].

Процесс вертикализации активно воздействует на вегетативную систему, проприоцепцию, вестибулярную систему, а также на улучшение респираторной функции, сохранение рефлекторных механизмов опорожнения кишечника и мочевого пузыря; выполняет роль ортостатической тренировки; подготавливает больного к дальнейшей активации; предупреждает развитие осложнений длительной иммобилизации при интенсивной терапии (пролежни, боли в плече, контрактуры) [9].

Первые разработки вертикализатора появились в 1970-х годах. Параподиум был разработан Валласом Мотлохом (Wallace Motloch) в 1971 г. в ортопедическом отделении по исследованиям и разработкам ортезов для пациентов с *spina bifida* (лат.: *расщеплённый позвоночник*) или травматическим параличом Центра для детей-инвалидов (Онтарио, Торонто, Канада) [10]. Первый параподиум представлял собой довольно громоздкую конструкцию, состоящую из прочной рамы на двух ножках с креплениями для стоп, подколенными фиксаторами и деревянными боковинами от уровня бёдер до грудной клетки, которая позволяла пациентам с параличом нижних конечностей и детским церебральным параличом не только принимать вертикальное положение, но и выполнять гимнастические упражнения (рис. 1) [10].

Специалисты швейцарской компании LEVO в 1975 г. разработали первое в мире инвалидное кресло с вертикализатором². В 1976 г. новое изобретение пошло в серийное производство и было представлено на международном рынке как модель «F7» — кресло с механическим приводом и электрическим вертикализирующим устройством (рис. 2) [11].

В 2005 г. компанией Носома (Швейцария) разработано устройство Erigo — вертикализатор для постепенного перевода тела пациента в вертикальное положение и ортопедический роботизированный тренажёр, помогающий ногам пациента совершать естественные движения³ (рис. 3). По мере перехода тела пациента в вертикальное положение нагрузка на ноги возрастает. Сочетание этих возможностей и тренажёра Erigo позволяет решать

¹ Численность инвалидов в Российской Федерации, федеральных округах и субъектах Российской Федерации. Режим доступа: <https://sfri.ru/analitika/chislennost>. Дата обращения: 15.12.2021.

² LEVO History. Режим доступа: <https://levousa.com/history>. Дата обращения: 15.12.2021.

³ About Us. Носома. Режим доступа: <https://www.hocoma.com/hocoma/about-us/>. Дата обращения: 15.12.2021.

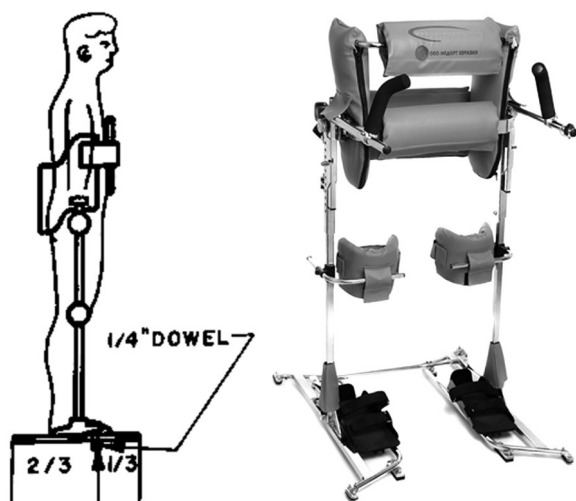


Рис. 1. Макет и современный вид устройства «Параподиум» [10].

Fig. 1. Layout and modern view of the "Parapodium" device [10].

следующие задачи: перевод тела пациента в вертикальное положение, естественные физиологические движения нижних конечностей, регулируемая дозированная нагрузка на нижние конечности. Высота, угол наклона стола, амплитуда и скорость движения ног пациента регулируются врачом. Показания к применению тренажера Erigo — различные нарушения центральной нервной системы и другие заболевания, вызывающие нарушения подвижности [12, 13].

В совокупности все представленные модели вертикализаторов применяются в клинической практике во всём

мире, но в сфере реабилитационной техники в Российской Федерации направление вертикализации относительно молодое и активно развивающееся. В начале 90-х годов XX века некоторые авторы рекомендовали строгий постельный режим, минимальное количество движений в течение 2–3 нед после инсульта, вертикализацию проводили лишь на 4–5-й нед. В конце XX – начале XXI в., по мнению многих авторов, физическая реабилитация и активизация данной категории больных должна начинаться в более ранние сроки [14].

В настоящее время разработаны и применяются различные протоколы и методики вертикализации, преследующие единую цель — раннюю реабилитацию пациентов после тяжёлых поражений головного мозга, однако существуют отличия в технологии их применения (табл. 1). Так, технология А.А. Белкина и соавт. (Российские клинические рекомендации по проведению пассивной вертикализации с помощью вертикализационного стола) и методика, описанная Г. Фраззита и соавт. (Эффективность очень ранней шаговой вертикализации у пациентов с тяжёлыми травмами мозга) [15], охватывают пациентов в остром периоде заболевания, а протокол В.Н. Дороговцева (Протокол пассивного ортостатического теста с высаживанием в функциональное кресло пациентов в посткоматозном периоде и пациентов с хроническими нарушениями сознания после тяжёлых повреждений головного мозга) [6] и методика Ф. Мюллера и соавт. (Влияние аппарата Эриго на уровень сознания и сердечно-сосудистую систему неврологических пациентов в вегетативном или состоянии минимального



Рис. 2. Первая модель вертикализатора, разработанная компанией LEVO (Швейцария) в 1975 г., и её современная версия.

Fig. 2. The first verticalizer model developed by LEMO (Switzerland) in 1975 and its modern version.

² LEVO History. Режим доступа: <https://levousa.com/history>. Дата обращения: 15.12.2021.

³ About Us. Hocoma. Режим доступа: <https://www.hocoma.com/hocoma/about-us/>. Дата обращения: 15.12.2021.



Рис. 3. Вертикализатор с тренажёром для активно-пассивной механотерапии нижних конечностей (Hocoma, Швейцария, 2005).

Fig. 3. A verticalizer with a simulator for active-passive mechanotherapy of the lower extremities (Hocoma, Switzerland, 2005).

сознания) [16] — пациентов с хроническим нарушением сознания, не находящихся на аппарате искусственной вентиляции лёгких, в более позднем периоде заболевания.

По критериям включения в технологиях В.Н. Дороговцева и А.А. Белкина, в отличие от методик Г. Фраззита и Ф. Мюллера, учитываются стабильность гемодинамики и газообмена. А по критериям исключения

у всех технологий имеются свои противопоказания. Так, например, в протоколе В.Н. Дороговцева — это генерализованные мышечные контрактуры с вовлечением мышц кистей, которые не позволяют проводить точные измерения брахиального артериального давления и использование пальцевых датчиков для измерения артериального давления за каждое сердечное сокращение (прибором CNAP). В методику вертикализации

Таблица 1. Особенности технологий пассивной вертикализации пациентов с тяжёлыми поражениями головного мозга

Table 1. Features of passive verticalization technologies for patients with severe brain lesions

Авторы	А.А. Белкин, Г.Е. Иванова, В.Г. Лелюк, Л.В. Стаховская, А.Ю. Суворов, Д.Р. Хасанова, Н.А. Шамалов и др. (Россия)	В.Н. Дороговцев, Д.С. Янкевич, О.А. Мельников (Россия)	Г. Фраззита, И. Зиви, Р. Вальсекки, С. Бонини (Италия)	Ф. Мюллер, М. Лютер, Э. Кениг (Германия)
Название технологии	Российские клинические рекомендации по проведению пассивной вертикализации с помощью вертикализационного стола	Протокол пассивного ортостатического теста с высаживанием в multifunctionalное кресло пациентов в посткоматозном периоде и пациентов с хроническими нарушениями сознания после тяжёлых повреждений головного мозга	Эффективность очень ранней шаговой вертикализации у пациентов с тяжёлыми травмами мозга	Влияние аппарата Эриго на изменение уровня сознания и сердечно-сосудистую систему неврологических пациентов в вегетативном или состоянии минимального сознания
Приборы	Поворотный стол-вертикализатор	Мультифункциональное кресло, прикроватный монитор (Dräger, Германия) со специальной приставкой для непрерывного неинвазивного измерения артериального давления CNAP (CNSystem, Австрия)	Вертикализационный стол ERIGO (Hocoma, Швейцария)	Вертикализационный стол ERIGO (Hocoma, Швейцария)

Таблица 1. Продолжение

Table 1. Continuation

Критерии включения				
По возрасту	>18 лет	34–70 лет	>18 лет	28–70 лет
По времени поступления	Острейший/острый период острого нарушения мозгового кровообращения или черепно-мозговой травмы с момента поступления пациента в отделение	Пациенты в посткоматозном периоде тяжёлых повреждений головного мозга травматического и нетравматического генеза	3-й день после черепно-мозговой травмы	Состояние после травматической внутричерепной травмы, гипоксической травмы головного мозга, внутримозгового кровотечения или ишемического инсульта не ранее 6 мес
По гемодинамике	Систолическое артериальное давление (САД) от 90 до 180 мм рт.ст.; частота сердечных сокращений (ЧСС) от 60 до 110 уд./мин	САД от 90 до 150 мм рт.ст.; ЧСС от 60 до 110 уд./мин	Нет данных	Нет данных
По газообмену	Частота дыхательных движений (ЧДД) от 10 до 30 уд./мин	ЧДД от 10 до 30 уд./мин; насыщение крови кислородом >92%	-	-
По уровню сознания	Нет данных	Пациенты, находящиеся в хроническом бессознательном состоянии	Шкала комы Глазго ≤8 в течение ≥24 ч после события	Апаллический синдром
Прочее	Отсутствие волемиического и нутритивного дефицита; неадекватная реакция на малонагрузочную функциональную пробу с полуортостазом	-	Адекватная функция газообмена в лёгких	-
Критерии исключения				
Со стороны сердечно-сосудистой системы	Тромбоэмболия лёгочной артерии (ТЭЛА), нарастающий тромбоз или наличие флотирующего тромба; острый коронарный синдром; нестабильность сердечного ритма в покое; артериальная гипертензия с САД >180–200 мм рт.ст.	Анемия; гиповолемия; флотирующие тромбы вен; выраженная сердечная недостаточность; острый коронарный синдром; артериальная гипотензия (артериальное давление <100 мм рт.ст.)	Тромбоз глубоких вен	Острые сердечно-лёгочные заболевания; кардиостимулятор
Со стороны дыхательной системы	Искусственная вентиляция лёгких (ИВЛ)	ИВЛ; острая бронхолёгочная патология на фоне нарушений глотания бульбарной или псевдобульбарной природы со скоплением секрета в ротовой полости, гортани и верхних дыхательных путях	Нет данных	Острые сердечно-лёгочные заболевания

Таблица 1. Окончание

Table 1. Ending

<i>Со стороны нервной системы</i>	Нарушения уровня сознания, сопровождаемые двигательным возбуждением; нестабильность неврологического статуса (прогрессирующее течение инсульта); дислокационный синдром; субарахноидальное кровоизлияние; кома	Эпилептические приступы; нарастание неврологических нарушений; дислокационный синдром	Нестабильное внутричерепное давление; церебральное перфузионное давление <60 мм рт.ст.	Сильная спастичность
<i>Со стороны опорно-двигательной системы и телосложения</i>	Нет данных	Крайняя степень кахексии; генерализованные мышечные контрактуры с вовлечением мышц кисти	Переломы или поражения кожи; масса тела >130 кг, рост >210 см	Нестабильные переломы или пролежни; тяжёлый остеопороз нижних конечностей; тяжёлые контрактуры бедра и колена; длина ноги >100 см или <70 см
<i>Прочее</i>	Острая хирургическая патология; проведение инотропной поддержки; гипертермия >37,5°C	Сепсис; психотические расстройства; острая хирургическая патология	Седация	Беременность
Исходное положение	Горизонтальное	Горизонтальное	Горизонтальное	Горизонтальное
Этапности вертикального размещения	Подъём пациента на угол 20°, 40°, 60°, до 80° с измерением артериального давления, ЧСС и сатурации (SpO ₂); во время каждой задержки положения в течение 10 мин и при отсутствии изменения показателей проводится увеличение угла наклона	В течение 2 мин пациент медленно переводится в положение сидя до 70°, а голени с опорой под стопы опускаются до 80°	Постепенное увеличение наклона наклонного стола от 0° до 20°, 40° и 60° за 9 мин	Постепенное увеличение наклона от 0° до 30°, 50° и 70° с задержкой на каждое положение на 5 мин
Целевой угол вертикализации	80°	80°	60°	70°
Продолжительность вертикализации на целевом углу подъёма	10 мин	1 ч	20 мин	Максимум 30 мин
Возврат в исходное положение	Возврат пациента в исходное положение медленный, без задержки в промежуточных положениях поворотного стола	Возврат пациента в исходное положение без задержки в промежуточных положениях	Постепенное уменьшение наклона наклонного стола с 60° до 0° за 1 мин	Постепенное уменьшение наклона на 15° с перерывом до исходного положения

Г. Фраззита ввиду технических ограничений используемого оборудования к списку противопоказаний добавлены параметры массы тела и роста, а также длины ног. Действия с помощью вертикализаторов производятся медленно, с постепенным подъёмом пациента на определённый угол, сообразно выбранной технологии.

Уникальность пациентов с хроническим нарушением сознания (ХНС), госпитализированных в Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии, состоит в том, что значительная их часть была переведена из реанимационных отделений других стационаров через 3–4 мес от начала заболевания, что принципиально отличает их от пациентов в остром периоде заболевания. У некоторых из них мероприятия, направленные на профилактику и лечение иммобилизационного синдрома и повышение уровня мобильности, по разным причинам оказались недостаточно результативными [6].

Целью вертикализации пациентов с ХНС является борьба с последствиями интенсивной терапии, такими как:

- гипостатическая пневмония;
- тромбоэмболические нарушения;
- пролежни;
- нарушения кишечной перистальтики;
- инфекции почек.

Именно эти факты и способствовали проведению работ по их дополнительному исследованию и созданию отдельного протокола по предварительной вертикализации — адаптации к вертикализации. Показанием к началу процедуры пассивной ортостатической тренировки пациентов с ХНС является их адаптированность к кровати с подъёмом головного конца и опусканием ножного конца для проведения дальнейших реабилитационных мероприятий в этом положении. С целью исключения риска ортостатической ишемии головного мозга при подъёме головного конца кровати нами был разработан дополнительный протокол, предусматривающий неинвазивный мониторинг артериального давления при каждом сердечном сокращении (модуль SNAP системы Dräger, разработанный в 2004 г. компанией Cnsystems, Австрия) (рис. 4).

Технология SNAP основана на методе сосудистой разгрузки, который был разработан чешским физиологом Яном Пенязом в 1970-х годах. Поток крови в пальце определяется датчиками инфракрасного света. Давление оказывается на артерию путём надувания или сдувания встроенных камер давления, чтобы «нейтрализовать» пульсацию крови и поддерживать постоянный кровоток. Это «противодавление», необходимое для поддержания постоянного кровотока, соответствует реальному артериальному давлению⁴.



Рис. 4. Модуль SNAP: уникальная конструкция с двумя цилиндрами для непрерывного измерения артериального давления и обеспечения расширенных гемодинамических параметров.

Fig. 4. SNAP module: Unique unique design with two cylinders for quick and easy application for continuous measurement of blood pressure and provision of extended hemodynamic parameters.

АЛГОРИТМ АДАПТАЦИИ К ВЕРТИКАЛИЗАЦИИ

Алгоритм адаптации к вертикализации предусматривает проведение ежедневных сеансов по 30–40 мин до гемодинамической стабилизации на максимальном уровне подъёма. Эффективно проведённым циклом сеансов адаптации считается улучшение гемодинамической стабильности значений артериального давления, частоты сердечных сокращений и дыхательных движений, а также сатурации в положении 60° в течение 15–20 мин (колебание показателей не должно превышать более 10%). В случае сохраняющихся гемодинамических нарушений цикл сеансов следует повторить. При стабилизации гемодинамических показателей применяется протокол вертикализации В.Н. Дороговцева.

Этапы адаптации к вертикализации:

- 1) бинтование нижних конечностей эластичным бинтом либо использование компрессионных чулков;
- 2) постепенное увеличение наклона от 0° до 20°, от 20° до 40°, от 40° до 60° за 9 мин (по 3–4 мин на каждый из этапов);
- 3) вертикализация под углом 60° сохраняется в течение 15–20 мин;
- 4) постепенное уменьшение наклона с 60° до 0° за 1 мин.

При начальном уровне наклона кровати 30° процедура увеличения наклона производится с повышения до 40°. Адаптация к вертикализации предусматривает как подъём головной части мультифункциональной кровати, так и опускание ножной части. Проводимые манипуляции

⁴ Technology. Cnsystems. Режим доступа: <https://www.cnsystems.com/technology/cnap-technology/>. Дата обращения: 15.12.2021.

Таблица 2. Принципиальный план алгоритма адаптации к вертикализации**Table 2.** The basic plan of the algorithm of adaptation to verticalization

Алгоритм адаптации	AA-I	AA-II	Контроль гемодинамики
Применение	Время от события не превышает 30 дней	Время от события свыше 30 дней	-
Первичное измерение параметров гемодинамики	Исходное положение тела	Исходное положение тела	В процессе адаптации к вертикализации производится контроль за гемодинамическими показателями, в т.ч. измерение артериального давления за каждое сердечное сокращение (модуль CNAP системы Dräger)
Подъём с 0° до 20°	3 мин	4 мин	
Подъём с 20° до 40°	3 мин	5 мин	
Подъём с 40° до 60°	3 мин	5 мин	
Фиксация на уровне 60°	20 мин	15 мин	
Возврат на исходный уровень	1 мин	1 мин	

Примечание. AA-I — Алгоритм адаптации I; AA-II — Алгоритм адаптации II.

Note: AA-I — algorithm adaptations I; AA-II — algorithms adaptations.

производятся исключительно под непрерывным контролем параметров жизнедеятельности пациента.

Прерывание процедуры производится в случае ухудшения гемодинамических показателей в соответствии с протоколом вертикализации В.Н. Дороговцева.

Алгоритм адаптации к вертикализации, предложенный нами (табл. 2), может быть использован для пациентов с ХНС с целью оценки их гемодинамической стабильности перед проведением процедуры высаживания и вертикализации.

Алгоритм предполагает применение двух методик, отличающихся между собой критериями включения:

- Алгоритм адаптации I — пациенты, время от события у которых не превышает 30 дней;
- Алгоритм адаптации II — пациенты, время от события у которых превышает 30 дней.

Условное разделение на две методики обусловлено тем, что пациенты с ХНС, событие у которых произошло свыше 30 дней, гемодинамически недостаточно адаптированы к изменению положения тела. С учётом этого принципиальная разница между алгоритмами заключается в интервалах времени при постепенном изменении угла головного и ножного конца функциональной кровати (3 мин и 4–5 мин на каждом из уровней соответственно). Фиксация на уровне 60° более продолжительна для пациентов, время от события у которых не превышает 30 дней — 20 мин против 15 мин у пациентов, у которых время от события превышает 30 дней.

Успешное проведение процедуры адаптации у пациентов может свидетельствовать о возможности применения следующего этапа — процедуры вертикализации, предложенной в протоколе В.Н. Дороговцева для данной группы пациентов.

В совокупности проанализированных методик вертикализации следует отметить, что едиными рекомендациями у всех является раннее начало реабилитационных мероприятий, непрерывность и тщательный контроль за гемодинамическими характеристиками. Сама методика

на сегодняшний день имеет опыт применения более 50 лет, а комбинированные технологии вертикализации с механотерапевтическим тренажёром с поддержкой электромотора являются современным решением их применения. Данное оборудование может использоваться как в условиях реанимации дополнительно с оборудованием непрерывной респираторной поддержки, так и в условиях реабилитационных и других палат.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, процедура вертикализации по возможности должна быть применена в наиболее ранние сроки после травмирующего события для улучшения реабилитационного потенциала. Вертикализация пациентов с хроническим нарушением сознания имеет физиологические особенности, и для снижения риска ортостатической ишемии головного мозга рекомендована гемодинамическая адаптация. Для пациентов с ХНС рекомендовано проводить предварительную адаптацию к последующей вертикализации путём постепенного подъёма на мультифункциональной кровати под контролем гемодинамических показателей, в том числе системы непрерывного контроля артериального давления CNAP (система Dräger).

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

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

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

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: И.В. Борисов — концепция статьи, написание текста, редактирование;

Ю.А. Подольская, О. Сухбаатар, В.С. Сорокина — поиск и отбор литературы, редактирование текста.

ADDITIONAL INFORMATION

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

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Nekrasova J., Kanarskii M., Borisov I., et al. One-year demographical and clinical indices of patients with chronic disorders of consciousness // *Brain Sciences*. 2021. Vol. 11, N 5. P. 651. doi: 10.3390/brainsci11050651
2. Бакулин И.С., Кремнева Е.И., Кузнецов А.В. Хронические нарушения сознания / Под ред. М.А. Пирадова. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Горячая линия – Телеком, 2020. 288 с.
3. Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Российский статистический ежегодник-2021. Статистический сборник. Москва, 2021. 697 с.
4. World Health Organization. World Health Statistics 2021 [интернет]. Режим доступа: <https://www.who.int/data/stories/world-health-statistics-2021-a-visual-summary> Дата обращения: 15.12.2021.
5. Борисов И.В., Бондарь В.А., Канарский М.М., и др. Дистанционная реабилитация: роль и возможности // *Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация*. 2021. Т. 3, № 4. С. 399–408. doi: 10.36425/rehab80253
6. Дороговцев В.Н., Янкевич Д.С., Мельников О.А. Ортостатические нарушения кровообращения в процессе вертикализации у пациентов в посткоматозном периоде после тяжелых повреждений головного мозга // *Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация*. 2020. Т. 2, № 3. С. 204–216. doi: 10.36425/rehab25748
7. Белкин А.А. Синдром последствий интенсивной терапии (ПИТ-синдром) // *Вестник интенсивной терапии имени А.И. Салтанова*. 2018. № 2. С. 12–23. doi: 10.21320/1818-474X-2018-2-12-23
8. Министерство здравоохранения Российской Федерации. Методические рекомендации. Реабилитация в отделении реанимации и интенсивной терапии (РеаБИТ). 2021. 96 с.

REFERENCES

1. Nekrasova J., Kanarskii M., Borisov I., et al. One-year demographical and clinical indices of patients with chronic disorders of consciousness. *Brain Sciences*. 2021;11(5):651. doi: 10.3390/brainsci11050651
2. Bakulin IS, Kremneva EI, Kuznetsov AV. Chronic disorders of consciousness. Ed. by M.A. Piradov. 2nd revised and updated. Moscow: Hotline-Telecom; 2020. 288 p. (In Russ).

Authors' contribution. I.V. Borisov — the concept of the article, writing the text, editing; Yu.A. Podolskaya, O. Sukhbaatar, V.S. Sorokina — search and selection of literature, text editing. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

9. Ковальчук В.В., Хайбуллин Т.Н., Зуева И.Б., и др. Теоретические и практические принципы нейрореабилитации пациентов, перенесших инсульт // *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Спецвыпуск*. 2018. Т. 118, № 9. С. 55–62.
10. Motloch W. The parapodium: an orthotic device for neuromuscular disorders // *Artificial Limbs*. 1971. Vol. 15, N 2. P. 36–47.
11. Власова А.К. Автоматизированная приводная ортезная система вертикализаторного тренажера: бакалаврская работа. Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Инженерная школа новых производственных технологий, Отделение материаловедения, 2021.
12. Даминов В.Д., Рыбалко Н.В., Горохова И.Г., и др. Роботизированная механотерапия с применением системы ERIGO в реабилитации больных неврологического профиля // *Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова: сборник научных трудов*. Москва, 2009. 421 с.
13. Полякова А.В. Изменения системной гемодинамики и мозгового кровотока при вертикализации на поворотном столе (tilt-table) у пациентов с полушарными ишемическими инсультами в остром периоде: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Санкт-Петербург, 2014. 24 с.
14. Аствацатуров М.И. Неврология: избранные работы. Москва: СИМК, 2017. 544 с.
15. Frazzitta G., Zivi I., Valsecchi R., et al. Effectiveness of a very early stepping verticalization protocol in severe acquired brain injured patients: a randomized pilot study in ICU // *PloS One*. 2016. Vol. 11, N 7. P. e0158030. doi: 10.1371/journal.pone.0158030
16. Krewer C., Luther M., Koenig E., Müller F. Tilt table therapies for patients with severe disorders of consciousness: a randomized, controlled trial // *PloS One*. 2015. Vol. 10, N 12. P. e0143180. doi: 10.1371/journal.pone.0143180

3. Federal State Statistics Service (Rosstat). Russian Statistical Yearbook-2021. Statistical collection. Moscow; 2021. 697 p. (In Russ.)
4. World Health Organization. World Health Statistics 2021 [Internet]. Available from: <https://www.who.int/data/stories/world-health-statistics-2021-a-visual-summary>. Accessed: 15.12.2021.
5. Borisov IV, Bondar VA, Kanarsky MM, et al. Remote rehabilitation: role and opportunities. *Physical and rehabilitation*

medicine, medical rehabilitation. 2021;3(4):399–408. (In Russ). doi: 10.36425/rehab80253

6. Dorogovtsev VN, Yankevich DS, Melnikov OA. Orthostatic circulatory disorders in the process of verticalization in patients in the postcomatous period after severe brain damage. *Physical and rehabilitation medicine, medical rehabilitation*. 2020;2(3):204–216. (In Russ). doi: 10.36425/rehab25748

7. Belkin AA. Syndrome of consequences of intensive therapy (PIT syndrome). *Bulletin of intensive therapy named after A.I. Saltanov*. 2018;(2):12–23. (In Russ). doi: 10.21320/1818-474X-2018-2-12-23

8. Ministry of Health of the Russian Federation. Methodological recommendations. Rehabilitation in the intensive care unit (intensive care unit). 2021. 96 p. (In Russ).

9. Kovalchuk VV, Khaibullin TN, Zueva IB, et al. Theoretical and practical principles of neurorehabilitation of stroke patients. *J Neurology Psychiatry S.S. Korsakov*. Special Issue. 2018;118(9):55–62. (In Russ).

10. Motloch W. The parapodium: an orthotic device for neuromuscular disorders. *Artificial Limbs*. 1971;15(2):36–47.

11. Vlasova AK. Automated drive orthotic system of the vertical simulator: bachelor's work. Tomsk: National Research Tomsk

Polytechnic University, Engineering School of New Production Technologies, Department of Materials Science, 2021. (In Russ).

12. Daminov VD, Rybalko NV, Gorokhova IG, et al. Robotic mechanotherapy using the ERIGO system in the rehabilitation of neurological patients. National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov: collection of scientific papers. Moscow; 2009. 421 p. (In Russ).

13. Polyakova AV. Changes in systemic hemodynamics and cerebral blood flow during verticalization on a turntable (tilt-table) in patients with hemispheric ischemic strokes in the acute period [dissertation abstract]. Saint Petersburg; 2014. 24 p. (In Russ).

14. Astvatsaturov MI. Neurology: selected works. Moscow: SIMK; 2017. 544 p. (In Russ).

15. Frazzitta G, Zivi I, Valsecchi R, et al. Effectiveness of a very early stepping verticalization protocol in severe acquired brain injured patients: a randomized pilot study in ICU. *PLoS One*. 2016;11(7):e0158030. doi: 10.1371/journal.pone.0158030

16. Krewer C, Luther M, Koenig E, Müller F. Tilt table therapies for patients with severe disorders of consciousness: a randomized, controlled trial. *PLoS One*. 2015;10(12):e0143180. doi: 10.1371/journal.pone.0143180

ОБ АВТОРАХ

* Подольская Юлия Андреевна, н.с.;

адрес: Россия, 141534, Московская область, Солнечногорский район, д. Лыткино, д. 777, корп. 1;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3158-8209>;

e-mail: julia031181@yandex.ru

Борисов Илья Владимирович, м.н.с.;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5707-118X>;

eLibrary SPIN: 7800-6446; e-mail: realzel@gmail.com

Сухбаатар Отгонцэцэг;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3261-2944>

Сорокина Виктория Сергеевна, м.н.с.;

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1490-1331>;

eLibrary SPIN: 3407-1625; e-mail: vsorokina@fnkcr.ru

AUTHORS' INFO

* Julia A. Podolskaya, Research Associate;

address: 777 buil. 1, Lytkino,

Moscow region, Russia;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3158-8209>;

e-mail: julia031181@yandex.ru

Ilya V. Borisov, Junior Research Associate;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5707-118X>;

eLibrary SPIN: 7800-6446; e-mail: realzel@gmail.com

Otgontsetseg Sukhbaatar, MD;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3261-2944>

Victoria S. Sorokina, Junior Research Associate;

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1490-1331>;

eLibrary SPIN: 3407-1625; e-mail: vsorokina@fnkcr.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author