

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАННЕЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ЖЕНЩИН С ПОЛИНЕЙРОМИОПАТИЕЙ КРИТИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ

И.В. Поденок^{1,2*}, Т.В. Исаева¹, В.Н. Токарская¹, С.В. Журавлёв^{1,2}, В.В. Бояринцев²

¹ ФГБУ «Клиническая больница № 1» Управления делами Президента РФ, Москва

² ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента РФ, Москва

NEW OPPORTUNITIES FOR EARLY REHABILITATION OF FEMALE PATIENTS WITH CRITICAL POLYNEUROMYOPATHY

I.V. Podenok^{1,2*}, T.V. Isaeva¹, V.N. Tokarskaya¹, S.V. Zhuravlev^{1,2}, V.V. Boyarintsev²

¹ Clinical Hospital No. 1 of Department of Presidential Affairs, Moscow, Russia

² Central State Medical Academy of Department of Presidential Affairs, Moscow, Russia

* E-mail: ivanpodenok@mail.ru

Аннотация

Благодаря достижениям интенсивной терапии летальность при критических состояниях снижается, однако после стабилизации витальных функций у значительной части выживших больных развивается полинейромиопатия критических состояний (ПНМКС). Данный синдром, также известный как «приобретенная в отделении интенсивной терапии слабость», характеризуется снижением мышечной силы, ограничением мобильности и замедлением восстановления повседневной активности. У женщин ПНМКС, по данным литературы, встречается в четыре раза чаще, чем у мужчин. Поиск безопасных способов ранней нейромышечной активации является важной задачей медицинской реабилитации. **Цель исследования** – оценить эффективность расширенной программы ранней реабилитации у пациенток реанимационного профиля с ПНМКС при включении электромиостимуляции мышц нижних конечностей и роботизированной циклической механотерапии в стандартный протокол реабилитации. **Материалы и методы.** В открытое рандомизированное контролируемое исследование в период с 2023 по 2025 г. были включены 60 женщин в возрасте от 60 до 74 лет с ПНМКС, проходившие I этап медицинской реабилитации (средний возраст – 68.2 ± 3.6 года, медиана возраста – 68.0 лет [65.1–69.2]). Реабилитационные мероприятия начинались в условиях отделения реанимации и интенсивной терапии (не позднее 48 часов с момента поступления), после чего продолжались в профильных отделениях. Критерии включения в исследование: возраст > 18 лет, женский пол, перенесенное критическое состояние вследствие острой дыхательной недостаточности, проведение искусственной вентиляции легких в течение не менее пяти суток, полинейромиопатия, стабильные жизненно важные функции. В зависимости от объема проводимых мероприятий ранней реабилитации было выделено две группы больных, сопоставимых по возрасту ($p = 0.22$): основная ($n = 30$) и контрольная ($n = 30$). В основной группе стандартный протокол реабилитации дополняли ежедневной электромиостимуляцией четырехглавых мышц бедра нижних конечностей и занятиями на роботизированном прикроватном циклическом тренажере; в группе контроля применяли только базовый комплекс ранней реабилитации (лечебная физкультура, вертикализация с роботизированной платформой – вертикализатором, аппаратная имитация опорной нагрузки на подошвенную поверхность стоп). Эффективность реабилитации оценивали по силе (кгс) четырехглавой мышцы бедра (на 7-й и 14-й дни лечения), данным теста шестиминутной ходьбы (ТШХ) (на 14-й день) и показателям шкалы физической активности (возможный диапазон – от 10 до 30 баллов) опросника качества жизни SF-36 (на 14-й день). **Результаты.** При оценке силы четырехглавой мышцы бедра на 7-е сутки не было выявлено статистически значимых межгрупповых различий ($p = 0.88$). На 14-й день основная группа превосходила группу контроля по всем изучаемым показателям. Сила четырехглавой мышцы бедра в основной группе оказалась достоверно выше, чем в контрольной (2.63 ± 0.62 против 2.23 ± 0.75 кгс; $p = 0.01$), а прирост силы в основной группе составил 0.76 ± 0.52 кгс (+40.7%), тогда как в контрольной – только 0.38 ± 0.37 кгс (+20.6%). Различие прироста между группами статистически значимо ($p = 0.001$). Дистанция в ТШХ на 14-й день в основной группе – 195.3 ± 30.2 м (диапазон – 120–265 м) против 160.1 ± 38.6 м (диапазон – 80–250 м) в контрольной (95%-ный доверительный интервал (ДИ) 17.3–53.2 м; $p < 0.001$). По шкале физической активности опросника качества жизни SF-36, в основной группе медиана составила 20.0 балла [18.0–22.0] против 16.5 балла [13.0–19.8] в контрольной группе ($p = 0.001$). **Заключение.** Включение 14-дневного курса ежедневной электромиостимуляции четырехглавой мышцы бедра и роботизированной циклической механотерапии в стандартную программу ранней реабилитации женщин с ПНМКС в основной группе сопровождалось значимым увеличением мышечной силы, лучшим восстановлением двигательной активности и улучшением физического компонента качества жизни по опроснику SF-36.

Ключевые слова: критические состояния, полинейромиопатия, ранняя реабилитация, электромиостимуляция, роботизированная циклическая механотерапия, женский пол

Abstract

Modern intensive care capabilities have reduced mortality in severe critical states. However, after stabilization of vital functions, a significant proportion of survivors develop critical polyneuropathy. This syndrome is usually called as ICU-acquired weakness (ICUAW) associated with decreased muscle strength, limited mobility, and delayed return to daily activities. According to the literature, ICUAW occurs 4 times more often in women than in men. The search for safe methods of early neuromuscular activation is an important

task in medical rehabilitation. **Purpose.** To assess the effectiveness of an expanded early rehabilitation program in intensive care patients with ICUAW by adding electrical muscle stimulation of the lower extremity muscles and robotic cyclic mechanotherapy to the standard rehabilitation protocol. **Materials and methods.** 60 women with ICUAW, aged 60–74 (average age 68.2 ± 3.6 years (Me 68 [65.1–69.2])), were enrolled in an open, randomized, controlled trial. All of them were at an early rehabilitation program in an intensive care unit in 2023–2025. Rehabilitation activities began in the intensive care unit (no later than 48 hours after admission), after which rehabilitation was continued in specialized departments. Inclusion criteria for the trial were: age > 18 years; female gender; history of critical condition due to acute respiratory failure; mechanical ventilation for at least 5 days; polyneuromyopathy; stable vital functions. Depending on the volume of early rehabilitation procedures, two groups of patients comparable in age were identified ($p = 0.22$): main group ($n = 30$) and control group ($n = 30$). In the main group, the standard rehabilitation protocol was supplemented with daily electromyostimulation of thigh quadriceps muscles of the lower extremities and exercises on a robotic bedside cyclic simulator. In the control group, only the basic early rehabilitation complex was used: functional exercises, verticalization with robotic verticalization platform, hardware-assisted simulation of support load on the plantar surface of the feet. Efficiency was assessed by the strength of the quadriceps femoris (on days 7 and 14 of treatment), by six-minute walk test findings (on day 14) and physical activity indicators (possible range from 10 to 39 scores) by life quality questionnaire SF-36 (on day 14). **Results.** On rehabilitation day 7, difference in quadriceps femoris in both comparison groups was not significant ($p = 0.88$). On postoperative day 14, all assessed findings in the main group were better than in the controls. Quadriceps muscle strength was significantly higher in the main group than in the control one (2.63 ± 0.62 vs. 2.23 ± 0.75 kgf; $p = 0.01$). The muscle strength increase was 0.76 ± 0.52 kgf (+40.7%) in the main group, and only 0.38 ± 0.37 kgf (+20.6%) in the control one. The between-group difference in the strength gain was statistically significant ($p = 0.001$). On day 14, 6-Minute Walk Test (6MWT) distance was 195.3 ± 30.2 m (range, 120–265 m) in the main group versus 160.1 ± 38.6 m (range, 80–250 m) in the controls (95% CI, 17.3–53.2 m; $p < 0.001$). Physical Functioning questionnaire on the quality-of-life (SF-36) showed median score 20.0 points [18.0, 22.0] in the main group and 16.5 points [13.0, 19.8] in the control group ($p = 0.001$). **Conclusion.** The 14-day course of daily lower extremity electrical muscle stimulation and robotic mechanotherapy added to the standard early rehabilitation program for women with ICUAW have promoted a significant increase in the muscle strength, better restoration of motor activity, and improved physical functioning by the quality of life questionnaire SF-36.

Keywords: critical state, polyneuromyopathy, early rehabilitation, electrical myostimulation, robotic cyclic mechanotherapy, female gender

Ссылка для цитирования: Поденок И.В., Исаева Т.В., Токарская В.Н., Журавлёв С.В., Бояринцев В.В. Новые возможности ранней реабилитации женщин с полинейромиопатией критических состояний. Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2026; 3: 56–62.

Введение

Неврологические осложнения критических состояний в настоящее время рассматриваются как самостоятельная междисциплинарная проблема, поскольку они влияют не только на течение острого периода заболевания, но и на отдаленный функциональный прогноз. У пациентов, длительно находящихся в отделениях интенсивной терапии (ОИТ), мышечная слабость нередко становится ведущим фактором ограничения мобильности, увеличивает зависимость от посторонней помощи и ухудшает качество жизни после выписки из стационара. Проблема сохраняющейся слабости скелетной мускулатуры у значительной части выживших после тяжелых критических состояний привлекает все большее внимание врачей разных специальностей [1].

Исторически внимание к данной патологии было связано с трудностями в переводе на самостоятельное дыхание таких пациентов: у части больных именно генерализованная мышечная слабость препятствовала переходу на самостоятельное дыхание. В дальнейшем для описания таких нарушений стали использовать понятия «полинейропатия критических состояний» и «миопатия критических состояний» [1, 2]. Примерно у трети пациентов полинейропатия критических состояний ассоциируется с миопатией критических состояний. Миопатия критических состояний – это острая миопатия с выраженными клиническими симптомами (от небольших функциональных нарушений до грубого повреждения мышечной ткани) и морфологическими характеристиками (от нормальной гистологической картины до атрофии и некроза мышечных волокон) [1].

Развернутое клинко-нейрофизиологическое описание полинейромиопатии критических состояний (ПНМКС) связывают с работами С. Bolton и соавт., опубликованными в 1984 г., хотя отдельные наблюдения сходных состояний встречались значительно раньше. Последующие исследования показали, что при критическом состоянии может страдать не только периферический нерв, но и сама мышца: морфологически это проявляется нарушением структуры цитоплазмы, атрофическими изменениями и очагами некроза, что соответствует миопатии критических состояний. По данным литературы, распространенность синдрома зависит от исходной нозологии и тяжести состояния: от 7% после трансплантации органов до 50–70% при системном воспалительном ответе и почти 100% при полиорганной недостаточности [1].

Патогенез ПНМКС остается многофакторным и окончательно не раскрытым. В современной трактовке ПНМКС может рассматриваться как результат сложного взаимодействия системного воспаления, инфекционного процесса, метаболического стресса и вынужденной гипокинезии.

К факторам риска ПНМКС, помимо длительности искусственной вентиляции легких (ИВЛ) и длительности пребывания в ОИТ, относят: возраст, женский пол, гипоксию, артериальную гипотензию, гипертермию, гипергликемию, гипоальбуминемию, парентеральное питание, инфекционные заболевания, сепсис, а также применение отдельных лекарственных препаратов, включая кортикостероиды и аминогликозиды [1, 3, 4].

Следует особо отметить, что у женщин ПНМКС встречается значительно чаще, чем у мужчин, превос-

ходя в соотношении, по некоторым данным, примерно 4 : 1 [5, 6]. Различия между полами, вероятно, связаны с исходно меньшей мышечной массой у женщин, но не полностью ясны [7, 8]. Аналогичным образом, в обзоре A. Pierre и соавт. (2025), посвященном механизмам сохраняющейся мышечной дисфункции после критического состояния, подчеркивается, что женщины более подвержены развитию ПНМКС, а нарушение физической функции по сравнению с мужчинами более выраженное и долгосрочное [9]. Эти данные подтверждают необходимость разработки дифференцированных, ориентированных на пол подходов к ранней реабилитации пациентов с ПНМКС. Женщинам может потребоваться более раннее обследование для выявления мышечной слабости, более интенсивный протокол реабилитации.

Ранняя диагностика ПНМКС, своевременное начало реабилитационных мероприятий в ОИТ и оптимизация комплекса реабилитации у женщин – крайне актуальная проблема.

Цель исследования – оценка эффективности включения электромиостимуляции нижних конечностей и роботизированной циклической механотерапии в стандартную программу ранней реабилитации женщин с ПНМКС.

Материалы и методы

На базе Клинической больницы № 1 Управления делами Президента РФ проведено открытое рандомизированное клиническое исследование (РКИ) больных с ПНМКС, проходивших раннюю реабилитацию в отделении реанимации и интенсивной терапии. Набор пациентов осуществлялся с 2023 по 2025 г. Исследование было одобрено локальным этическим комитетом Центральной государственной медицинской академии Управления делами Президента РФ, протокол № 4/1/2023 от 12.10.2023 г.

Диагноз ПНМКС был поставлен на основании клинической картины и подтвержден данными электромиографии, которая проводилась всем больным на 3–4-й день ИВЛ.

Критерии включения в исследование: возраст 18 лет и старше, женский пол, перенесенное критическое состояние вследствие острой дыхательной недостаточностью (ОДН), проведение искусственной вентиляции легких (ИВЛ) не менее пяти суток, полинейромиопатия, стабильные жизненно важные функции, согласие на участие в исследовании.

Критерии невключения: состояния, препятствующие выполнению циклических движений нижними конечностями (травмы или операции на нижних конечностях, тазовом кольце либо поясничном отделе позвоночника; открытые раны передней брюшной стенки; пролежни III–IV степени, трофические венозные язвы, тромбоз вен нижних конечностей, выраженная спастичность нижних конечностей); выраженное ожирение с индексом массы тела более 35 кг/м²; наличие ранее установленной патологии с нервно-мышечной слабостью; коагулопатии; психомоторное возбуждение или психические расстройства; нестабильность сердечно-сосудистой и дыхательной систем; потребность в вазопрессорной и/или инотропной поддержке в дозах, превышающих минимальные; наличие электрокардиостимулятора; пребывание в стационаре после начала мероприятия

ранней реабилитации менее 14 дней. Также исключались больные, тяжесть состояния которых не позволяла занять сидячее положение для измерения силы четырехглавой мышцы бедра или выполнить тест шестиминутной ходьбы (ТШХ).

Причинами ОДН в исследовании были: травматические повреждения грудной клетки и органов дыхания, включая переломы ребер, пневмо- или гемоторакс и нарушение функции диафрагмы; расстройства центральной регуляции дыхания при черепно-мозговой травме и заболеваниях головного мозга; обструкция дыхательных путей; уменьшение функционирующей легочной поверхности вследствие пневмонии или ателектаза.

Реабилитацию начинали после стабилизации состояния: вазопрессорная и инотропная поддержка отменялась или была минимальной; артериальное давление, газовый состав крови и сатурация кислорода оставались в допустимых пределах.

По объему реабилитационного воздействия пациентов распределяли на две группы: в основной проводили электромиостимуляцию нижних конечностей на аппарате Endomed 482 (Enraf-Nonius B.V., Нидерланды; РУ Росздравнадзора № РЗН 2016/4195) и механотерапию на роботизированном циклическом прикроватном тренажере MOTomed letto2 (RECK-Technik GmbH & Co. KG, Германия; РУ Росздравнадзора № РЗН 2016/4705) в дополнение к базовому комплексу ранней реабилитации. Пациенты контрольной группы получали стандартную программу ранней реабилитации: занятия лечебной физкультурой с инструктором-методистом, вертикализацию с использованием роботизированной платформы-вертикализатора ANYMOV (S.P.A.S.s.r.l., Италия; РУ Росздравнадзора № ФСЗ 2011/10271) и аппаратную имитацию опорной нагрузки на подошвенную поверхность стоп на аппарате «Корвит» (ООО «ВИТ», Россия; РУ Росздравнадзора № ФСР 2009/04901).

Для электромиостимуляции применяли фарадический ток треугольной формы (FaS) с частотой 100 Гц и длительностью импульса 1 мс. Электроды устанавливали попарно на обе четырехглавые мышцы обоих бедер, обеспечивая одновременную электромиостимуляцию обеих нижних конечностей. Силу тока подбирали индивидуально до появления видимого безболезненного мышечного сокращения. Продолжительность одной процедуры составляла 20 минут, курс лечения – ежедневно в течение 14 дней.

Роботизированная циклическая механотерапия включала занятия на велотренажере, которые пациентки выполняли в положении лежа на спине. Тренировка представляла собой круговые движения нижними конечностями со скоростью 20 оборотов в минуту в режиме пассивного, активно-пассивного или активного циклического движения в зависимости от функционального состояния пациентки. Для пассивных движений нижними конечностями скорость составляла 20 оборотов в минуту со сменой направления через 15 минут. Общая продолжительность составляла 30 минут. Занятия проводили ежедневно на протяжении 14 дней (рис. 1).

Безопасность аппаратных процедур обеспечивали контролем клинических параметров. Роботизированную циклическую механотерапию и электромиостимуляцию выполняли при систолическом артериаль-



Рис. 1. Механотерапия на роботизированном циклическом прикроватном тренажере

ном давлении не выше 170 мм рт. ст., диастолическом давлении не выше 100 мм рт. ст., частоте сердечных сокращений 45–110 уд/мин, температуре тела не выше 37.5 °C (по температурному листу в течение суток). При самостоятельном дыхании учитывали отсутствие признаков дыхательной недостаточности, а у пациентов на ИВЛ обязательным условием было отсутствие десинхронизации с аппаратом.

Оценку динамики силы сокращения четырехглавой мышцы бедра проводили на 7-е и 14-е сутки от начала реабилитационных мероприятий с использованием комплекса для диагностики COBS (mtd-Systems, Германия; РУ Росздравнадзора № ФСЗ 2008/03233). Датчик силы закрепляли с помощью ремня и карабина с одной стороны к устойчивой опоре, а с другой – фиксировали на передней поверхности нижней трети голени. Исследование проводили в положении сидя, согласно рекомендованному производителем аппаратуры протоколу. Пациенты выполняли изометрическое разгибание нижней конечности в коленном суставе при угле его сгибания 90°. Итоговое значение рассчитывали как среднее арифметическое максимальных значений силы для правой и левой нижних конечностей. (рис. 2).

ТШХ проходил по стандартной методике. Результат оценивали на 14-й день реабилитации по максимальному расстоянию, которое пациентка могла пройти за шесть минут.

При анализе качества жизни использовали шкалу физической активности опросника качества жизни SF-36 с диапазоном 10–30 баллов. Оценку проводили на 14-й день реабилитации. Данный раздел опросника отражает субъективную переносимость повседневных нагрузок и степень ограничения жизнедеятельности, связанные с состоянием здоровья; вопросы охватывают десять вариантов активности различной интенсивности [10].



Рис. 2. Изометрическая оценка силы четырехглавой мышцы бедра

Для анализа данных была использована программа IBN SPSS (версия 23.0).

Описательная статистика для каждой группы включала объем выборки (n), среднее и стандартное отклонение ($M \pm SD$), медиану, межквартильный размах (Q1–Q3), минимум и максимум. Нормальность распределения количественных показателей в каждой группе проверяли с использованием критерия Шапиро – Уилка, равенство дисперсий – с использованием критерия Левена.

Межгрупповые сравнения проводились с использованием t-критерия Стьюдента для независимых выборок (с поправкой Уэлча при неравенстве дисперсий) – для нормально распределенных показателей (возраст, сила четырехглавой мышцы бедра на 7-й день, ТШХ); U-критерия Манна – Уитни – для показателей с распределением, отличным от нормального (сила четырехглавой мышцы бедра на 14-й день, прирост силы, шкала SF-36). Внутригрупповую динамику силы четырехглавой мышцы бедра оценивали с использованием парного t-критерия Стьюдента, для верификации – критерия Уилкоксона для связанных выборок. Взаимосвязи между показателями оценивали с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Величину эффекта рассчитывали как d Коэна для параметрических сравнений (для t-критерия) и как рангово-бисериальную корреляцию r – для непараметрических (для U-критерия Манна – Уитни). Статистическая значимость была установлена на уровне $p < 0.05$.

Результаты и обсуждение

Всего за период набора больных с ПНМКС основным критериям исследования соответствовали 76 человек, из них мужчин было 16 и они не были включены в данное исследование. Таким образом, доля мужчин с ПНМКС составила только 21.1% от общего числа па-

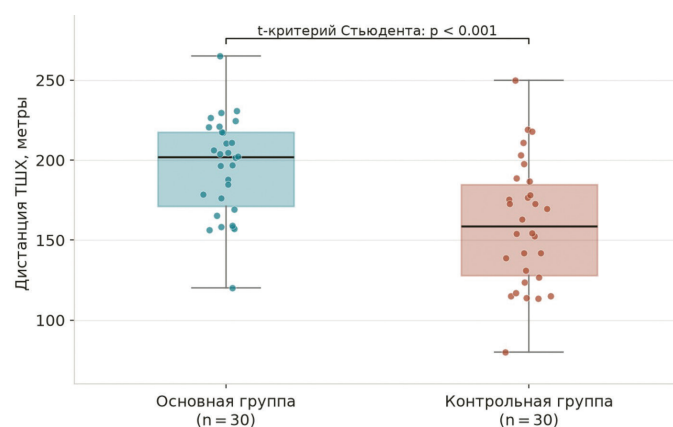


Рис. 3. Диаграмма распределения показателей теста шестиминутной ходьбы (ТШХ) на 14-е сутки реабилитации у пациенток основной и контрольной групп (боксплот)

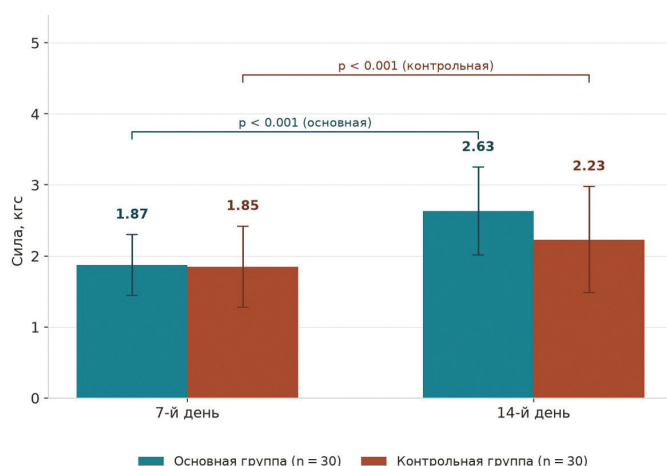


Рис. 4. Динамика силы четырехглавой мышцы бедра по данным динамометрии на 7-е и 14-е сутки

циентов с указанным диагнозом, что совпадает с данными других исследований о значительно более частой встречаемости ПНМКС у женщин [5–9].

В РКИ были включены 60 женщин 60–74 лет, средний возраст – 68.2 ± 3.6 года ($n = 30$ – основная и $n = 30$ – контрольная группы). В результате стратифицированной рандомизации по возрасту группы были сопоставимы: средний возраст женщин основной группы – 68.8 ± 3.6 года, контрольной группы – 67.6 ± 3.6 года ($p = 0.225$). Разница среднего возраста составила 1.2 года (95%-ный доверительный интервал (ДИ) 0.72–3.12). Медиана возраста – 68.0 [65.1–69.2] года.

При проведении ТШХ на 14-й день дистанция ходьбы в основной группе составила 195.3 ± 30.2 м (от 120 до 265 м) против 160.1 ± 38.6 м (от 80 до 250 м) в контрольной ($p < 0.001$; 95% ДИ 17.3–53.2 м, d Коэна = 1.02) (рис. 3).

В начале исследования группы были сопоставимы по силе четырехглавой мышцы бедра обеих нижних конечностей: при оценке этого показателя на 7-е сутки не было выявлено статистически значимых межгрупповых различий ($p = 0.88$).

Внутри каждой группы отмечен статистически значимый прирост мышечной силы к 14-м суткам по сравнению с 7-ми сутками: в основной группе – с 1.87 ± 0.43 до 2.63 ± 0.62 кгс ($p < 0.001$; $d = 1.45$), в контрольной – с 1.85 ± 0.57 до 2.23 ± 0.75 кгс ($p < 0.001$; $d = 1.02$) (рис. 4).

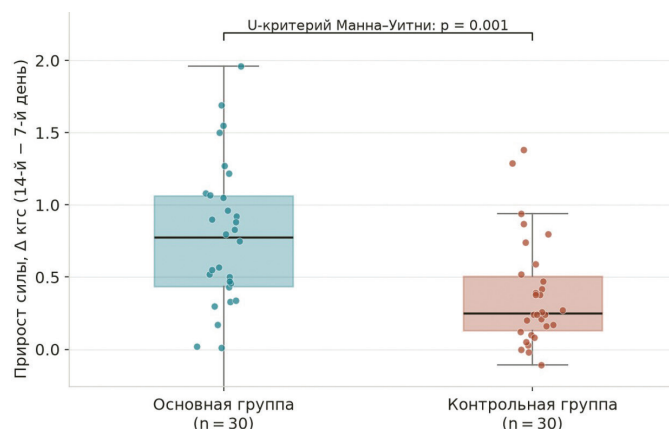


Рис. 5. Прирост силы четырехглавой мышцы бедра за период наблюдения (с 7-го по 14-й день) в основной и контрольной группах

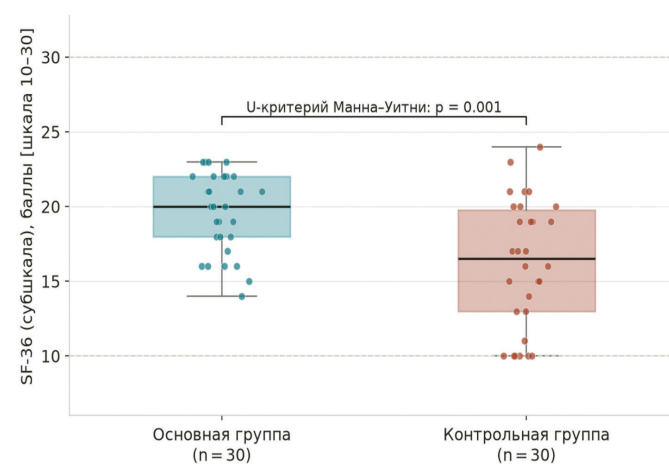


Рис. 6. Диаграмма распределения показателей по шкале физической активности SF-36 на 14-е сутки в основной и контрольной группах, баллы

Несмотря на сопоставимый начальный уровень, к 14-му дню сила четырехглавой мышцы бедра в основной группе оказалась достоверно выше, чем в контрольной: 2.63 ± 0.62 против 2.23 ± 0.75 кгс; $U = 624.5$; $p = 0.010$; $r = 0.39$. Более показательным оказался анализ абсолютного прироста силы за период наблюдения: в основной группе прирост составил 0.76 ± 0.52 кгс (+40.7% от исходного уровня), тогда как в контрольной – только 0.38 ± 0.37 кгс (+20.6%). Различие прироста между группами статистически значимо (U-критерий Манна – Уитни: $U = 666.5$; $p = 0.001$; $r = 0.48$; критерий Стьюдента (как дополнительная проверка): $t(58) = 3.24$; $p = 0.002$; $d = 0.84$; 95% ДИ разности средних 0.15–0.62 кгс) (рис. 5).

По шкале физической активности опросника качества жизни SF-36 пациентки основной группы также имели более высокий результат: медиана 20.0 балла [18.0; 22.0] против 16.5 балла [13.0; 19.8] в контрольной группе. U-критерий Манна – Уитни, $U = 666.0$; $p = 0.001$; $r = 0.48$ (рис. 6).

Во всей выборке ($n = 60$) сила четырехглавой мышцы бедра на 14-й день положительно и умеренно коррелировала с дистанцией ТШХ (ρ Спирмена = 0.535; $p < 0.001$) и с уровнем баллов по шкале физической активности SF-36 ($\rho = 0.499$; $p < 0.001$); дистанция ТШХ, в свою оче-

редь, была также связана с уровнем баллов по SF-36 ($p = 0.481$; $p < 0.001$). Это указывает на согласованность динамики силового, функционального и субъективного компонентов восстановления.

Обсуждение

Результаты исследования показывают, что сочетание электромиостимуляции нижних конечностей с роботизированной циклической механотерапией может усиливать эффект стандартной ранней реабилитации у женщин с ПНМКС. В основной группе отмечены более высокие значения мышечной силы, дистанции ТШХ и шкалы физического компонента качества жизни, что свидетельствует о комплексном влиянии вмешательства на локальную нейромышечную функцию и общую двигательную активность.

Электромиостимуляция обеспечивает направленную активацию ослабленных мышечных групп, тогда как роботизированная циклическая механотерапия позволяет задавать дозированную циклическую нагрузку даже при низкой самостоятельной активности пациента.

Особое значение имеет появление статистически значимых различий уже к 14-м суткам, поскольку именно ранний этап восстановления определяет риск дальнейшей гипокинезии, темпы вертикализации и последующую потребность в длительной реабилитации.

Полученные нами данные о повышении силы мышц бедра, увеличении дистанции на ТШХ и улучшении физического компонента качества жизни по SF-36 согласуются с данными других исследований, подтверждающих эффективность ранней комплексной реабилитации пациентов с полинейропатией и миопатией критических состояний. Так, по данным метаанализа рандомизированных контролируемых исследований, применение электростимуляции у пациентов реанимационного профиля сопровождалось значимым повышением мышечной силы [11], а в проспективном исследовании М. Egger и соавт. (2024) также продемонстрировано, что ранняя комплексная реабилитация способствует улучшению двигательной функции, мобильности и качества жизни пациентов после критических состояний [12].

Тем не менее исследование S. Eggmann и соавт. (2018) по изучению эффективности методов ранней реабилитации при ПНМКС показало, что только ранняя активизация в постели была наиболее значимым фактором, связанным с ПНМКС при выписке из ОИТ. В этом параллельном РКИ по изучению эффективности методов ранней реабилитации у пациентов ОИТ, находящихся на ИВЛ ($n = 115$, средний возраст – 68.1 [65.3–74.9] года, мужчин 63%), проведенном в ОИТ академического центра в Швейцарии, в группе пациентов, получавших дополнительно к стандартному комплексу ранней реабилитации механотерапию на моторизованном велотренажере и силовые тренировки, при выписке из стационара не было выявлено достоверных различий в дистанции ТШХ по сравнению с пациентами контрольной группы, получавшими только стандартный комплекс ранней реабилитации, – 123 [25–280] м и 100 [0–300] м ($p = 0.542$) соответственно, и не было выявлено достоверных различий в мышечной силе между группами при выписке из ОИТ. Исследователями были сделаны выводы, что механизированные и силовые тре-

нировки не улучшают функциональные возможности при ПНМКС по сравнению с активной реабилитацией с использованием обычного ухода [13].

В исследовании S. Eggmann и соавт. (2020) проводили анализ функциональных показателей в зависимости от тяжести ПНМКС. Было показано, что при отсутствии ПНМКС, связанной с пребыванием в ОИТ, отмечались меньшая продолжительность госпитализации и лучшие функциональные показатели при выписке из больницы. Пациенты с тяжелой ПНМКС демонстрировали большие сроки госпитализации, значительно меньшую дистанцию в ТШХ по сравнению с пациентами с умеренной мышечной слабостью или при ее отсутствии – 110 м [75–240], 196 м [90–324.25] и 225 м [129–378.75] соответственно. Так же полученные результаты свидетельствуют о высокой чувствительности ТШХ в оценке функционального восстановления и переносимости физической нагрузки при ПНМКС и его безопасности, что подтверждают и данные нашего исследования. Увеличение мышечной силы было связано с активной реабилитацией с использованием обычного ухода у тяжелых больных на ИВЛ, ранние последовательные адаптированные тренировки оказались безопасны. Однако через шесть месяцев по результатам опросника SF-36 качество жизни, связанное со здоровьем у больных с ПНМКС и без ПНМКС после выписки из ОИТ, было аналогичным, что свидетельствует о возможности частичного восстановления тяжелых пациентов с ПНМКС, находящихся на ИВЛ, тем не менее, по мнению S. Eggmann и соавт., требуется проведение дальнейших исследований по эффективности ранней реабилитации [14].

Дополнительным подтверждением безопасности и эффективности аппаратных методов мобилизации служат данные проспективного когортного исследования, продемонстрировавшего, что роботизированная ранняя мобилизация в условиях ОИТ может быть успешно внедрена в клиническую практику и способствует более продолжительным периодам мобилизации пациента по сравнению с обычным уходом [15]. Об эффективности включения электромиостимуляции в комплекс ранней реабилитации свидетельствуют результаты сетевого метаанализа С. Ху и соавт. (2024), включившего данные рандомизированных контролируемых исследований пациентов ОИТ на искусственной вентиляции легких: применение электромиостимуляции в комбинации с физической терапией достоверно повышало частоту успешной экстубации по сравнению со стандартным уходом и отдельным применением электромиостимуляции или физической терапии, демонстрируя лучший профиль клинических исходов при комбинированном подходе [16].

Возможно, именно добавление электромиостимуляции нижних конечностей к роботизированной циклической механотерапии и базовому комплексу ранней реабилитации, как в нашем исследовании, позволяет улучшить результаты восстановления ПНМКС, однако для подтверждения этой гипотезы требуется проведение сравнительных исследований в группах с использованием электромиостимуляции и без ее использования.

При сопоставлении результатов нашего исследования с данными других исследований по ранней реабилитации ПНМКС следует учитывать, что в отличие от работ,

охватывающих лиц обоего пола, данное исследование проводилось только на женской выборке, что также могло повлиять на результаты.

Ограничениями исследования являются короткий период наблюдения и ограниченный контингент больных. Для подтверждения полученных результатов необходимо проведение дальнейших исследований.

Заключение

Включение 14-дневного курса ежедневной электромиостимуляции четырехглавой мышцы бедра и роботизированной циклической механотерапии в стандартную программу ранней реабилитации женщин с полинейромиопатией критических состояний сопровождалось значимым увеличением мышечной силы, лучшим восстановлением двигательной активности и улучшением физического компонента качества жизни по опроснику SF-36.

В практической работе предложенная схема может применяться в отделениях реанимации и интенсивной терапии у пациентов после критических состояний при стабильных гемодинамических и дыхательных показателях.

Конфликт интересов.

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

Источники финансирования.

Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Литература

1. Миопатии в практике клинициста: Руководство для врачей / С.А. Бернс, В.В. Бояринцев, А.В. Вдовин и др. – М.: ГЭОТАР-Медиа. – 2023. – 448 с. [Myopathies in the practice of a clinician: a guide for doctors / S.A. Burns, V.V. Boyarintsev, A.V. Vdovin et al. – M.: GEOTAR-Media. – 2023. – 448 p. In Russian]
2. Саковец Т.Г. и др. Полинейромиопатии критических состояний: клиника, диагностика // Российский журнал боли. – 2017. – № 1. – С. 47–48. [Sakovets T.G. et al. Polyneuromyopathies of critical conditions: clinical picture, diagnosis // Russian Journal of Pain. – 2017. – No. 1. – P. 47–48. In Russian]
3. Yang Z. et al. A systematic review and meta-analysis of risk factors for intensive care unit acquired weakness // Medicine. – 2022. – V. 101. – No. 43. – P. e31405. DOI: 10.1097/MD.00000000000031405
4. Fuentes-Aspe R. et al. Which factors are associated with acquired weakness in the ICU? An overview of systematic reviews and meta-analyses // Journal of Intensive Care. – 2024. – V. 12. – No. 1. – P. 33. DOI: 10.1186/s40560-024-00744-0
5. Плотников Г.П. и др. Полинейромиопатия критических состояний (обзор литературы) // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2023. – Т. 20. – № 5. – С. 76–83. [Plotnikov G.P. et al. Polyneuromyopathy of critical conditions (literature review) // Bulletin of Anesthesiology and Resuscitation. – 2023. – V. 20. – No. 5. – P. 76–83. In Russian]. DOI: 10.24884/2078-5658-2023-20-5-76-83
6. Merdji H. et al. Sex and gender differences in intensive care medicine // Intensive care medicine. – 2023. – V. 49. – No. 10. – P. 1155–1167. DOI: 10.1007/s00134-023-07194-6
7. Boelens Y.F.N. et al. Poor physical recovery after critical illness: incidence, features, risk factors, pathophysiology, and evidence-based therapies // Current Opinion in Critical Care. – 2022. – V. 28. – No. 4. – P. 409–416. DOI: 10.1097/MCC.0000000000000955
8. Cheung K. et al. Pathophysiology and management of critical illness polyneuropathy and myopathy // Journal of Applied Physiology. – 2021. – V. 130. – No. 5. – P. 1479–1489. DOI: 10.1152/jappphysiol.00019.2021
9. Pierre A. et al. Muscle weakness after critical illness: unravelling biological mechanisms and clinical hurdles // Critical Care. – 2025. – V. 29. – No. 1. – P. 248. DOI: 10.1186/s13054-025-05462-z
10. Framework I.C. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36) // Med. Care. – 1992. – V. 30. – No. 6. – P. 473–483
11. Li L. et al. The effect of electrical stimulation in critical patients: a meta-analysis of randomized controlled trials // Frontiers in Neurology. – 2024. – V. 15. – P. 1403594. DOI: 10.3389/fneur.2024.1403594
12. Egger M. et al. Comprehensive assessment and progression of health status during neurorehabilitation in survivors of critical illness: a prospective cohort study // Annals of Intensive Care. – 2024. – V. 14. – No. 1. – P. 175. DOI: 10.1186/s13613-024-01396-x
13. Eggmann S. et al. Effects of early, combined endurance and resistance training in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomised controlled trial // PLoS One. – 2018. – V. 13. – No. 11. – P. e0207428. DOI: 10.1371/journal.pone.0207428
14. Eggmann S. et al. Functional ability and quality of life in critical illness survivors with intensive care unit acquired weakness: A secondary analysis of a randomised controlled trial // PLoS One. – 2020. – V. 15. – No. 3. – P. e0229725. DOI: 10.1371/journal.pone.0229725
15. Huebner L. et al. Effects of robotic-assisted early mobilization versus conventional mobilization in intensive care unit patients: prospective interventional cohort study with retrospective control group analysis // Critical Care. – 2024. – V. 28. – No. 1. – P. 112. DOI: 10.1186/s13054-024-04896-1
16. Xu C. et al. Effect of neuromuscular electrical stimulation in critically ill adults with mechanical ventilation: a systematic review and network meta-analysis // BMC Pulmonary Medicine. – 2024. – V. 24. – No. 1. – P. 56. DOI: 10.1186/s12890-024-02854-9