

ОЦЕНКА ФУНКЦИИ МЫШЦ-СТАБИЛИЗАТОРОВ КОРПУСА ПРИ ПОМОЩИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО СКАНИРОВАНИЯ У ПАЦИЕНТОВ С ГЕМИПАРЕЗОМ ПОСЛЕ ИНСУЛЬТА

Е.М. Цветкова^{1, 2*}, Е.А. Мельникова², Н.Н. Владимирова¹, А.Н. Чичва¹, Н.В. Козлова¹,
Н.Ю. Маркина¹, В.Г. Винокуров²

¹ ФГБУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» Управления делами Президента РФ, Москва

² ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского», Москва

ULTRASOUND ASSESSMENT OF THE FUNCTION OF TRUNK STABILIZER MUSCLES IN HEMIPARETIC PATIENTS AFTER STROKE

Е.М. Tsvetkova^{1, 2*}, Е.А. Melnikova², N.N. Vladimirova¹, A.N. Chichva¹, N.V. Kozlova¹,
N.Yu. Markina¹, V.G. Vinokurov²

¹ Central Clinical Hospital with Out-Patient Unit of Department of Presidential Affairs, Moscow, Russia

² Vladimirsky Moscow Regional Research Clinical Institute, Moscow, Russia

*E-mail: emtsvetkova@cchp.ru

Аннотация

Поддержание вертикальной позы и реализация локомоторных актов невозможны без скоординированной работы мускулатуры туловища. У пациентов, перенесших церебральный инсульт, одностороннее поражение пирамидного тракта закономерно приводит к функциональной недостаточности не только конечностей, но и постуральных мышц ипсилатеральной половины тела. Применение ультрасонографии открывает возможности для объективной верификации данных нарушений. **Цель исследования** – провести количественный анализ морфофункциональных характеристик глубоких мышц живота и поясничной области у пациентов с постинсультным гемипарезом с использованием ультразвукового сканирования. **Материалы и методы.** В исследование включены 90 пациентов в восстановительном периоде инсульта (средний возраст – 60.9 ± 16.1 года) и 30 условно здоровых лиц группы контроля, сопоставимых по возрастным-половым характеристикам. Всем участникам выполнено ультразвуковое исследование наружной и внутренней косых и поперечной мышц живота, а также квадратной мышцы поясницы. Измерения проводили в состоянии покоя и при максимальном произвольном сокращении. Рассчитывали индекс утолщения и коэффициент межсторонней асимметрии. **Результаты.** Установлено, что на стороне гемипареза у большинства пациентов регистрируется статистически значимое снижение индекса утолщения внутренней косой (78.9% случаев, $p = 0.027$) и поперечной ($p = 0.00015$) мышц живота и квадратной мышцы поясницы ($p = 0.040$) по сравнению с группой контроля. Выявлена статистически значимая асимметрия толщины данных мышечных групп между паретичной и интактной сторонами. Параметры наружной косой мышцы у пациентов в восстановительном периоде значимо не отличались от таковых в контрольной группе ($p = 0.210$). **Заключение.** Функциональная несостоятельность глубоких мышц-стабилизаторов туловища является характерным и часто встречающимся последствием инсульта, локализованным на стороне двигательного дефицита. Результаты ультразвукового исследования позволяют объективизировать степень поражения осевой мускулатуры и могут использоваться для индивидуализации реабилитационной программы.

Ключевые слова: церебральный инсульт, гемипарез, постуральные мышцы, квадратная мышца поясницы, сонография, индекс утолщения.

Abstract

Maintaining vertical posture and performing locomotor acts are impossible without coordinated work of the trunk muscles. After cerebral stroke, unilateral damage to the pyramidal tract naturally leads to functional insufficiency not only of limbs but also of the postural muscles on the ipsilateral side of the body. Ultrasonography provides opportunities for objective verification of these disorders. **Purpose.** To conduct a quantitative analysis of the morphofunctional characteristics of deep abdominal and lumbar muscles in patients with post-stroke hemiparesis using ultrasound scanning. **Materials and methods.** 90 patients at their recovery stage after stroke (mean age 60.9 ± 16.1) in the studied group and 30 conditionally healthy individuals in the control group, comparable by age and sex, were enrolled in the trial. Ultrasound examination of the external and internal oblique, transversus abdominal muscles, as well as the quadratus lumborum muscle was done in all participants. Measurements were performed at rest and at the maximum voluntary contraction. The thickening index (TI) and the coefficient of inter-side asymmetry were calculated. **Results.** As it has been found out, a significant decrease in TI of the internal oblique (78.9% cases; $p = 0.027$), TrA ($p = 0.00015$), and QL ($p = 0.040$) was observed on the hemiparetic side compared to the controls. A statistically significant asymmetry in the thickness of these muscle groups between paretic and intact sides was revealed. Parameters of the external oblique muscle in patients from the studied group did not significantly differ of those in the control group ($p = 0.210$). **Conclusion.** Functional insufficiency of deep trunk muscles-stabilizers is a typical and frequent consequence located at the impaired side. Findings of ultrasound examination can objectively assess the degree of axial muscle damage and can be used in personalized rehabilitation programs.

Keywords: cerebral stroke, hemiparesis, postural muscles, quadratus lumborum muscle, sonography, thickening index.

Ссылка для цитирования: Цветкова Е.М., Мельникова Е.А., Владимирова Н.Н., Чичва А.Н., Козлова Н.В., Маркина Н.Ю., Винокуров В.Г. Оценка функции мышц-стабилизаторов корпуса при помощи ультразвукового сканирования у пациентов с гемипарезом после инсульта. *Кремлевская медицина. Клинический вестник.* 2026; 2: 25–29.

Введение

Восстановление постурального баланса, локомоторной функции и двигательной активности конечностей фокусируется на ключевых направлениях медицинской реабилитации пациентов в постинсультном периоде. К числу наиболее распространенных и стойких последствий церебрального инсульта относятся гемипарез, выявляемый у 70–90% пациентов [1, 2], и нарушения постурального баланса, встречающиеся в 80% случаев [3, 4]. Указанные функциональные расстройства существенно ограничивают способность пациентов к самостоятельному обслуживанию и негативно влияют на качество их жизни [5].

С биомеханической точки зрения организм человека представляет собой сложную многозвенную систему, стабильность которой обеспечивается скоординированной работой сенсорного, интегративного и моторного компонентов [6]. Постуральный контроль является динамическим процессом, реализуемым через последовательную активацию мышечных синергий туловища и конечностей [7, 8]. Традиционно в реабилитации внимание уделялось конечностям, однако современные данные подчеркивают, что состояние мышц-стабилизаторов туловища (так называемого кора) является фундаментом для дистальной мобильности [9, 10].

Мышцы, обеспечивающие стабилизацию туловища, функционально ориентированы на предотвращение нежелательных смещений сегментов тела и стабилизацию позвоночного столба и таза [11]. К этой группе относятся: поперечная мышца живота (*Musculus transversus abdominis*), внутренняя косая мышца (*m. obliquus internus abdominis*), квадратная мышца поясницы (*m. quadratus lumborum*). Поперечная мышца живота играет особую роль, обеспечивая предварительную (антиципаторную) стабилизацию поясничного отдела перед началом движения конечностей [12].

Вследствие инсульта повреждение пирамидных путей ведет к одностороннему парезу не только конечностей, но и осевой мускулатуры [13, 14], что клинически проявляется асимметрией позы, наклоном и ротацией таза. Диагностика состояния глубоких мышц туловища затруднена ввиду их анатомического расположения. В этом контексте ультразвуковое исследование (УЗИ) скелетной мускулатуры выступает как доступная, неинвазивная и объективная альтернатива многим другим методам диагностики состояния мышц [15, 16]. УЗ-оценка толщины мышц в покое и при функциональных пробах позволяет количественно определить индекс утолщения, отражающий сократительный резерв и степень нейромышечного контроля [17, 18]. Представленная работа направлена на объективизацию степени поражения этой группы мышц и выявление предикторов их дисфункции для оптимизации реабилитационного процесса.

Цель исследования – провести объективную количественную оценку структурно-функционального состояния внутренней и наружной косых, поперечной мышц живота, а также квадратной мышцы поясницы у пациентов с гемипарезом в восстановительном периоде инсульта методом ультразвуковой диагностики.

Материалы и методы

Работа выполнена как одноцентровое контролируемое исследование на базе Центра медицинской реабилитации ФГБУ «ЦКБ с поликлиникой» УДП РФ в период 2023–2025 гг.

Протокол одобрен этическим комитетом ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского (№ 6 от 12.05.2023 г.). От каждого участника получено информированное согласие.

В основную группу вошли 90 пациентов с последствиями инсульта в виде гемипареза (срок заболевания от 1 до 12 месяцев). Группу контроля (для определения референсных значений) составили 30 здоровых добровольцев без неврологической патологии в анамнезе. Статистически значимых различий по полу (63% мужчин) и возрасту (60.9 ± 16.1 года) между группами не зафиксировано ($p > 0.05$).

Критерии включения: наличие верифицированного инсульта, односторонний парез (0–4 балла по шкале Medical Research Council (MRC)), способность к поддержанию вертикальной позы (с опорой или без), сохранность когнитивных функций, достаточная для выполнения команд (Mini-Mental State Examination ≥ 20 баллов).

Критерии исключения: тяжелая соматическая патология в стадии декомпенсации, острые инфекционные процессы, хирургические вмешательства на органах брюшной полости и грудной клетки в анамнезе.

Визуализацию и измерения проводили два сертифицированных специалиста на УЗ-сканере Philips Epiq 5. Протокол УЗИ проводили на аппарате Philips Epiq 5 [19].

Для исследования мышц боковой стенки живота в положении пациента лежа на спине линейным датчиком с частотой 6–15 МГц находили зону визуализации по передней подмышечной линии, ориентируясь на гребень подвздошной кости (на 2–3 см выше него). В В-режиме четко идентифицировали три мышечных слоя: наружную косую (НКМ) и внутреннюю косую мышцы (ВКМ) и поперечную мышцу живота (ПМ). Фиксировали толщину каждого слоя в покое (Тп) и в конце пробы на втягивание передней брюшной стенки (Тн) (рис. 1) [17].

Для исследования квадратной мышцы поясницы (КМП) пациента усаживали с упором на руки, датчик (6–15 МГц) устанавливали по задней подмышечной линии непосредственно под реберной дугой, измерения толщины КМП проводили в покое (Тп) и при наклоне корпуса вперед (Тн) (рис. 2).

Для каждой мышцы с каждой стороны вычисляли индекс утолщения (ИУ, %) по формуле: $\text{ИУ} = [(Тн - Тп) / Тп] \times 100\%$. Дополнительно анализировали межстороннюю асимметрию (разницу толщины мышц справа и слева, мм).

Ввиду отсутствия общепринятых нормативов в работе применен авторский диагностический критерий частоты дисфункции. Патологическим считалось:

1. Снижение ИУ более чем на 1.5 стандартных отклонения (SD) от среднего контроля. Порог 1.5 SD выбран для обеспечения баланса между чувствительностью метода к нейрогенным изменениям и специфичностью в условиях возрастной инволюции мышечной ткани.

2. Межсторонняя асимметрия толщины более 1 мм (для КМП более 2 мм). В норме (группа контроля) асимметрия не превышала 0.4–0.6 мм [18].

Массив данных обрабатывали с помощью пакета прикладных программ SPSS Statistics 27. Нормальность распределения оценивали по критерию Шапиро – Уилка. Для сравнения зависимых выборок (паретичная и интактная сторона) применяли парный t-критерий. Сравнение независимых групп (пациенты vs контроль) выполнено с помощью t-критерия для независимых выборок. Различия считали значимыми при $p < 0.05$.

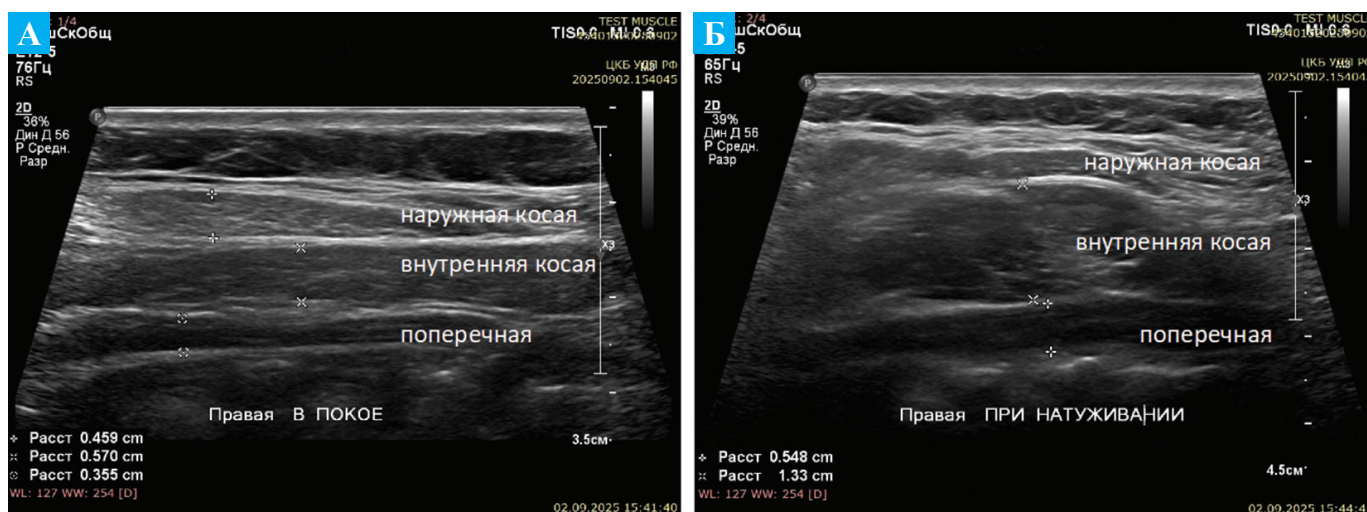


Рис. 1. УЗ-оценка толщины мышц боковой стенки живота в покое (А) и в конце маневра натуживания (Б), В-режим

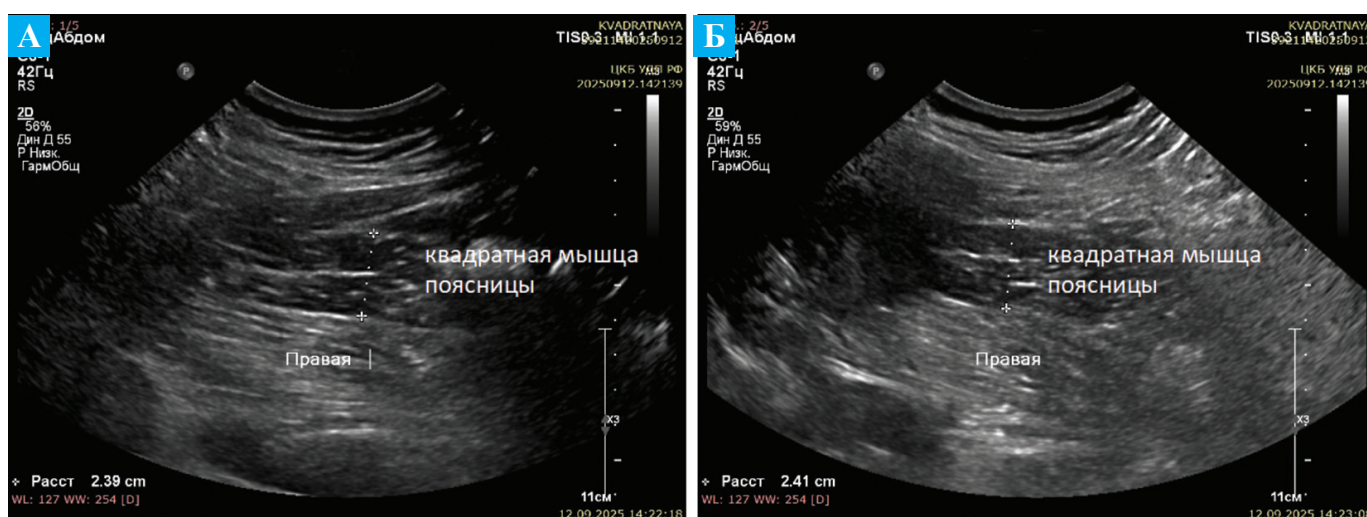


Рис. 2. УЗ-оценка толщины мышц квадратной мышцы поясницы в покое (А) и в конце наклона туловища (Б), В-режим

Таблица 1

Сравнительный анализ индекса утолщения мышц у пациентов, перенесших церебральный инсульт, и лиц группы контроля ($M \pm SD$), %

Мышечная группа	Локализация	Пациенты, перенесшие церебральный инсульт, n = 90	Пациенты контрольной группы, n = 30	p
ИУ НКМ	Паретичная сторона	32.5 ± 4.2	34.1 ± 3.8	0.21
	Интактная сторона	34.0 ± 3.9	34.1 ± 3.8	0.92
ИУ ВКМ	Паретичная сторона	18.3 ± 5.1	35.2 ± 4.9	0.027
	Интактная сторона	34.1 ± 4.5	35.2 ± 4.9	0.38
ИУ ПМ	Паретичная сторона	12.1 ± 3.8	27.3 ± 4.0	< 0.001
	Интактная сторона	26.8 ± 4.2	27.3 ± 4.0	0.65
ИУ КМП	Паретичная сторона	8.5 ± 2.9	15.2 ± 2.5	0.04
	Интактная сторона	14.9 ± 2.7	15.2 ± 2.5	0.67

Результаты

Среди 90 пациентов преобладали лица с ишемическим инсультом (68.9%). Средняя давность заболевания составила 158 [57; 250] дней. Право- и левосторонний гемипарезы встречались с равной частотой (по 50%). Коморбидный фон был типичен для данной категории больных: артериальная гипертензия (85.6%), атеросклероз брахиоцефальных артерий (66.7%), сахарный диабет 2-го типа (32.2%).

Анализ полученных данных ультразвукографии выявил отчетливую картину функциональной недостаточности глубоких мышц на стороне пареза. В табл. 1 представлены сравнительные значения индекса утолщения исследуемых мышечных групп.

Как видно из представленных данных табл. 1, наиболее выраженные изменения претерпели ВКМ, ПМ и КМП. Их сократительная способность на стороне гемипареза была достоверно ниже, чем в контроле. Показатели на интактной

Таблица 2

Выраженность межсторонней асимметрии мышц (абсолютная разница толщины), мм

Мышечная группа	Пациенты, перенесшие церебральный инсульт, n = 90	Пациенты контрольной группы, n = 30	p
НКМ	0.8 ± 0.3	0.5 ± 0.2	0.08
ВКМ	2.9 ± 0.9	0.4 ± 0.2	< 0.001
ПМ	2.1 ± 0.7	0.3 ± 0.2	< 0.001
КМП	3.5 ± 1.1	0.6 ± 0.3	< 0.001

стороне и показатели НКМ значимо не отличались от референсных значений.

Анализ межсторонней асимметрии (табл. 2) также подтвердил наличие патологических изменений. Если в норме разница в толщине мышц не превышала 0.6 мм, то у пациентов для ВКМ, ПМ и КМП она была существенно выше.

На основании полученных количественных критериев (снижение ИУ более чем на 1.5 SD от среднего в группе контроля и/или наличие асимметрии > 1 мм) была рассчитана частота встречаемости дисфункции. Установлено, что признаки функциональной несостоятельности на стороне пареза регистрируются:

- для ВКМ – в 78.9% наблюдений;
- для ПМ – в 68.9% наблюдений;
- для КМП – в 67.8% наблюдений.

Для наружной косой мышцы частота отклонений у пациентов (42.2%) не имела статистически значимого отличия от таковой в контрольной группе (40.0%, $p > 0.05$), что, вероятно, было связано с возрастными изменениями и особенностями ее функционирования.

Обсуждение

Результаты исследования демонстрируют специфический нейромышечный паттерн: избирательное поражение глубоких стабилизаторов туловища при относительной сохранности поверхностных мышц. Для понимания причин этих различий необходимо обратиться к фундаментальным моделям стабильности.

Модель Панджаби и нейрорегуляторный дефицит

Согласно концепции М. Панджаби [6], стабильность позвоночника обеспечивается взаимодействием трех подсистем: пассивной (связки, диски), активной (мышцы) и нейрорегуляторной (центральная нервная система). При инсульте в первую очередь происходит нарушение нейрорегуляторных механизмов, в результате чего поражение кортико-ретикуло-спинальных путей приводит к феномену «функционального разобщения» [13]: даже при отсутствии первичной атрофии мышечные волокна не получают адекватной команды на включение. Это подтверждается нашими данными о статистически значимом снижении ИУ именно в ВКМ и ПМ живота.

Нарушение антиципаторного контроля

Особая роль ПМ живота заключается в обеспечении «предварительной» (антиципаторной) стабильности поясничного отдела [12]. В норме ПМ сокращается за 30–50 мс до начала любого движения конечностей, создавая «цилиндр стабильности» через повышение внутрибрюшного давления. У пациентов с гемипарезом этот механизм запаздывает или исчезает вовсе, что делает движения в конечностях биомеханически нестабильными [4, 9]. Выявленное в представленном исследовании снижение ИУ ПМ до 12.1% (при норме 27.3%, $p = 0.00015$) является объективным маркером утраты этого упреждающего контроля. Избирательное поражение именно глубоких слоев

при сохранности наружной косой мышцы подчеркивает, что нейрогенный дефицит в первую очередь затрагивает координаторно-зависимые мышцы-стабилизаторы [8].

Роль квадратной мышцы поясницы и ходьба

КМП является ключевым латеральным стабилизатором таза [11], ее дисфункция (выявлена в 67.8% случаев) объясняет высокую частоту походки Тренделенбурга и наклона таза у обследованных больных. Несостоятельность КМП препятствует эффективному удержанию тазового кольца во фронтальной плоскости в фазе переноса ноги, что вынуждает пациента использовать компенсаторную циркумдукцию паретичной конечности [3, 14].

Следует отметить, что данное исследование не включает интервенционный этап и не доказывает эффективность конкретных методик. Однако выявленные закономерности могут быть использованы для индивидуализации реабилитационного плана. Например, обнаружение низкого ИУ (<15%) поперечной мышцы живота указывает на необходимость акцента на техниках нейромышечной активации (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF), стабилотренинг с биологической обратной связью), а не только на общих силовых упражнениях. УЗИ является информативным методом, позволяющим объективизировать степень поражения осевой мускулатуры и использовать эти данные для индивидуализации реабилитационных программ [16, 17, 19].

Выводы

В восстановительном периоде инсульта у больных с гемипарезом на стороне поражения регистрируется объективное снижение сократительной способности глубоких постуральных мышц: ВКМ (в 78.9% случаев, $p = 0.027$), ПМ ($p = 0.00015$) и КМП ($p = 0.040$).

Параметры НКМ достоверно не отличаются от возрастной нормы ($p = 0.210$), что свидетельствует о неспецифичности ее изменений.

Дисфункция глубоких стабилизаторов (снижение ИУ ≤ 1.5 SD, асимметрия > 1 мм) ассоциирована с ухудшением баланса по шкале Берг ($p = 0.004$) и моторной функции нижней конечности по Фугл-Мейеру ($p = 0.006$).

Клиническими предикторами дисфункции являются: парез бедра ≤ 3 баллов, оценка по шкале Берг ≤ 30 баллов, индекс мобильности Ривермид ≤ 6 баллов, срок инсульта > 90 дней.

Ультразвуковое исследование является информативным методом для верификации дисфункции осевой мускулатуры, что позволяет индивидуализировать программу реабилитации.

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.

Литература

1. Пирадов М.А. и др. Инсульт: пошаговая инструкция. Руководство для врачей. 2-е изд. – М.: ГЭОТАР-Медиа. – 2020. – 288 с. [Piradov M.A. et al. Stroke: step-by-step instructions. A Guide for Doctors. 2nd ed. – Moscow: GEOTAR-Media. – 2020. – 288 p. In Russian]. DOI: 10.33029/9704-4910-3.
2. Feigin V.L. et al. World Stroke Organization (WSO): Global Stroke Fact Sheet 2022 // International Journal of Stroke. – 2022. – V. 17. – No. 1. – P. 18–29. DOI: 10.1177/17474930211065917.
3. Левин О.С. и др. Постинсультные двигательные и когнитивные нарушения: клинические особенности и современные подходы к реабилитации // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2020. – Т. 120. – № 11. – С. 99–107. [Levin O.S. et al. Poststroke motor and cognitive impairments: clinical features and current approaches to rehabilitation // S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry. – 2020. – V. 120. – No. 11. – P. 99–107. In Russian]. DOI: 10.17116/jnevro202012011199.
4. Ястребцева И.П. и др. Механизм формирования и алгоритм диагностики нарушений постурального баланса при инсульте // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2013. – Т. 113. – № 12 (2). – С. 29–34. [Iastrebtseva I.P. et al. Mechanisms of formation and a diagnostic algorithm of postural disorders in stroke // S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry. – 2013. – V. 113. – No. 12 (2). – P. 29–34. In Russian].
5. Chen X. et al. Effects of rehabilitation training of core muscle stability on stroke patients with hemiplegia // Pakistan Journal of Medical Sciences. – 2020. – V. 36. – No. 3. – P. 461–466. DOI: 10.12669/pjms.36.3.1466.
6. Panjabi M.M. The Stabilizing System of the Spine, Part I: Function, Dysfunction, Adaptation and Enhancement // Journal of Spinal Disorders. – 1992. – V. 5. – No. 4. – P. 383–389. DOI: 10.1097/00002517-199212000-00001.
7. Pilkar R. et al. Novel core strengthening intervention for improving trunk function, balance and mobility after stroke // Brain Sciences. – 2022. – V. 12. – No. 5. – P. 668. DOI: 10.3390/brainsci12050668.
8. Haas M.C. et al. Surface electromyographic activity of trunk muscles during trunk control exercises for people after stroke // PLoS One. – 2022. – V. 17. – No. 7. – e0272382. DOI: 10.1371/journal.pone.0272382.
9. Van Crielinge T. et al. The effectiveness of trunk training on trunk control, sitting and standing balance and mobility post-stroke: a systematic review and meta-analysis // Clinical Rehabilitation. – 2019. – V. 33. – No. 6. – P. 992–1002. DOI: 10.1177/0269215519830159.
10. Kaymaz E.P. et al. Effects of trunk stabilization exercises on balance, functionality and abdominal muscle thickness in hemiplegic patients // Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation. – 2024. – V. 70. – No. 1. – P. 61–72. DOI: 10.5606/tftrd.2024.13209.
11. Капанджи А.И. Функциональная анатомия: в 3 т. – Т. 3. Позвоночник, таз, поясничный отдел. – 6-е изд. – М.: Эксмо. – 2010. – 336 с. [Kapanji A.I. Functional anatomy in 3 volume. – V. 3. Spine, pelvis, and lumbar region. – 6 ed. – Moscow: Eksmo. – 2010. – 336 p. In Russian].
12. Hodges P.W. et al. Feedforward Contraction of Transversus Abdominis Is Not Influenced by the Direction of Arm Movement // Experimental Brain Research. – 1997. – V. 114. – No. 2. – P. 362–370. DOI: 10.1007/PL00005644.
13. Тычкова Н.В. и др. Периферические морфо-функциональные составляющие постинсультного гемипареза // Вестник Ивановской медицинской академии. – 2017. – Т. 22. – № 3. – С. 34–43. [Tychkova N.V. et al. Peripheral Morphofunctional Components of Poststroke Hemiparesis // Bulletin of Ivanovo Medical Academy. – 2017. – V. 22. – No. 3. – P. 34–43. In Russian].
14. Tater P. et al. Post-stroke movement disorders: clinical spectrum, pathogenesis, and management // Neurology India. – 2021. – V. 69. – No. 2. – P. 272–283. DOI: 10.4103/0028-3886.314574.
15. Draghi F. et al. Abdominal wall sonography: a pictorial review // Journal of Ultrasound. – 2020. – V. 23. – No. 3. – P. 265–278. DOI: 10.1007/s40477-020-00435-0.
16. Keshwani N. et al. Ultrasound imaging to measure abdominal muscles: an introduction to methodologies, applications, and future directions // Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. – 2015. – V. 45. – No. 10. – P. 789–800. DOI: 10.2519/jospt.2015.5745.
17. Whittaker J.L. et al. Ultrasound imaging and muscle function // Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. – 2011. – V. 41. – No. 8. – P. 572–580. DOI: 10.2519/jospt.2011.3682.
18. Gomes C.A. et al. Normal thickness of the abdominal muscles in adults: a systematic review and meta-analysis // Clinical Anatomy. – 2022. – V. 35. – No. 4. – P. 444–454. DOI: 10.1002/ca.23892.
19. Мельникова Е.А. и др. Методы диагностики и прогнозирования нарушения функции диафрагмы в восстановительном периоде инсульта // Вестник восстановительной медицины. – 2023. – Т. 22. – № 4. – С. 138–149. [Melnikova E.A. et al. Methods for diagnostics and prediction of diaphragm dysfunction in the recovery period of stroke // Bulletin of Rehabilitation Medicine. – 2023. – V. 22. – No. 4. – P. 138–149. In Russian]. DOI: 10.38025/2078-1962-2023-22-4-138-149.