



Оригинальное исследование
УДК 616-009.11
<http://dx.doi.org/10.35177/1994-5191-2023-2-8>

ДИНАМИКА ПОСТУРАЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ПАЦИЕНТОВ В ВОССТАНОВИТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА

Нина Геннадьевна Коновалова¹, Ирина Николаевна Шарапова^{2,3}, Елена Алексеевна Полукарлова³

¹Кемеровский гуманитарно-педагогический институт ФГБОУ «Кемеровский государственный университет», Новокузнецк, Россия, konovalovang@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1395-3332>

^{2,3}Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, Новокузнецк, Россия

^{2,3}sharapovaira@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1459-8504>

³elenapolukarova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2909-9449>

Аннотация. Ишемический инсульт – тяжелое заболевание, исходом которого часто является нарушение постуральной регуляции. Цель: анализ динамики постуральной регуляции пациентов в восстановительном периоде ишемического инсульта с гемипарезом. Обследовали 14 пациентов в раннем и промежуточном периодах ишемического инсульта. Проводили клиническое неврологическое обследование и пробу Ромберга на компьютерном стабилографе. Анализировали: площадь эллипса; длину статокинезиограммы; скорость перемещения и смещение общего центра давления; среднее квадратичное отклонение центра давления; 60 % спектра во фронтальной и сагиттальной плоскостях, коэффициент Ромберга. При первичном исследовании наблюдали раскачивание испытуемых, увеличивающееся при закрывании глаз, ротацию плечевого и тазового пояса в противоположных направлениях, наклон головы и туловища вперед. Площадь статокинезиограммы, среднее квадратичное отклонение во фронтальной плоскости, частота колебаний превышали норму. Закрывание глаз сопровождалось увеличением всех перечисленных особенностей. При повторном обследовании сохранялись асимметрия позы, смещение общего центра давления во фронтальной плоскости увеличилось, остальные параметры статокинезиограммы приблизились к норме. Закрывание глаз сопровождалось приближением общего центра давления к центру опорного контура во фронтальной плоскости. В раннем восстановительном периоде ишемического инсульта площадь статокинезиограммы, среднее квадратичное отклонение во фронтальной плоскости и частота колебаний пациентов увеличены. Депривация зрения сопровождается смещением центра давления во фронтальной плоскости. В промежуточном периоде ишемического инсульта пациенты стоят более уверенно, но смещение центра давления во фронтальной плоскости увеличивается. Закрывание глаз сопровождается приближением положения центра давления к середине опорного контура.

Ключевые слова: ишемический инсульт, постуральная регуляция, стабилметрия, восстановительный период

Для цитирования: Коновалова Н.Г. Динамика постуральной регуляции пациентов в восстановительном периоде ишемического инсульта / Н.Г. Коновалова, И.Н. Шарапова, Е.А. Полукарлова // Дальневосточный медицинский журнал. – 2023. – № 2. – С. 47-51. <http://dx.doi.org/10.35177/1994-5191-2023-2-8>.

DYNAMICS OF POSTURAL REGULATION IN PATIENTS DURING THE RECOVERY PERIOD AFTER ISCHEMIC STROKE

Nina G. Konvalova¹, Irina N. Sharapova², Elena A. Polukarova³

¹Kemerovo Humanitarian Pedagogical Institute FGBOU «Kemerovo State University», Novokuznetsk, Russia, konovalovang@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1395-3332>

^{2,3}Novokuznetsk State Extension Course Institute for Medical Practitioners of Russian Medical Academy of Continuing Vocational Education, Novokuznetsk, Russia

^{2,3}sharapovaira@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1459-8504>

³elenapolukarova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2909-9449>

Abstract. Ischemic stroke is a serious disease; its outcome is often a violation of postural regulation. The goal – to analyze the dynamics of patients' postural regulation in the recovery period after ischemic stroke with hemiparesis.

14 patients in early and intermediate recovery periods after ischemic stroke were examined. A clinical neurological examination and computerized stabilograph Romberg test were performed. We analyzed: ellipse area; statokinesigram's



length; speed and displacement of common pressure center; pressure's center standard deviation; 60 % of spectrum in frontal and sagittal planes, Romberg coefficient.

Subjects swaying increased when they closed their eyes, rotation of the shoulder and pelvic girdle in opposite directions, tilting the head and torso forward were observed during the initial examination. The area of statokinesiogram, standard deviation in frontal plane, oscillations' frequency exceeded the norm. Eyes closing was accompanied by increase in all of the listed features. Postural asymmetry remained, the common center of pressure's displacement in frontal plane increased, other statokinesiogram's parameters approached normal at re-examination. Eyes closing was accompanied by the approach of common center of pressure to the center of reference contour in the frontal plane. The patients' statokinesiogram's area, standard deviation in frontal plane, oscillation frequency increased in the early recovery period after ischemic stroke. Vision's deprivation was accompanied by shifting pressure's center in frontal plane. In intermediate period after ischemic stroke patients stood more confidently, but the displacement of pressure center in the frontal plane increased. Eyes closing is accompanied by the approach position of the pressure's center to the middle of the reference contour.

Keywords: ischemic stroke, postural regulation, stabilometry, recovery period

For citation: Konovalova N.G. Dynamics of postural regulation in patients during the recovery period after ischemic stroke / N.G. Konovalova, I.N. Sharapova, E.A. Polukarova // Far Eastern medical journal. – 2023. – № 2. – P. 47-51. <http://dx.doi.org/10.35177/1994-5191-2023-2-8>.

Ишемический инсульт – тяжелое инвалидизирующее заболевание, распространенность которого в популяции постоянно растет [1, 2]. Эта патология традиционно ассоциируется с пожилым возрастом, но в последнее время отмечается ее «омоложение». Оба эти фактора определяют актуальность поиска не только новых путей восстановительного лечения, но и способов объективной оценки достигнутых результатов.

Постуральная регуляция – результат слаженной работы многих сенсорных систем и всего опорно-двигательного аппарата, на нее влияет психоэмоциональный статус, а также состояние внутренних органов и систем организма, что делает ее одной из интегральных характеристик организма. Компьютерная стабилометрия дает возможность оценить особенности постуральной регуляции, а сравнение результатов исследования до и после выполнения нагрузок позволяют оценить эффективность методов лечения [3, 4].

Цель исследования: проанализировать динамику постуральной регуляции у пациентов с гемипарезом в восстановительном периоде ишемического инсульта.

Цель исследования: проанализировать динамику постуральной регуляции у пациентов с гемипарезом в восстановительном периоде ишемического инсульта.

Материалы и методы

Исследование проходило на базе первичного сосудистого отделения городской клинической больницы № 29 г. Новокузнецка с января 2019 г. по август 2021 г. Обследовали пациентов в раннем и промежуточном восстановительных периодах ишемического инсульта. Обследовано 14 пациентов: 8 мужчин и 6 женщин, в возрасте от 48 до 58 лет, медиана – 54 года (25-75 % – 52-58). Половина обследованных имели правосторонний гемипарез, остальные – левосторонний.

Наряду с клиническим неврологическим обследованием всем пациентам исследовали постуральную регуляцию методом стабилометрии на компьютерном диагностическом комплексе «Стабилан – 1» производства ЗАО «ОКБ «РИТМ», г. Таганрог. Пациентов просили выполнить стандартную пробу Ромберга: удерживать равновесие в основной стойке на платформе стабилографа в течение 51 с сначала с открытыми, затем – с закрытыми глазами. Все исследования проводили со страховкой на случай утраты пациентом равновесия. Страховку осуществлял медицинский работник, стоящий рядом с пациентом, готовый поддержать в случае сильного раскачивания или попытки падения. Эта мера придавала уверенность пациентам, особенно – в ранний восстановительный период, но помощь никому не потребовалась.

Обследование в ранний восстановительный период проводили на восьмой день после инсульта, в промежуточный восстановительный период – в начале второго месяца заболевания.

При обработке результатов учитывали: площадь эллипса (S), мм²; длину статокинезиограммы (L) в сагиттальной (L_y) и фронтальной (L_x) плоскостях, мм; скорость перемещения общего центра давления (v ОЦД), мм/с; смещение ОЦД во фронтальной (X) и сагиттальной плоскостях (Y), мм; среднеквадратичное отклонение центра давления во фронтальной (x) и сагиттальной плоскостях (y), мм; 60 % спектра во фронтальной (F_x) и сагиттальной (F_y) плоскостях, Гц, коэффициент Ромберга.

Критерии включения в исследование: острый период ишемического инсульта, отсутствие медицинских противопоказаний к вертикализации, возможность удерживать вертикальную позу без дополнительной опоры в течение трех минут, информированное согласие на участие в исследовании. Критерии исключения: наличие медицинских противопоказаний к вертикализации пациента, невозможность удерживать вертикальную позу в течение трех минут, отказ от участия в исследовании.

Результаты обработаны с использованием пакета прикладных программ Statistica (версия 10.0.1011.0



компании StatSoft, Inc США лицензионное соглашение № SN AXAAR207P396130FA-0) и представлены в виде медианы с указанием 25-75 % квартилей. Статистическую значимость различий показателей при стоянии с открытыми и закрытыми глазами; а также при стоянии в ранний и промежуточный период оценивали по критерию Вилкоксона. О значимости различий между группой пациентов и показателями стабиллометрии здоровых людей [5] судили по критерию Манна – Уитни. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

При первичном исследовании пациентам было сложно удерживать вертикальную позу: им требовалось несколько минут на то, чтобы сосредоточиться, убедиться, что их страхуют и, в случае необходимости, поддержат. При выполнении пробы наблюдали небольшое раскачивание испытуемых, чуть увеличивающееся при закрытии глаз. Сильных раскачиваний, попыток сделать шаг не было. У всех обследованных имела место ротация плечевого и тазового пояса в противоположных направлениях, небольшое сгибание головы и туловища вперед. Часть пациентов слегка сгибали ноги и слегка смещали туловище в здоровую сторону, явление, описанное в ряде работ как pull-синдром. У других, напротив, нога на стороне пареза была разогнута, имела место внутренняя ротация в тазобедренном суставе, супинация стопы с приведением ее переднего отдела, тело слегка смещено в большую сторону – push-синдром [6].

Показатели статокинезиограммы отличались от результатов обследования здоровых людей: площадь статокинезиограммы, среднееквадратичное отклонение во фронтальной плоскости в группе пациентов были больше, частота колебаний выше, чем в группе здоровых [5].

Закрывание глаз сопровождалось следующими изменениями, заметными при клиническом наблюдении: увеличением ротации плечевого и тазового поясов, амплитуды раскачивания тела. У пациентов, слегка сгибавших ноги и наклонявшихся вперед, амплитуда сгибания несколько увеличивалась. У тех, кто опирался на прямую парализованную ногу, усиливались внутренняя ротация конечности, супинация и приведение переднего отдела стопы.

На стабиллограммах наблюдали значительное увеличение площади и длины статокинезиограммы, смещение центра давления вперед, рост скорости перемещения центра давления. Среднееквадратичное отклонение по сагиттальной составляющей увеличивалось, спектр колебаний смещался в полосу более высоких частот (таблица).

При повторном обследовании пациентам было проще удерживать вертикальную позу: они не проявляли интереса к надежности страховки, не было заметного раскачивания туловища. Сохранялась выраженная асимметрия позы. Анализ стабиллограмм показал небольшое, но статистически значимое пере-

Информированное согласие пациентов на обработку персональных данных получено. Исследование одобрено этическим комитетом НГИУВ – филиала ФГБОУ ДПО РМАНПО МЗ РФ, протокол № 5 от 01 декабря 2020 г. Таким образом, проведенное исследование соответствует стандартам, изложенным в Хельсинской декларации Всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека», и правилам клинической практики в Российской Федерации.

смещение общего центра давления во фронтальной плоскости от середины опорного контура и смещение спектра в сторону более высоких частот.

Таблица – Результаты пробы Ромберга, Ме (25-75 %)

Показатель	Первичное обследование		Повторное обследование	
	глаза открыты	глаза закрыты	глаза открыты	глаза закрыты
S, мм ²	115,1 ¹ (63,5-122,7)	171,4 (86,3-187,3)	115,1 ¹ (74,2-173,2)	117,25 (72,5-328,5)
L _x , мм	85,4 ¹ (53,4-89,4)	131,3 (62,7-154,8)	87,6 ¹ (83,4-99,7)	144,5 (93,7-154,9)
L _y , мм	136,8 ¹ (131,2-147,5)	219,1 (198,5-274,9)	127,7 (110,2-147,5)	232,30 (170,6-284,2)
v ОЦД, мм/с	7,81 ¹ (7,61-9,14)	13,70 (10,93-16,54)	8,26 ¹ (7,81-10,30)	14,98 (10,56-22,50)
X, мм	2,07 ^{1,2} (1,98-2,48)	2,27 ² (2,05-3,74)	3,80 ¹ (3,60-4,71)	1,46 (1,33-2,23)
Y, мм	3,35 (3,20-3,69)	5,27 (3,27-5,78)	3,88 (0,21-7,25)	5,23 (3,09-15,02)
x, мм	2,04 ¹ (0,42-2,20)	2,27 ² (2,03-3,05)	2,27 (2,03-3,05)	2,07 (1,73-3,31)
y, мм	1,06 ¹ (-7,09-2,06)	3,20 ² (2,80-4,19)	3,20 (2,80-4,19)	3,86 (3,53-4,49)
60% Fx, Гц	0,51 ^{1,2} (0,50-0,65)	0,65 (0,65-0,85)	0,65 (0,65-0,85)	0,80 (0,80-0,90)
60% Fy, Гц	0,75 (0,55-0,77)	0,85 (0,55-0,85)	0,85 ¹ (0,55-0,85)	0,90 (0,80-1,10)

Примечание. ¹ – статистическая значимость сходства показателей внутри группы при вариантах стояния с открытыми и закрытыми глазами, ² – статистическая значимость сходства показателей первичного и повторного обследования, $p < 0,05$.

Закрывание глаз уменьшало видимую асимметрию позы, приводило к менее выраженным изменениям параметров стабиллограммы, чем при первичном обследовании. Однако увеличение площади статокинезиограммы, длины во фронтальной плоскости и увеличение частоты колебаний оказались статистически значимы. Центр давления во фронтальной плоскости приближался к середине опорного контура.

Отметим, что при первичном обследовании депривация зрения приводила к смещению центра давления от центра опорного контура во фронтальной плоскости, усиливая асимметрию осанки. При повторном обследовании отмечена обратная закономерность.



Особенности вертикальной позы пациентов в ранний восстановительный период ишемического инсульта, заметные при осмотре, такие как раскачивание, небольшое сгибание ног, легкий наклон тела вперед, усиливающиеся при закрывании глаз и поведенческие особенности: проверка надежности страховки свидетельствуют о малой устойчивости и неуверенности в возможности сохранить положение тела, особенно, без зрительного контроля.

Ротация плечевого и тазового поясов в противоположных направлениях, выпрямление и внутренняя ротация парализованной ноги с приведением переднего отдела и супинацией, вероятно, связаны со стремлением обеспечить биомеханическое замыкание в суставах конечности для обеспечения надежной опоры на нее. Смещение центра давления в боковую сторону тоже способствует фиксации суставов в выпрямленном положении.

Закрывание глаз приводит к снижению устойчивости вертикальной позы, о чем свидетельствуют увеличение площади и длины статокинезиограммы, скорости перемещения и девиаций центра давления относительно фронтальной и сагиттальной плоскостей. Возрастает асимметрия положения центра давления во фронтальной плоскости. Все это указывает на ведущую роль зрительной информации для поддержания равновесия, явную недостаточность вестибулярного и проприоцептивного входов.

В промежуточном периоде ситуация меняется. Все испытуемые чувствуют себя гораздо увереннее. Но что обеспечивает эту уверенность? Различия показателей стабилограмм при обычном стоянии сводятся к статистически значимому возрастанию частоты колебаний и смещению положения центра давления во фронтальной плоскости. Иными словами, нагрузка на здоровую ногу возрастает, на парализованную – уменьшается. Получается, что в раннем восстановительном периоде парализованная конечность принимает большее участие в поддержании позы, чем в промежуточном. Можно предположить, что к этому периоду у пациентов формируется постуральный стереотип с опорой на здоровую ногу при минимальном использовании парализованной, что обеспечивает устойчивость позы. При этом нагрузка распределяется асимметрично с перегрузкой здоровой ноги, неравномерной нагрузкой на вышележащие части опорно-двигательного аппарата.

Закрывание глаз в корне меняет стратегию поддержания позы: центр давления во фронтальной плоскости стремится к середине, следовательно, в условиях депривации зрения пациенты активнее включают парализованную ногу, и асимметрия нагрузки уменьшается. В то же время скорость и длина статокинезиограммы во фронтальной плоскости возрастают, спектр колебаний в сагиттальной плоскости смещается

в полосу более высоких частот. Следовательно, этот вариант стояния менее надежный и менее экономичный энергетически, но он приводит к равномерному распределению нагрузки между обеими нижними конечностями и уменьшению асимметрии положения туловища, плечевого пояса.

Значит, в промежуточном периоде парализованная конечность уже способна вносить весомый вклад в регуляцию позы как в сенсорном, так и в моторном звене, но при обычном стоянии эти возможности не используются.

В ряде работ, посвященных восстановлению функции верхней конечности, отмечено, что неиспользование в быту движений, сформированных в процессе реабилитации, приводит к утрате этих функций у пациентов после инсульта [7, 8]. Логично предположить, что данное наблюдение работает и по отношению к нижней конечности.

Проведенное исследование показало, что для увеличения вклада парализованной ноги в постуральную активность имеет смысл вводить тренировки с депривацией зрения, что безусловно сложнее, чем под зрительным контролем, требует соблюдения повышенных мер безопасности для предупреждения падения и получения травм. Однако такие тренировки помогут более полно включить парализованную нижнюю конечность в постуральную активность, следовательно, снизить нагрузки на здоровую ногу, позвоночник, уменьшить асимметрию позы, создав тем самым предпосылки для более полного восстановления функций парализованной верхней конечности.

В раннем восстановительном периоде ишемического инсульта пациенты при стоянии ротируют плечевой и тазовый пояса в противоположных направлениях, слегка наклоняют голову и туловище. О малой устойчивости свидетельствуют большие значения площади статокинезиограммы, среднеквадратичного отклонения во фронтальной плоскости и частоты колебаний по сравнению со стоянием здоровых людей. Депривация зрения снижает устойчивость, делая все перечисленные особенности более заметными.

В промежуточном восстановительном периоде ишемического инсульта пациенты стоят более уверенно, но с менее равномерным распределением нагрузки между обеими нижними конечностями. Закрывание глаз меняет стратегию поддержания вертикальной позы: нагрузка между нижними конечностями распределяется более равномерно, асимметрия позы уменьшается. Это сопровождается увеличением площади, длины статокинезиограммы и частоты колебаний, что свидетельствует о незавершенности формирования постурального стереотипа.

Для полноценного включения парализованной ноги в постуральную активность оправданно предлагать пациентам тренировки с депривацией зрения.

Список источников

1. Гергей А.М., Ковалёв А.С., Ветряков О.В., Малахова И.С., Мавренков Э.М. Современные методы оценки функционального состояния организма и физической работоспособности военнослужащего при решении



- научно-исследовательских задач биомедицинской направленности // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2018. – № 2 (62). – С. 202-208.
2. Ковальчук В.В., Баранцевич Е.Р., Галкин А.С., Гурьянова Е.А., Нестерин К.В. Мультидисциплинарный принцип ведения пациентов после инсульта, критерии эффективности и факторы успеха реабилитации // Медицинский алфавит, 2020. – № 22. – С. 15-21.
 3. Коновалова Н.Г., Васильченко Е.М., Ляховецкая В.В., Филатов Е.В. Особенности постуральной регуляции человека по результатам стабилметрического обследования здоровых лиц // Медико-социальная экспертиза и реабилитация: сб. научных статей / Под общ. ред. В.Б. Смычка. – Минск: УП «Энциклопедикс», 2019. – Вып. 21. – С. 325-329.
 4. Мачинский П.А., Плотникова Н.А., Ульянов В.Е., Рыбаков А.Г., Макеев Д.А. Сравнительная характеристика показателей заболеваемости ишемическим и геморрагическим инсультом в России // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2019. – № 2 (50). – С. 112-132.
 5. Мещеряков А.В., Близеев Е.В., Салимзянов Р.Р., Кодратов В.Н. Стабилметрия для контроля процесса реабилитации // Курортная медицина. – 2017. – № 2. – С. 55-61.
 6. Pollock A., Farmer S.E., Brady M.C., Langhorne P., Mead G.E., Mehrholz J., van Wijck F. Interventions for improving upper limb function after stroke. Cochrane Database of Systematic Reviews 2014, Issue 11. Art. No.: CD010820. DOI:10.1002/14651858.CD010820.pub2.
 7. Rand D., Eng J.J. Disparity between functional recovery and daily use of the upper and lower extremities during subacute stroke rehabilitation // Neurorehabilitation and neural repair. – 2012. – № 26 (1). – P. 76-84. <https://doi.org/10.1177/1545968311408918> PMID: 21693771.
 8. Taub E., Uswatte G., Mark V., Morris D. The learned nonuse phenomenon: implications for rehabilitation. *Eura Medicophys.* – 2006. – № 42. – P. 241-255. PMID: 17039223.

References

1. Geregey A.M., Kovalev A.S., Vetryakov O.V., Malakhova I.S., Mavrenkov E.M. Modern methods of assessing the functional state of the body and the physical performance of a serviceman in solving scientific research problems of a biomedical orientation // Bulletin of the Russian Military Medical Academy. – 2018. – № 2 (62). – P. 202-208.
2. Kovalchuk V.V., Barantsevich E.R., Galkin A.S., Guryanova E.A., Nesterin K.V. Multidisciplinary principle of management in stroke patients. Criteria of efficiency and factors of effective rehabilitation // Medical Alphabet, 2020. – № 22. – P. 15-21.
3. Konovalova N.G., Vasilchenko E.M., Lyakhovetskaya V.V., Filatov E.V. Features of human postural regulation based on the results of a stabilometric examination of healthy individuals // Medical and Social Examination and Rehabilitation: coll. of scientific articles / Ed. by V.B. Smychok. – Minsk: UP «Encyclopedics», 2019. – Iss. 21. – P. 325-329.
4. Machinsky P.A., Plotnikova N.A., Ulyankin V.E., Rybakov A.G., Makeev D.A. Comparative characteristics of the ischemic and hemorrhagic stroke morbidity indicators in Russia // News of Higher Educational Institutions. Volga region. Medical Sciences. – 2019. – № 2 (50). – P. 112-132.
5. Meshcheryakov A.V., Blizeev E.V., Salimzyanov R.R., Kodratov V.N. Stabilometry to control the process of rehabilitation // Resort Medicine. – 2017. – № 2. – P. 55-61.
6. Pollock A., Farmer S.E., Brady M.C., Langhorne P., Mead G.E., Mehrholz J., van Wijck F. Interventions for improving upper limb function after stroke. Cochrane Database of Systematic Reviews 2014, Issue 11. Art. No.: CD010820. DOI:10.1002/14651858.CD010820.pub2.
7. Rand D., Eng J.J. Disparity between functional recovery and daily use of the upper and lower extremities during subacute stroke rehabilitation // Neurorehabilitation and neural repair. – 2012. – № 26 (1). – P. 76-84. <https://doi.org/10.1177/1545968311408918> PMID: 21693771.
8. Taub E., Uswatte G., Mark V., Morris D. The learned nonuse phenomenon: implications for rehabilitation. *Eura Medicophys.* – 2006. – № 42. – P. 241-255. PMID: 17039223.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья принята к публикации 10.03.2023.

The article was accepted for publication 10.03.2023.