

## ОСОБЕННОСТИ НАРУШЕНИЙ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПОЗЫ У БОЛЬНЫХ С ПОСТИНСУЛЬТНЫМИ ГЕМИПАРЕЗАМИ

© 2003 г. К. И. Устинова\*, М. Е. Иоффе\*\*, Л. А. Черникова\*

\*Научно-исследовательский институт неврологии РАМН, Москва

\*\*Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва

Поступила в редакцию 29.04.2002 г.

Изучали особенности поддержания вертикальной позы и механизмы возникновения позных нарушений у больных с постинсультными гемипарезами и у здоровых лиц с помощью билатеральной стабилметрической платформы.

Показано, что особенностями нарушения вертикальной позы у больных с постинсультными гемипарезами являются: увеличение по сравнению со здоровыми скорости и радиуса колебания центра давлений (ЦД); абсолютное уменьшение времени полупериодов колебаний ЦД; асимметрия распределения веса между обеими ногами; смещение веса на стороне пораженной ноги в сторону носка. Нарушение устойчивости вертикальной позы у таких больных в большей степени связано с асимметрией распределения веса между ногами. Показано, что характер колебаний ЦД в основном определяется повреждением механизмов сенсорного контроля движений, а позная асимметрия – повреждением эфферентного звена обеспечения движений; повышение мышечного тонуса ограничивает радиус колебаний.

Таким образом, у больных с гемипарезами имеют место несколько форм проявлений нарушений устойчивости позы, определяющихся преобладанием сенсорных, двигательных или тонических нарушений.

Известно, что у больных со спастическими гемипарезами нарушается устойчивость при стоянии. Существуют разные точки зрения о причине позных нарушений. По мнению многих авторов, нарушение контроля вертикальной позы у больных с постинсультными гемипарезами связано, прежде всего с асимметрией сил опоры паретичной и непаретичной ног [1–3]. Однако авторы работы [4] показывают, что асимметрия позы у больных с гемипарезами не всегда приводит к нарушению позной устойчивости.

Предполагается также, что нарушения равновесия могут быть вызваны дефицитом соматосенсорной информации, поступающей от паретичной конечности [5–7]. Некоторые авторы связывают неустойчивость у больных с гемипарезами с нарушениями коррекции позы в ответ на изменение положения тела, что проявляется в одних случаях нарушением временной последовательности мышечных ответов на потерю равновесия [3, 8], а в других – недостаточным включением различных мышц, обеспечивающих поддержание вертикальной позы [9, 10].

Кроме того, согласно авторам работы [5], трудности в поддержании вертикальной позы у больных с гемипарезами могут быть связаны с нарушением восприятия, приводящим к пространственной дезориентации.

При стабилметрическом исследовании вертикальной позы у больных с постинсультными ге-

мипарезами многие авторы отмечают увеличение средней площади и длины статокинезиограммы, средней скорости движения центра давлений (ЦД) и некоторых других параметров [11–15].

Однако до сих пор отсутствует четкое объяснение наблюдаемых явлений.

Недостаточно изученным остается также вопрос о взаимосвязи между клиническими факторами и позной устойчивостью у больных с постинсультными гемипарезами. Отдельные работы, посвященные этому вопросу, противоречивы. Так, в исследованиях [16, 17] не было выявлено какой-либо зависимости между степенью нарушений вертикальной позы и возрастом больных, латерализацией очага поражения, давностью заболевания, тогда как в работе [18] предполагается, что состояние позного контроля зависит от степени спастичности, эмоционального тонуса больного и периода реабилитации. Ранее нами [19] были выявлены корреляции между скоростью движения ЦД и состоянием глубокой чувствительности в дистальном отделе паретичной ноги, а также состоянием нейродинамики психических процессов и степенью психического напряжения.

Таким образом, на основе приведенных данных не удастся составить единую картину механизмов возникновения и особенностей проявления позных нарушений у больных с постинсультными гемипарезами в зависимости от клинической картины заболевания. Вместе с тем, изучение особеннос-

тей поддержания вертикальной позы является чрезвычайно актуальной задачей двигательной реабилитации постинсультных больных.

Целью настоящего исследования являлось изучение особенностей поддержания вертикальной позы и механизмов возникновения позных нарушений у больных с постинсультными гемипарезами с помощью билатеральной стабилметрической платформы, позволяющей регистрировать как особенности опорных давлений на каждую ногу, так и изменения положения общего центра давлений.

## МЕТОДИКА

В исследовании приняли участие 82 больных (28 женщин и 54 мужчины), перенесших инсульт в бассейне средней мозговой артерии, в возрасте от 20 до 72 лет, с давностью заболевания от 3 месяцев до 3,5 лет. Средний возраст составил  $53.9 \pm 11.0$  лет ( $M \pm SD$ ), а средняя давность инсульта –  $10.4 \pm 8.8$  месяцев. В левом полушарии очаг поражения локализовался у 42 (51,2%), в правом – у 40 (48,8%) больных. В неврологическом статусе у всех больных наблюдались двигательные нарушения в виде гемипарезов различной степени выраженности. Средний показатель степени тяжести пареза по шкале Fughi-Meyer [20] составил  $22.2 \pm 5.9$  балла, а степени нарушения пропорцепции –  $19.5 \pm 5.0$ . Спастичность оценивалась с помощью шестибальной шкалы НИИ неврологии [21] и составила  $0.88 \pm 0.76$ . Средний показатель функциональной независимости в соответствии с индексом Бартеля [22] составил  $86.7 \pm 9.7$ .

Оценка нарушений устойчивости производилась с помощью компьютерного стабилметрического комплекса (КСК) с билатеральной платформой, разработанного ЗАО “ВНИИМП – ВИТА” и позволяющего регистрировать координаты общего центра давлений (ОЦД) пациентов с массой тела от 15 до 120 кг и центров давлений каждой ноги в диапазоне  $\pm 60$  мм от геометрического центра с допустимой приведенной погрешностью не более  $\pm 2\%$ .

Исследования проводились в трех положениях, последовательно по 20 секунд в каждом: в основной стойке с открытыми и закрытыми глазами (“глаза открыты” и “глаза закрыты”) и в центральном положении с обратной связью (“с обратной связью”), в котором требовалось, равномерно распределяя вес тела на обе ноги, совместить и удерживать в течение 20 с проекцию ОЦД в геометрическом центре на экране. Во время исследования стопы испытуемого располагались параллельно на ширине (расстояние между центрами платформ), равной 23 см для женщин и 25 см для мужчин. На основе регистрируемых в процессе исследования латеральных и сагиттальных ста-

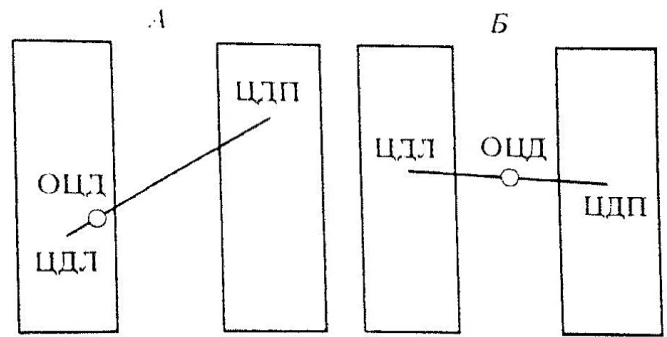


Рис. 1. Графическое представление билатеральной стабилметрической платформы с проекциями общего центра давлений (ОЦД) центров давлений правой и левой ног (ЦДП, ЦДЛ) стоящего на ней больного с гемипарезом (А) и здорового испытуемого (Б) в основной стойке в момент проведения исследования.

белограмм вычислялись следующие показатели: средняя скорость движения ОЦД в мм/с ( $V$ ); средний радиус отклонения ОЦД в мм ( $R$ ); средний полупериод колебания ОЦД в латеральном ( $T_x$ ) и сагиттальном ( $T_y$ ) направлениях, отражающий время возвращения ОЦД в равновесное положение; показатель весо-распределения на правую и левую ногу в % от общего ( $W$ ); а также показатель угла асимметрии ( $An$ ), выражающий отношение разности продольных смещений центров давления правой и левой ног, приведенное к поперечной оси (расстоянию между продольными осями) платформ (рис. 1). Частота оцифровывания стабиллограмм составляла 20 Гц.

Для определения стандарта стабиллографических показателей было обследовано 35 неврологически здоровых лиц без патологии опорно-двигательного аппарата, средний возраст которых составил  $48 \pm 10.6$  лет.

Статистическая обработка проводилась с помощью программы Statistica 4.5. Использовались корреляционный анализ и попарное сравнение средних значений с определением критериев Спирмена и Стьюдента.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

*Особенности вертикальной позы у больных с постинсультными гемипарезами.* Рассмотрим сначала статические характеристики позы – распределение опорной нагрузки на конечности и асимметрию положения центров давления правой и левой ног, а затем динамические – скорость и величину колебаний ОЦД.

*Статические характеристики позы.* Известно, что одним из наиболее выраженных проявлений нарушения вертикальной позы у постинсультных больных является асимметрия распределения веса между ногами [1, 9, 11, 16, 15, 19].

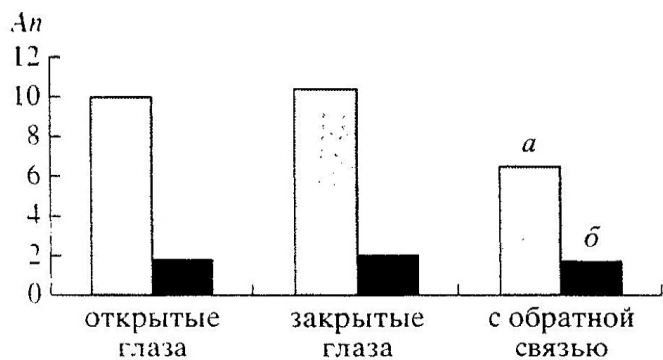


Рис. 2. Абсолютные величины угла асимметрии ( $An$ ) у больных с гемипарезом ( $a$ ) и здоровых испытуемых ( $b$ ) в различных функциональных пробах.

По нашим данным, среднее значение ( $M \pm SD$ ) нагрузки на пораженную ногу у больных с гемипарезом в основной стойке с открытыми глазами составило  $29.7 \pm 11.7\%$ . У здоровых испытуемых нагрузка на правую ногу составила  $52.0 \pm 5.7\%$ , а на левую –  $47.9 \pm 7.6\%$  (различия недостоверны,  $p > 0.05$ ).

К проявлениям асимметрии вертикальной позы больных можно отнести также наличие угла асимметрии ( $An$ ) (рис. 1), определяемого на основе разности продольных смещений центров давлений правой и левой ног (ЦДЛ, ЦДП). На рисунке представлены положения ОЦД, а также ЦДП и ЦДЛ на билатеральной стабилметрической платформе у больного с гемипарезом (рис. 1, А) и у здорового испытуемого (рис. 1, Б). Здесь отчетливо видно, что продольное смещение ЦДП и ЦДЛ ног больного с гемипарезом асимметрично по отношению к фронтальной плоскости, по сравнению со здоровым испытуемым. Прямая, соединяющая ЦДП и ЦДЛ, и фронтальная плоскость образуют угол асимметрии. Поскольку в основной стойке стопы находились в одинаковом положении по отношению к фронтальной плоскости, то угол асимметрии определял неравномерность нагрузки на пятку и носок одной ноги по отношению к другой. Величину угла определяли как положительную при большем смещении впе-

Таблица 1. Средние значения ( $M \pm SD$ ) абсолютных величин угла асимметрии у больных с различной латерализацией очага поражения в различных функциональных пробах

Латерализация очага поражения	Величина угла в различных пробах (в градусах)		
	“глаза открыты”	“глаза закрыты”	“с обратной связью”
Правое полушарие	$8.9 \pm 8.8$	$9.4 \pm 9.6$	$4.54 \pm 10.1^{**}$
Левое полушарие	$10.0 \pm 9.3$	$11.1 \pm 9.9$	$9.9 \pm 11.9$

\*\* $p < 0.01$ .

ред ЦДП и отрицательную при преимущественном смещении ЦДЛ.

Так как реальные величины угла асимметрии у больных с различной латерализацией очага поражения были разнозначными (положительными и отрицательными), для их сравнения использовались абсолютные значения (рис. 2). Данные, представленные в табл. 1, свидетельствуют о том, что у больных с право- и левополушарной локализацией очага поражения угол асимметрии не различался достоверно в основной стойке с открытыми и закрытыми глазами, в отличие от пробы с произвольно регулируемым положением ОЦД, где обнаружена достоверно меньшая величина угла асимметрии у больных с правополушарной локализацией очага поражения.

При сравнении средних абсолютных величин угла асимметрии у больных (независимо от латерализации очага поражения) и у здоровых испытуемых (рис. 2) выявлено их достоверное различие ( $p < 0.001$ ). Таким образом, угол асимметрии ЦД правой и левой ног является очень характерным проявлением нарушения вертикальной позы вследствие гемипареза.

Динамические характеристики позы. Если статические изменения позы являются прямым следствием гемипареза, то ее динамические характеристики, связанные с колебаниями ОЦД, отражают нарушения произвольной позы регуляции или, иными словами, устойчивости. Нарушения устойчивости у больных с гемипарезами проявляются прежде всего в увеличении скорости перемещения ОЦД. При этом наибольшее увеличение средней скорости движения ОЦД (табл. 2) отмечается в пробе с выключением зрения (проба “глаза закрыты”) и в пробе с произвольным целенаправленным перемещением ОЦД (проба “с обратной связью”).

Одним из показателей нарушения устойчивости принято считать увеличение амплитуды, т.е. среднего радиуса колебаний ОЦД. Однако у больных с гемипарезом достоверное увеличение среднего радиуса колебаний ОЦД возникает только в центральном положении с обратной связью (табл. 2), тогда как величины значений среднего радиуса в двух других пробах (с открытыми и закрытыми глазами) у больных мало отличаются от аналогичных показателей у здоровых испытуемых.

Обращает на себя внимание факт максимального возрастания средней скорости и достоверное увеличение радиуса колебаний ОЦД в пробе с обратной связью, где требовалось произвольно переместить ОЦД в геометрический центр. Центральное положение выгоднее с точки зрения биомеханики, так как, чем ближе проекция ОЦД к центру площади опоры, тем устойчивее тело. В то же время для больных, у которых ОЦД исход-

**Таблица 2.** Средние значения ( $M \pm SD$ ) средней скорости и среднего радиуса колебаний общего центра давлений (ОЦД) в различных пробах у больных с гемипарезом и здоровых лиц

Пробы	Стабилометрические показатели			
	средняя скорость колебания ОЦД ( $V$ , мм/с)		средний радиус колебаний ОЦД ( $R$ , мм)	
	здоровые	больные	здоровые	больные
"глаза открыты"	15.1 ± 5.4	21.3 ± 6.8*	9.8 ± 4.7	10.8 ± 6.2
"глаза закрыты"	17.3 ± 7.3	27.3 ± 9.5**	10.4 ± 3.5	11.0 ± 6.2
"с обратной связью"	17.4 ± 6.7	28.1 ± 11.4***	10.1 ± 3.6	12.0 ± 5.2*

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ .**Таблица 3.** Средние значения ( $M \pm SD$ ) полупериодов колебаний ОЦД во фронтальной ( $T_x$ ) и в сагитальной ( $T_y$ ) плоскостях у больных с гемипарезом и здоровых испытуемых в различных функциональных пробах.

Пробы	Показатели полупериодов колебания ОЦД			
	здоровые		больные	
	$T_x$	$T_y$	$T_x$	$T_y$
"глаза открыты"	4.1 ± 3.5**	5.2 ± 2.3**	3.4 ± 4.5	2.1 ± 1.1
"глаза закрыты"	2.3 ± 1.9*	4.3 ± 2.7*	3.7 ± 5.3	1.7 ± 0.7
"с обратной связью"	2.0 ± 1.7	2.2 ± 1.7**	1.9 ± 2.4	1.6 ± 1.1

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ .

но смещен в сторону здоровой ноги, его перемещение в центральное положение представляет достаточно трудную задачу.

Время возвращения ОЦД в исходное равновесное состояние (величина, обратная частоте колебаний) оценивалось с помощью показателей полупериода колебаний в передне-заднем ( $T_y$ ) и латеральном ( $T_x$ ) направлении. Как видно из табл. 3, время полупериода достоверно различалось у здоровых и больных с гемипарезом. Уменьшение времени возвращения в равновесное состояние ( $T_x$ ,  $T_y$ ), наблюдавшееся у больных, может быть связано с увеличением средней скорости колебаний ОЦД, а также, возможно, является результатом увеличения частоты колебаний ОЦД – компенсаторной реакции на нарушение вертикальной позы с целью сохранения равновесия.

Следует отметить, что у здоровых испытуемых более медленные колебания наблюдались в передне-заднем направлении ( $T_y$ ), т.е. в сагитальной плоскости, что не противоречит общеизвестному мнению [23] и объясняется основной активностью в поддержании вертикальной позы мышц передней и задней поверхности голени. В то же время у больных с гемипарезом более длительные колебания ОЦД происходили в латеральном направлении ( $T_x$ ), т.е. во фронтальной плоскости, что может быть связано с функциональной недостаточностью соответствующих мышц пораженной ноги.

С целью анализа возможной асимметрии позных нарушений в зависимости от латерализации очага мозгового поражения, рассчитывались средние значения исследованных стабилметрических показателей в основной стойке для групп больных с право- и левополушарной локализацией очага. Однако достоверных различий в обеих группах выявлено не было.

Анализ взаимосвязи статических и динамических показателей вертикальной позы у больных с гемипарезом. После выявления основных особенностей вертикальной позы больных с гемипарезом была проанализирована взаимосвязь и взаимозависимость основных стабилметрических показателей. В табл. 4 представлены коэффициенты корреляции, отражающие взаимосвязь статических показателей асимметрии позы и динамических (скоростных, амплитудных и временных) характеристик колебаний ОЦД в основной стойке с открытыми глазами и в пробе в центральном положении с обратной связью.

Как видно из табл. 4, асимметрия нагрузки на пораженную и непораженную ноги не влечет за собой изменений динамических показателей колебаний ОЦД в основной стойке, чего нельзя сказать об асимметрии распределения веса между пяткой и носком пораженной ноги (угол асимметрии). Последний показатель имеет достаточно высокую степень корреляционной связи с показателями колебаний ОЦД.

**Таблица 4.** Коэффициенты корреляции скоростных, амплитудных, временных показателей колебаний ОЦД в асимметрии вертикальной позы

Показатели асимметрии положения ОЦД	Пробы	Характеристики колебаний ОЦД			
		средняя скорость	средний радиус	полупериод (ось x)	полупериод (ось y)
Весо-распределение, %	“глаза открыты”	-0.12	0.01	0.23*	0.03
	“с обратной связью”	-0.40**	-0.37**	0.06	0.20
Угол асимметрии, град <sup>1</sup>	“глаза открыты”	0.35*	0.45**	0.38**	0.29*
	“с обратной связью”	0.43*	0.29*	0.47***	0.33**

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ .

<sup>1</sup> При проведении анализа здесь и далее использовались абсолютные значения угла асимметрии

В центральном положении, для достижения которого необходимо произвольное перемещение ОЦД, корреляционная связь показателей асимметрии и характеристик колебаний ОЦД усиливается. Это может свидетельствовать о том, что поза больного с гемипарезом в статической основной стойке хорошо скомпенсирована посредством асимметрии распределения веса на обе ноги, а нарушение устойчивости происходит в момент произвольного перемещения ОЦД больного.

*Анализ клинических факторов, связанных с нарушениями вертикальной позы (на основе клинико-стабилометрических корреляций).* Анализ взаимосвязи клинических проявлений гемипареза и скоростных и амплитудных характеристик колебаний ОЦД (рис. 3) выявил, что наибольшее влияние на среднюю скорость и средний радиус колебаний оказывает нарушение глубокой чувствительности (проприоцепции).

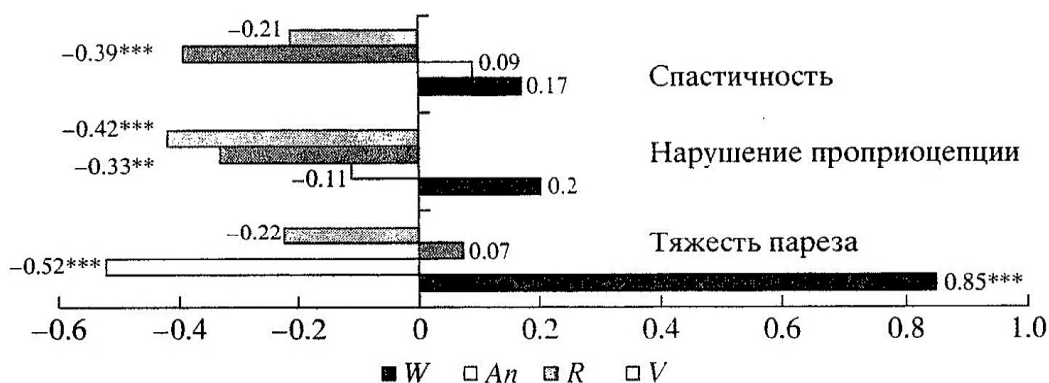
Обращает на себя внимание уменьшение среднего радиуса колебаний ОЦД с возрастанием спастичности мышц пораженной ноги. Поскольку в предыдущей части исследования было выявлено, что значения среднего радиуса незначительно различаются у больных и здоровых, уменьшение

радиуса следует воспринимать как фактор проявления патологии.

Анализ взаимосвязи полупериода колебаний ОЦД и клинических проявлений гемипареза не выявил сколько-нибудь значимых зависимостей. Исключение составляет лишь уменьшение полупериода колебаний ОЦД в сагиттальной плоскости ( $T_y$ ) у больных с повышенной спастичностью ( $r = -0.33^{**}$ ).

Изучение зависимости показателей асимметрии позы от клинических факторов выявило очень высокую корреляционную связь между степенью пареза, с одной стороны, и величиной нагрузки на пораженную ногу ( $r = 0.81$  при  $p < 0.001$ ) и углом асимметрии, с другой (рис. 3). Однако зависимость показателей асимметрии от степени нарушения глубокой чувствительности не подтвердилась.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что нарушения статических характеристик позы – распределения веса между пораженной и непораженной ногами, а также смещение опоры в сторону носка пораженной ноги – определяются в первую очередь степенью двигательных, а не сенсорных нарушений. В то же время нарушения



**Рис. 3.** Коэффициенты корреляции клинических проявлений гемипареза и стабилометрических характеристик колебаний общего центра давлений (ОЦД) в основной стойке. W – весо-распределение; An – угол асимметрии; R – средний радиус отклонений ОЦД; V – средняя скорость колебаний ОЦД.

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ .

динамических характеристик – средней скорости и среднего радиуса колебаний – в значительной степени связаны с нарушениями проприоцепции. Обращает на себя внимание также факт зависимости амплитудной характеристики колебаний ОЦД от степени изменения тонуса (спастичности) мышц.

В процессе исследования не было выявлено корреляционной зависимости между стабилметрическими особенностями вертикальной позы больных с гемипарезом и латерализацией очага поражения.

Таким образом, в результате корреляционного анализа взаимосвязи клинико-функциональных и стабилметрических факторов, был выделен целый ряд особенностей, определяющих нарушения вертикальной позы больных с гемипарезом после инсульта.

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Прежде чем обсуждать механизмы возникновения тех или иных позных нарушений, следует отметить, что выделенные нами в качестве стабилметрических особенностей увеличение у больных с гемипарезом средней скорости колебаний ОЦД и асимметрии весо-распределения ранее описывались многими авторами [1, 3, 6, 15, 19]. Нам представляется, однако, что настоящая работа, во-первых, выявляет некоторые ранее не описанные позные нарушения, а во-вторых, дает возможность судить о причинах нарушений позы у больных с постинсультными гемипарезами.

Одной из обнаруженных особенностей нарушения позы у больных является увеличение времени возвращения ОЦД в исходное равновесное состояние (полупериода колебаний) в латеральном направлении ( $x$ ) по отношению к сагиттальному ( $y$ ). У здоровых испытуемых более длительные по времени и большие по амплитуде колебания ОЦД наблюдаются в сагиттальном направлении и обеспечиваются активностью мышц передней и задней поверхности голени [23]. Эта активность, как правило, снижена у больных с гемипарезом [24], поэтому, вероятно, поддержание позной устойчивости у них и происходит за счет увеличения колебаний ОЦД в латеральном направлении по отношению к сагиттальному.

Функциональной недостаточностью мышц голени, вероятно, можно объяснить и наличие угла асимметрии у больных с гемипарезом, в результате чего центр давления пораженной ноги неизбежно смещается в сторону носка. При этом угол асимметрии проявляет себя как фактор, значительно ограничивающий устойчивость в любом положении тела.

К наиболее значимым отличиям стабилметрических характеристик вертикальной позы

больных можно отнести асимметрию распределения веса между обеими ногами, что, вероятно, может свидетельствовать о преобладании в позных нарушениях компонента асимметрии.

Проведенное исследование показало также, что асимметрия весо-распределения не связана с увеличением средней скорости и среднего радиуса колебаний ОЦД в основной стойке. Однако в положении с целенаправленным произвольным перемещением ОЦД показатель весо-распределения обнаруживает высокую степень обратной корреляционной связи со скоростными и амплитудными характеристиками колебаний ОЦД. В отдельных работах была выявлена подобная корреляция между уменьшением асимметрии весо-распределения и увеличением скорости колебаний ОЦД [4].

Данный факт, во-первых, свидетельствует о том, что статическая поза больного достаточно устойчива, а нарушение равновесия происходит в основном при произвольных перемещениях тела, и, во-вторых, позволяет предположить, что асимметрия весо-распределения является компенсаторной реакцией на нарушение устойчивости.

Наибольший интерес представляет вопрос, какие клинические факторы являются причиной позных нарушений при постинсультных гемипарезах.

Корреляционный анализ позных нарушений у больных с гемипарезом выявил, что собственно нарушение устойчивости, проявляющееся в увеличении динамических характеристик позы, таких как скорость колебаний ОЦД в основном зависит от повреждения механизмов сенсорного контроля движений. Этим, вероятно, и обусловлено большее нарушение средней скорости у больных по сравнению со здоровыми испытуемыми, в пробах с закрытыми глазами и с произвольным контролем положения ОЦД. При этом в первом тесте исключение зрения не может быть достаточно компенсировано нарушенной у больных проприоцепцией, а во втором тесте дефицит проприоцепции затрудняет оценку положения ОЦД и его произвольное смещение. Тем не менее, как показано в работе [25], эти нарушения могут существенно уменьшаться при соответствующей тренировке.

С другой стороны, высокая степень корреляционной зависимости показателей асимметрии позы от степени пареза позволяет говорить о том, что статические характеристики вертикальной позы, такие как асимметрия, определяются в основном повреждением эфферентных механизмов реализации движений. Данные результаты подтверждают мнение некоторых авторов о том, что асимметрия вертикальной позы обусловлена в основном парезом ноги и значительно коррелирует с собственно двигательными нарушениями: силой

мышц и объемом движений [16, 24], нарушением взаимодействия мышц [16, 26] или недостаточностью участия различных мышечных групп [2, 10] пораженной ноги.

Другие авторы объясняют наличие позной асимметрии уменьшением сенсорной информации от паретичной ноги или нарушением восприятия, приводящим к частичной дезориентации в пространстве [5, 16, 27]. Возникновение подобной противоречивости результатов, по-видимому, связано с отсутствием единого подхода к физиологической интерпретации полученных стабилметрических показателей [7].

Особый интерес представляет связь спастичности и нарушения динамических характеристик позы. Обнаруженное уменьшение радиуса колебаний ОЦД при увеличении спастичности не очень хорошо согласуется с отсутствием различий радиуса колебаний между больными с гемипарезом и здоровыми испытуемыми. Объяснением может быть небольшая степень спастичности у исследованных больных (см. "Методику"). Можно предположить, что при значительной спастичности радиус колебаний ОЦД был бы меньше, чем у здоровых. С другой стороны, повышение тонуса мышц в той или иной степени присутствует почти у всех больных и, возможно, при отсутствии спастичности радиус колебаний ОЦД у больных был бы больше, чем у здоровых, что могло расцениваться как компенсаторная реакция на нарушение устойчивости.

Полученные данные наглядно демонстрируют нам наличие трех составляющих (компонентов) позной устойчивости: моторного, сенсорного и тонического. Как уже отмечалось выше, в основной стойке, в отличие от положения с произвольно перемещаемым ЦД, не было выявлено корреляционной зависимости между отдельными стабилметрическими показателями (исключение составляет лишь угол асимметрии, имеющий высокую степень корреляционной взаимосвязи с другими стабилметрическими показателями в обоих положениях). Следовательно, можно предположить, что все три позные составляющие, контролирующиеся различными структурами мозга, относительно независимы при исполнении статической позы и вступают в некое взаимодействие при произвольных перемещениях больного.

Таким образом, результаты исследования позволяют говорить об устойчивости вертикальной позы человека, как о некоем многокомпонентном качестве, нарушение которого у больных с гемипарезом в результате инсульта может приобретать различные формы в зависимости от преобладания дефицита той или иной позной составляющей.

## ВЫВОДЫ

1. Выделен ряд стабилметрических особенностей нарушения вертикальной позы у больных с постинсультными гемипарезами: увеличение по сравнению со здоровыми скорости и радиуса колебания ОЦД (большее в положении с произвольно перемещаемым центром давлений); абсолютное уменьшение времени полупериодов колебаний ОЦД – более значительное в передне-заднем направлении; асимметрия распределения веса между обеими ногами (со смещением в сторону непораженной); смещение веса на стороне пораженной ноги в сторону носка.

2. Показано, что нарушение устойчивости вертикальной позы у больных с постинсультными гемипарезами в большей степени связано с асимметрией распределения веса между ногами.

3. Выявлены следующие механизмы нарушения вертикальной позы больных с постинсультными гемипарезами: а) характер колебаний ОЦД в основном определяется повреждением механизмов сенсорного контроля движений, а позная асимметрия – повреждением эффектного звена обеспечения движений; б) увеличение скорости и частоты (уменьшение времени полупериода) колебаний ОЦД является одной из компенсаторных реакций на нарушение устойчивости; в) повышение мышечного тонуса ограничивает радиус колебаний, тем самым увеличивая "жесткость" тела больного и препятствуя проявлению компенсаторных реакций, обеспечивающих устойчивость у больных с гемипарезом.

4. Определено наличие нескольких форм проявления нарушений устойчивости позы у больных с гемипарезами, определяющихся преобладанием сенсорных, двигательных или тонических нарушений.

Работа выполнена при поддержке РГНФ (гранты № 00-06-00242 и № 03-06-00248) и РФФИ (гранты № 01-04-49296 и № 02-04-48410).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Endgart M., Olsson E.* Body weight-bearing while rising and sitting down in patients with stroke // *Scand. J. Rehabil. Med.* 1992. V. 24(2). P. 67.
2. *Harburn K.L., Hill K.M., Vandervoot A.A. et al.* Spasticity measurement in stroke: a pilot study // *Can. J. Public. Health.* 1992. V. 83. P. 41.
3. *Milczarek J.J., Kirby R.L., Harrison E.R., MacLeod D.A.* Standard and four-footed canes: their effect on the standing balance of patients with hemiparesis // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 1993. V. 74(3). P. 281.
4. *Shumway-Cook A., Anson D., Haller S.* Postural sway biofeedback: its effects on reestablishing stance stability in hemiplegic patients // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 1998. V. 69(6). P. 395.

5. *Smith D.L., Akhtar A.J., Garraway W.M.* Proprioception and spatial neglect after stroke // *Age Ageing*. 1983. V. 12. P. 63.
6. *Horak F.B.* Clinical measurement of postural control in adults // *Phys. Ther.* 1987. V. 67. P. 1881.
7. *Di Fabio R.P., Badke M.B.* Stance duration under sensory conflict conditions in patients with hemiplegia // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 1991. V. 72(5). P. 292.
8. *Badke M.B., Duncan P.W.* Patterns of rapid motor responses during postural adjustments when standing in healthy subjects and hemiplegic patients // *Phys. Ther.* 1983. V. 63. P. 13.
9. *Dichgans J., Mauritz K.* Patterns and mechanisms of postural instability in patients with cerebellar lesions // *Motor control mechanisms in health and disease* / Ed. Desmedt J.E. New York: Raven, 1983. P. 633.
10. *Di Fabio R.P., Badke M.B.* Reliability of postural response as a function of muscular synergisms: effect of supraspinal lesions // *Hum. Mov. Sci.* 1989. V. 8. P. 447.
11. *Dickstein R., Nissan M., Pillar T. et al.* Foot-ground pressure pattern of standing hemiplegic patients: Major characteristics and patterns of improvement // *Phys. Ther.* 1984. V. 64. P. 19.
12. *Di Fabio R.P., Badke M.B.* Extraneous movement associated with hemiplegic postural sway during dynamic goal-directed weight redistribution // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 1990. V. 71(6). P. 365.
13. *Morita H.* Rehabilitation of post-stroke hemiplegic patients. I. Gravity-center-swaing and walking ability // *Saneyo Ika Zasshi*. 1989. V. 11(3). P. 261.
14. *Rode G., Tiliket C., Boisson D.* Predominance of postural imbalance in left hemiparetic patients // *Scand. J. Rehabil. Med.* 1997. V. 29(1). P. 11.
15. *Saling M., Kordoba I., Hruby M., Hlavacka F.* Quantitative evaluation of disorders of upright posture using stabilometry // *Cesk. Neurol. Neurochir.* 1991. V. 54(1). P. 14.
16. *Bohannon R.W.* Correlation of lower limb strengths and other variables with standing performance in stroke patients // *Physiotherapy Canada*. 1989. V. 41. P. 198.
17. *Bohannon R.W., Larkin P.A., Cook A.C. et al.* Decrease in timed balance test scores with aging // *Phys. Ther.* 1984. V. 64. P. 1067.
18. *Harburn K.L., Hill K.M., Vandervoort A.A. et al.* Spasticity measurement in stroke: a pilot study // *Can. J. Public. Health*. 1992. V. 83. P. 41.
19. *Черникова Л.А.* Оптимизация восстановительного процесса у больных, перенесших инсульт: клинические и нейропсихологические аспекты функционального биоуправления: Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. М., 1998. 48 с.
20. *Fugl-Meyer A.R., Jaasko L., Leyman I. et al.* The post-stroke hemiplegic patient: I. A method for evaluation of physical performance // *Scand. J. Rehabil. Med.* 1975. V. 7. P. 13.
21. *Столярова Л.Г., Ткачева Г.Р.* Реабилитация больных с постинсультными двигательными расстройствами. М.: Медицина, 1978. 210 с.
22. *Mahoney F.J., Barthel D.W.* Functional evaluation: The Barthel Index // *Md. Med. J.* 1965. V. 14. P. 61.
23. *Скворцов Д.В.* Клинический анализ движений. Стабилометрия. М.: "МБН", 2000. С. 130.
24. *Hamrin E., Eklund G., Hillgren A. et al.* Muscle strength and balance in post-stroke patients // *Ups. J. Med. Sci.* 1982. V. 87. P. 11.
25. *Ustinova K.I., Chernikova L.A., Ioffe M.E., Sliva S.S.* Deficit of learning of posture voluntary control in patients with cortical lesions of various locations: cortical mechanisms of posture regulation // *Zh. Vyssh. Nerv. Deiat. Im. I.P. Pavlova*. 2000. V. 50. № 3. P. 421.
26. *Di Fabio R.P.* Lower extremity antagonist muscle response following standing perturbation in subjects with cerebrovascular disease // *Brain Res.* 1987. V. 406. P. 43.
27. *Brunnstrom S.* Movement therapy in hemiplegia: neurophysiological approach. New York: Harper & Row Publishers, Inc., 1970.