

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОЦЕССА УДЕРЖАНИЯ РАВНОВЕСИЯ У БОЛЬНЫХ ДЕТСКИМ ЦЕРЕБРАЛЬНЫМ ПАРАЛИЧОМ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СТАБИЛОМЕТРИЧЕСКОГО ТЕСТИРОВАНИЯ

Давыдов О.Д.¹, Монтиле А.И.², Марчук Ю.В.³, Монтиле А.А.⁴

¹ Уральский НИИ травматологии и ортопедии им. В.Д. Чаклина, г. Екатеринбург

² Уральский государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург

³ Научно-практический центр «Бонум», г. Екатеринбург

⁴ ФГБУН «Ботанический сад УрО РАН», г. Екатеринбург

РЕЗЮМЕ

Целью проводимых исследований явилась разработка методики оценки функционального состояния опорно-двигательного аппарата человека в случае комплексных патологий и сочетанных травм, с объективным различием взаимообусловленных анатомических и функциональных нарушений в костно-суставном аппарате, нервной и мышечной подсистемах, определением тяжести патологий отдельных подсистем и степени влияния каждой из них на организацию движения в целом. Для пациентов с детским церебральным параличом приоритетной является неврологическая компонента нарушения движения, дифференциация которой затруднена, так как отсутствуют средства, позволяющие отображать и объективно оценивать особенности функционирования именно нервной системы в норме и при патологии. В качестве таких средств предлагаются набор интервальных показателей стабилOMETРИЧЕСКИХ измерений и метод их использования, обеспечивающие больший по сравнению со стандартными, векторными и частотными показателями учет индивидуальных особенностей и формирование клинически интерпретируемого визуального образа представления результатов обследования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: детский церебральный паралич, компьютерная стабилOMETРИЯ, нервная система.

Введение

Трудности восстановительного лечения пациентов с детским церебральным параличом (ДЦП) обусловлены значительным разнообразием индивидуальных для каждого пациента комплексов патологических изменений, которые охватывают большое количество взаимосвязанных анатомических и функциональных систем организма. При этом повреждения могут затрагивать в различной степени несколько уровней каждой из систем [4]. Ситуация усугубляется отсутствием общепринятых объективных методик оценки тяжести всей совокупности патологий, которые могли бы обеспечить понятную врачам различных специальностей конкретизацию комплексного повреждения организма. Учитывая взаимообусловленный характер сформировавшихся в результате адаптации к первичному невро-

логическому повреждению вторичных патологий мышечного и костно-суставного аппаратов, важнейшими задачами при оценке тяжести нарушений и выборе тактики лечения представляются: объективное различение индивидуальных анатомических и функциональных особенностей нервной, мышечной и опорной подсистем организма больного ДЦП; определение типа и степени влияния каждой из них на организацию движения в целом.

Одним из перспективных методов выявления и изучения нарушений функционирования двигательной системы при разных нозологиях является компьютерная стабилOMETРИЯ. Данный метод обеспечивает непосредственное измерение значений фронтальной и сагиттальной координат перемещения центра давления (ЦД) стоп человека по опорной поверхности. На основе регистрируемых данных вычисляются стандартные, векторные и частотные показатели. В качестве критерия для оценки функции равновесия используются отдельные показатели или производный критерий,

✉ Давыдов Олег Дмитриевич, тел.: 8-950-639-7914;
e-mail: davod09@yandex.ru

значение которого вычисляется по некоторой содержательно обосновываемой формуле [5–7]. При всем многообразии теоретических и экспериментальных исследований функции равновесия существует проблема клинического использования ее оценки. Остается множество вопросов, связанных с обобщением фактов и данных, накопленных в рамках узкоспециализированных исследований, ответы на которые могут быть получены только при наличии понятной врачу модели движения, объясняющей связь объективно определяемой по результатам стабилметрического тестирования степени выраженности постуральных расстройств с индивидуальным комплексом патологических изменений двигательной системы отдельного пациента. Однако задача конкретизации причин отклонений от нормы по различным структурно-морфологическим и функциональным изменениям в организме отдельного пациента остается нерешенной из-за ее очевидной сложности.

Цель исследования – разработать способ определения индивидуальных особенностей процесса удержания равновесия у больных ДЦП для дифференцированной относительно костно-суставного аппарата и мышечной системы оценки функционального состояния неврологической компоненты системы организации движения пациента по результатам стабилметрического тестирования.

Материал и методы

Обследовано 16 пациентов с ДЦП (5 юношей, 11 девушек) в возрасте от 15 до 22 лет. Все пациенты были направлены из лечебных учреждений Свердловской области в УНИИТО им. В.Д. Чаплина (г. Екатеринбург) для проведения малоинвазивной операции периаартериальной криосимпатодеструкции [8]. В зависимости от формы заболевания пациенты были разделены на две группы: 7 человек с гемипаретической формой ДЦП составили группу «гемипарез», 9 человек со спастической диплегией – группу «диплегия».

Контрольную группу «физиологическая норма» образовали 28 молодых людей (11 юношей, 17 девушек) в возрасте от 18 до 20 лет без ортопедической и неврологической патологий.

Стандартное стабилметрическое исследование с использованием компьютерного стабиланализатора «Стабилан-01» (ЗАО «ОКБ «Ритм», Таганрог) проведено здоровым лицам однократно, пациентам с ДЦП – в сроки до хирургического лечения и через 8 мес после периаартериальной криосимпатодеструкции. Для повышения достоверности получаемых данных каждому исследуемому за один сеанс было проведено по три аналогичных стабилметрических теста продолжи-

тельностью 20 с. Перерывы между тестами составили 3–5 мин.

На первом этапе работы из 63 стандартных базовых, векторных и частотных стабилметрических показателей было отобрано 5 основных, наиболее часто используемых врачами [1, 7]: 1) V – средняя скорость перемещения ЦД стоп по опорной поверхности, мм/с; 2) S – площадь девиации ЦД стоп, характеризующая величину «рабочей поверхности» опоры человека, мм²; 3) L_x – длина траектории перемещения ЦД стоп во фронтальной плоскости, мм; 4) L_y – длина траектории перемещения ЦД стоп в сагиттальной плоскости, мм; 5) КФР – интегральный показатель, количественно оценивающий качество функции равновесия, %. Статистическая обработка полученных данных производилась с использованием пакета программ Statistica 6.0 for Windows. Выполнена проверка распределения количественных признаков на подчинение закону нормального распределения с помощью критерия Шапиро–Уилка при критическом уровне значимости, принятом за 0,05. В связи с тем что данные не подчинялись закону нормального распределения, для их описания применялась медиана Me , а в качестве мер рассеяния – нижний Q_1 и верхний Q_3 квантили. Парное сравнение между группами «гемипарез» и «норма», а также «диплегия» и «норма» проведено с использованием U -критерия Манна–Уитни, при внутригрупповом сравнении (пациенты с ДЦП в каждой из двух групп до и после лечения) использован критерий Вилкоксона. Различия между показателями считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

На втором этапе работы было проведено отдельно для каждого пациента исследование стабилографических данных с использованием разработанного авторами набора интервальных показателей, обеспечивающего клиническую интерпретацию получаемых результатов, их визуализацию и учет индивидуальных особенностей стабилограмм [9].

Основным понятием новой системы показателей является интервал неизменного движения – двухкомпонентная величина ($\Delta t_i, V_i$), характеризующаяся значениями двух переменных: длительности интервала и постоянной для интервала скорости. Рассматриваются интервалы неизменного движения при перемещении во фронтальной и сагиттальной плоскостях, а также траектория перемещения проекции центра давления как последовательность элементарных или производных интервалов неизменного движения. Границам интервалов сопоставляются мгновенные изменения скорости. Комплексная оценка результата стабилметрического теста (набор показателей) базируется на определении количества типов элементов

(различных по длительности и скорости интервалов неизменного движения), количества элементов каждого типа (интервалов конкретной длительности с конкретной скоростью), мощностей подмножеств типов элементов (количества интервалов одинаковой длительности с различными скоростями движения, количества интервалов движения различных длительностей с одинаковыми скоростями) и фиксации связей между элементами различных типов, каждая из которых характеризуется мгновенным изменением скорости. Таким образом, стабиллограммы параметризуются показателями, значения которых не предполагают усреднений.

По каждой из стабиллограмм для фронтальной и сагиттальной координат были выделены интервалы движения центра давления с постоянной скоростью и определены длительность каждого интервала (Δt_i) и скорость на нем (V_i), а также количество интервалов с различными длительностями и скоростями. Результаты были экспортированы в программу Statistica 6.0 for Windows, с помощью которой получены трехмерные гистограммы, характеризующие распределения интервалов (Δt_i , V_i), и двухмерные гистограммы распределения скоростей V_i для каждого интервала Δt_i .

Результаты

При анализе и интерпретации полученных стабиллометрических данных было установлено, что большинство классических показателей, количественно описывающих фронтальную и сагиттальную стабиллограммы, не являются специфичными для рассматри-

ваемой патологии и всех клинически имеющих место детализаций. Результаты статистической обработки данных приведены в табл. 1, 2.

Выявлено, что у больных группы «гемипарез» как до лечения, так и после него средняя скорость перемещения ЦД по опорной поверхности V , площадь стаатокинезиограммы S , длина траектории, осуществляемая ЦД стоп в сагитальном L_y и во фронтальном L_x направлениях, а также интегральный показатель качества функции равновесия (КФР) статистически значимо не отличались от нормы. Этот факт не согласуется с данными клинического исследования. У каждого конкретного пациента имеются объективно выявляемые статико-кинетические расстройства.

У пациентов из группы «диплегия» сопоставима с нормой была лишь длина траектории перемещения ЦД в сагитальной плоскости. По четырем остальным показателям (V , S , L_x и КФР) выявлены статистически значимые отличия от нормативных значений. Для дооперационного периода изменения данных стабиллометрических показателей весьма характерны и убедительно указывают на наличие выраженных постуральных расстройств. Но увеличение скорости перемещения, площади стаатокинезиограммы и длины траектории перемещения ЦД во фронтальном направлении, а также снижение КФР (до 68,55% по сравнению с исходным 83,21%) через 8 мес после операции не согласуются с данными клинических наблюдений, при которых у пациентов регистрировались повышение опороспособности и улучшение координационных и двигательных способностей.

Таблица 1

Стабиллометрические показатели у здоровых и больных ДЦП (группа «гемипарез»)						
Стабиллометрический показатель	Здоровые ($Me (Q_1; Q_3)$)	Группа «гемипарез» ($Me (Q_1; Q_3)$)		Уровень достоверности различий		
		До лечения	После лечения	p_1	p_2	p_3
V , мм/сек	7,21 (6,06; 7,85)	8,04 (7,2; 9,81)	5,91 (4,64; 7,13)	0,1225	0,1118	0,0117
S , мм ²	56,6 (46,2; 103,2)	56,9 (44,5; 88,1)	35,8 (29,8; 123,0)	0,6412	0,3187	0,7237
L_x , мм	65,1 (50,1; 79,7)	88,75 (78,7; 107,85)	56,8 (44,3; 83,9)	0,0546	0,4669	0,0173
L_y , мм	112,1 (89,1; 140,1)	120,95 (97,8; 140,1)	91,3 (74,5; 99,4)	0,4489	0,1383	0,0195
КФР, %	89,03 (86,3; 92,32)	86,57 (79,78; 89,29)	92,71 (89,13; 94,92)	0,1226	0,1402	0,0117

Примечание. Здесь и в табл. 2 уровень статистической значимости различий: p_1 – между здоровыми и больными ДЦП до лечения; p_2 – здоровыми и больными ДЦП после лечения; p_3 – больными ДЦП до лечения и после него.

Таблица 2

Стабиллометрические показатели у здоровых и больных ДЦП (группа «диплегия»)						
Стабиллометрический показатель	Здоровые ($Me (Q_1; Q_3)$)	Группа «диплегия» ($Me (Q_1; Q_3)$)		Уровень достоверности различий		
		До лечения	После лечения	p_1	p_2	p_3
V , мм/сек	7,21 (6,06; 7,85)	8,96 (7,9; 32,97)	12,55 (10,31; 28,97)	0,0047	0,0000	0,0425
S , мм ²	56,6 (46,2; 103,2)	213,2 (105,6; 1891,5)	439,7 (197,1; 1091,0)	0,0084	0,0000	0,0279
L_x , мм	65,1 (50,1; 79,7)	97,5 (91,3; 279,1)	179,8 (110,1; 248,1)	0,0026	0,0000	0,0909
L_y , мм	112,1 (89,1; 140,1)	127,3 (114,0; 468,6)	167,1 (135,4; 473,0)	0,1720	0,0179	0,0181
КФР, %	89,03 (86,3; 92,32)	83,21 (33,94; 86,73)	68,56 (30,95; 77,33)	0,0057	0,0181	0,0179

Проведенная часть работы позволила сделать предположение об ограничении диагностических возможностей классических показателей для исследования функционального состояния больных с разными формами ДЦП. Их использование должно быть ограничено исследовательскими работами на больших выборках для установления общих особенностей и тенденций течения заболевания. В ежедневной работе врача, когда необходим индивидуальный подход к каждому конкретному пациенту, усредненные классические стабилметрические показатели и их статистическая (обобщающая в целом по группе) обработка не могут дать необходимой информации.

На втором этапе работы проведена обработка стабилметрических данных по разработанной авторами методике с использованием новых интервальных показателей. В результате обследования контрольной группы получены гистограммы распределения интервалов движения с постоянной скоростью ($\Delta t_i, V_i$), которые имеют повторяющуюся при всех измерениях форму [3], одинаковую как для фронтальной (x), так и для сагитальной (y) координат (рис. 1 *а, б*). Положительным значениям скоростей V_i для фронтальной координаты соответствуют перемещения ЦД стоп на опорной поверхности стабилметрической платформы вправо, а отрицательным значениям V_i – перемещения ЦД стоп влево. Для сагитальной координаты положительные и отрицательные значения V_i соответствуют перемещению ЦД стоп вперед и назад. Основными структурными признаками экспериментально выявленной формы являются колоколообразный вид сечений распределения по Δt_i и гистограммы скоростей в целом, монотонное убывание значений в сечениях по V_i и гистограммы

длительностей интервалов в целом, симметрия фигуры относительно секущей $V = 0$. Одинаковы и симметричны относительно оси Δt диаграммы рассеяния интервалов ($\Delta t_i, V_i$), являющиеся проекцией гистограммы на плоскость ($\Delta t_i, V_i$). Основным структурным признаком диаграммы рассеяния интервалов – их ограничение монотонно убывающими функциями $V = f(\Delta t)$. Точный вид распределения, наиболее подходящего для аппроксимации гистограмм скоростей – первое предельное распределение экстремальных значений [2].

Гистограммы, полученные в результате обследования больных ДЦП, отличаются от описанных выше. Определяющим признаком является изменение формы гистограммы распределения интервалов движения с постоянной скоростью ($\Delta t_i, V_i$). Для пациентов с ДЦП характерны совместно наблюдаемые структурные и параметрические отличия, связанные с изменениями диапазонов разброса скоростей для конкретных длительностей Δt_i ; отклонениями от колоколообразной формы гистограммы, характеризующей распределение скоростей для конкретной длительности Δt_i ; нарушениями симметрии относительно оси Δt . Указанная совокупность признаков была зафиксирована у всех пациентов с ДЦП, но величины отклонений по отдельным признакам из совокупности отличаются друг от друга у различных больных, что позволяет определить индивидуальные особенности процесса удержания равновесия. Сопоставление результатов исследований, проведенных в разные сроки после хирургического лечения, позволило выявить эти индивидуальные особенности восстановительных процессов конкретно у каждого пациента.

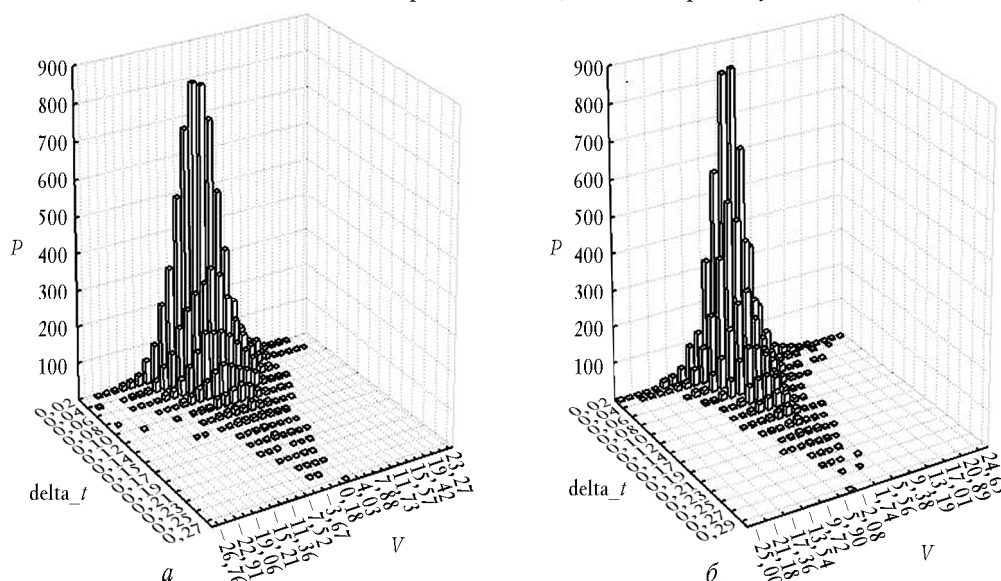


Рис. 1. Трехмерные гистограммы распределения интервалов движения с постоянной скоростью в норме для фронтальной (*а*) и сагитальной (*б*) координат. Δt – длительность интервалов непрерывного движения, с; V – скорость движения, мм/с; P – количество интервалов

Ниже приведены клинические примеры для двух форм ДЦП (пациенты М. и З.), иллюстрирующие соответствие конкретных сочетаний имеющихся патологий определенным отклонениям полученных стабилметрических признаков.

Пример № 1. Пациент М., 15 лет. Диагноз: ДЦП. Спастическая диплегия средней степени тяжести. Неврологический дефицит у данного пациента был обусловлен преимущественным повреждением подкорковых структур с неадекватным целевым задачам регулированием сегментарного аппарата спинного мозга и проявлялся в виде спастического тетрапареза, более выраженного в нижних конечностях. Пациент не мог длительное время удерживать равновесие в вертикальной позе, передвигался с опорой на передние отделы стоп, держась за стены, стол и другие предметы, был лишен возможности самостоятельно выйти на открытое пространство. Проводимые ранее ежегодные курсы восстановительного лечения приносили кратковременное улучшение, создавая у медицинского персонала мнение об окончательно сформированном резидуальном характере поражения.

При сопоставлении клинических и стабилметрических данных выявлено следующее: невральнй характер повреждения надсегментарных и сегментарных структур представлен редуцированной 3D-гистограммой с уменьшенным до семи количеством интервалов Δt (рис. 2, а). Повышенный тонус и некоординированное реципрокное взаимодействие мышц проявляются асимметричным распределением интервалов неизменного движения, более отчетливо различимым для периодов длительностью 0,02 с (рис. 3, а). При

этом рассогласование в регуляции мышечных сокращений проявляется неравномерным увеличением диапазона скоростей от $-71,48$ до $+140,29$ мм/с. Более чем трехкратное увеличение диапазона скоростей по сравнению с нормой может быть объяснено специфичностью патологического процесса – экстрапирамидными нарушениями с присущей им несогласованной работой мышц агонистов-антагонистов.

Через 8 мес после периаартериальной криосимпатодеструкции отмечен хороший клинический результат. Значительно уменьшился мышечный тонус, улучшилась координация движений, в результате чего пациент смог самостоятельно передвигаться, длительно удерживать равновесие в вертикальной позе. Стабилметрическое исследование позволило объективно оценить достигнутое улучшение: на 3D-гистограмме (рис. 2, б) зафиксировано увеличение количества длительностей интервалов Δt до 11, что свидетельствует о функциональной перестройке невральнйх структур с формированием дополнительных контуров регуляции. Отмечается восстановление колоколообразного распределения интервалов неизменных скоростей, более отчетливо представленное для интервалов длительностью 0,02 с (рис. 3, б). Восстановление симметрии в распределении интервалов скоростей объясняется более согласованной работой мышц. Все это свидетельствует в пользу того, что в первоначальной картине заболевания функциональные нарушения преобладали над органическими и лечение привело к существенной реорганизации функционирования контуров регуляции двигательной активности на спинальном и супраспинальном уровнях.

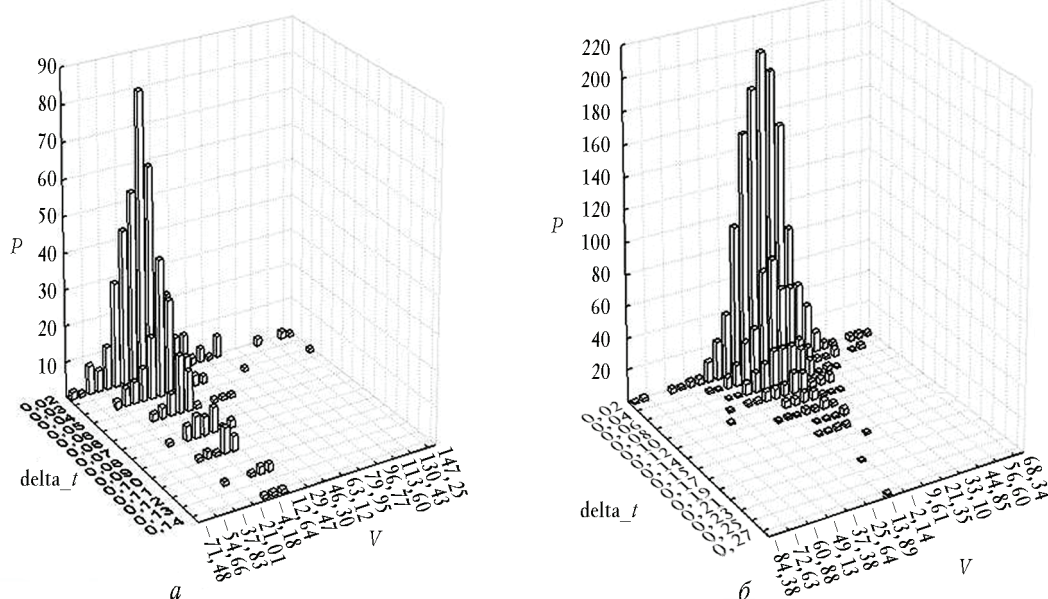


Рис. 2. Трехмерные гистограммы распределения интервалов движения с постоянной скоростью для фронтальной координаты у пациента М. до лечения (а) и через 8 мес после лечения (б)

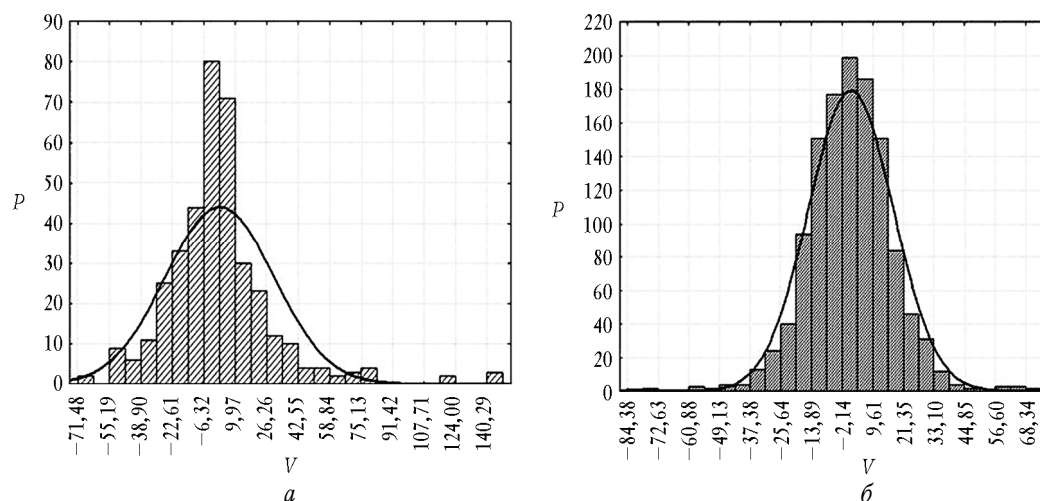


Рис. 3. Гистограммы распределения скоростей для интервалов длительностью 0,02 с у пациента М. до лечения (а) и через 8 мес после лечения (б)

Пример № 2. Пациент З., 22 года. Диагноз: ДЦП. Гемипарез левого полушария головного мозга. Вторичная внутренняя асимметричная гидроцефалия. Правосторонний умеренный гемипарез. Сгибательно-разгибательная контрактура правого голеностопного сустава. Неврологические нарушения носили стойкий характер, проявлялись умеренной гипотрофией и спастичностью мышц правых конечностей, сформированной сгибательно-разгибательной контрактурой правого голеностопного сустава. При проведении стабилметрического исследования в дооперационном периоде для фронтальной координаты выявлено уменьшение количества интервалов Δt до восьми (рис. 4, а). Размах максимальных значений скоростей для периодов длительностью 0,02 с составил от $-25,0$ до $+36,3$ мм/с, при этом максимальное количество интервалов неизменных скоростей сконцентрировано в более

узком диапазоне от $-18,8$ до $+18,1$ мм/с, отличающемся от нормативных показателей в 1,5 раза. С клинической точки зрения это может быть интерпретировано наличием «истинного» мышечного дефицита, обусловленного непосредственным поражением пирамидной системы. Ограничение развиваемых скоростей не только вправо (положительные значения V_i , паретичные мышцы), но и влево (отрицательные значения V_i , интактные мышцы) обусловлено стереотипным адаптационным механизмом, при котором здоровая конечность приспосабливается к «пораженной», компенсируя асимметрию движений. Уменьшение количества положительных интервалов неизменных скоростей для диапазонов Δt может быть также объяснено ограничением подвижности со стороны костно-суставного аппарата, в частности сгибательно-разгибательной контрактурой правого голеностопного сустава.

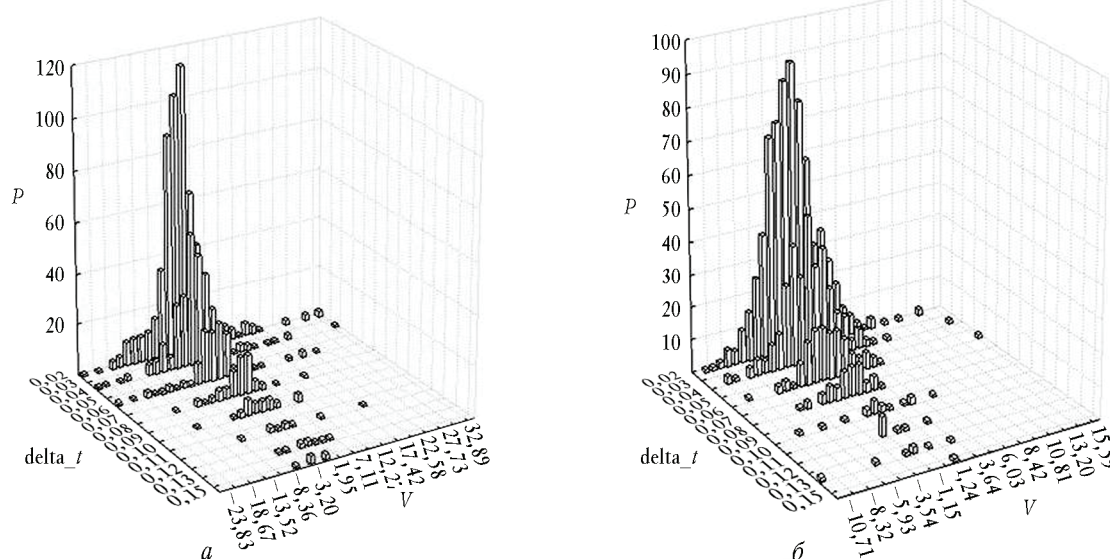


Рис. 4. Трехмерные гистограммы распределения интервалов движения с постоянной скоростью для фронтальной координаты у пациента З. до лечения (а) и через 8 мес после лечения (б)

Через 8 мес после операции существенных изменений в неврологическом статусе у пациента не зарегистрировано. При обработке данных стабилметрического исследования выявлено сохранение сниженного до восьми количества интервалов Δt (рис. 4, б). Сохранилась асимметрия в распределении интервалов неизменных скоростей, обусловленная уменьшением количества данных показателей, имеющих положительные значения. Также уменьшился размах максимальных значений скоростей, которые пациент мог осуществлять во фронтальной плоскости. Для периодов длительностью 0,02 с его значения составили от $-10,7$ до $+15,5$ мм/с, при этом максимальное количество интервалов неизменных скоростей сконцентрировано в диапазоне от $-9,5$ до $+8,3$ мм/с, что отличается от нормативных показателей более чем в 2 раза.

Все это свидетельствует в пользу того, что в картине заболевания преобладали органические нарушения, проведенные лечебные мероприятия не привели к реорганизации функционирования контуров регуляции и улучшению двигательной активности.

Заключение

Предложенный набор показателей и способ его использования, подразумевающий как определение количественных показателей, так и визуализацию результатов обработки стабилметрических тестов в виде гистограмм распределения получаемых значений для различных сечений пространства показателей, обеспечивают комплексную оценку функции равновесия пациентов с ДЦП, сохранивших способность к самостоятельному передвижению.

Появляется возможность не только объективного сопоставления функционирования двигательного аппарата с нормой, но и детализации имеющих место двигательных расстройств. Функциональным нарушениям в нервной системе соответствуют изменения формы гистограмм, связанные с длительностями интервалов. Причем уменьшение количества длительностей интервалов свидетельствует о функциональной недостаточности нервной системы в целом, а отсутствие интервалов определенной длительности либо нарушение колоколообразной

формы гистограмм скоростей для них свидетельствует об отсутствии рефлекторного кольца с соответствующим периодом или его параметрической патологии. Функциональным нарушениям в мышечном аппарате соответствуют изменения диапазонов разброса значений скоростей, как для всех интервалов, так и для отдельных длительностей интервалов, причем уменьшение диапазонов для всех интервалов относительно нормы свидетельствует о мышечном дефиците. Функциональным нарушениям костно-суставного аппарата соответствуют асимметрия формы трехмерной гистограммы в целом или смещения от нулевого значения середин диапазонов изменения скоростей для интервалов определенных длительностей.

Литература

1. Гаже П.М., Вебер Б. Постурология. Регуляция и нарушение равновесия тела человека. СПб.: Изд. дом СПбМАПО, 2008. 316 с.
2. Гумбель Э. Статистика экстремальных значений. М.: Мир, 1965. 460 с.
3. Монтиле А.И., Давыдов О.Д., Монтиле А.А., Марчук Ю.В. Стабилметрическая модель поддержания равновесия при отсутствии целенаправленного движения // Математическая биология и биоинформатика: докл. IV междунар. конф., г. Пушкино, 14–19 октября 2012 г. / под ред. В.Д. Лахно. М.: МАКС Пресс, 2012. С. 133–134.
4. Перхурова И.С., Лузиневич В.М., Сологубов Е.Г. Регуляция позы и ходьбы при ДЦП и некоторые способы коррекции. М.: Изд-во «Кн. Палата», 1996. 242 с.
5. Скворцов Д.В. Клинический анализ движений, стабилметрия. М.: АОЗТ «Антидор», 2000. 192 с.
6. Ташкинов А.А., Вильдеман А.В., Бронников В.А. Индивидуальное прогнозирование двигательного развития у больных детским церебральным параличом на основе подходов статистического анализа // Рос. журн. биомеханики. 2010. Т. 14, № 2 (48). С. 69–78.
7. Усачёв В.И., Говоруун М.И., Голованов А.Е., Кузнецов М.С. Динамическая стабилизация вертикального положения тела человека // Известия Южного федерального университета: Технические науки. 2010. Т. 110, № 9. С. 164–169.
8. Пат. 2303418 РФ МПК А61В 18/02. Способ коррекции вегетативной регуляции организма / Н.Л. Кузнецова. № 2005132433/14, заявл. 20.10.2005; опубл. 27.07.2007; Бюл. № 21 // Изобретения. Полезные модели, 2007. № 21.
9. Пат. 2497451 РФ МПК А61В 5/103 Способ диагностики функциональных нарушений опорно-двигательного аппарата / О.Д. Давыдов, А.И. Монтиле, Ю.В. Марчук, Н.Л. Кузнецова. № 2012124615; заявл. 14.06.2012; опубл. 10.11.2013; Бюл. № 31 // Изобретения. Полезные модели, 2013. № 31.

Поступила в редакцию 03.03.2014 г.

Утверждена к печати 09.10.2014 г.

Давыдов Олег Дмитриевич (✉) – канд. мед. наук, зав. лабораторией биомеханики УНИИТО им. В.Д. Чаплина (г. Екатеринбург).

Монтиле Андрей Иосифович – канд. тех. наук, доцент, Уральский государственный лесотехнический университет (г. Екатеринбург).

Марчук Юрий Владимирович – канд. физ.-мат. наук, начальник информационно-аналитического отдела ГБУЗ СО ДКБ восстановительного лечения научно-практический центр «Бонум» (г. Екатеринбург).

Монтиле Андрей Андреевич – мл. науч. сотрудник, ФГБУН «Ботанический сад УрО РАН» (г. Екатеринбург).

✉ Давыдов Олег Дмитриевич, тел.: 8-950-639-7914; e-mail: davod09@yandex.ru

DETERMINATION OF INDIVIDUAL FEATURES OF BALANCE RETAINING IN PATIENTS WITH CEREBRAL PALSY USING STABILOMETRY TESTING

Davydov O.D.¹, Montile A.I.², Marchuk Yu.V.³, Montile A.A.⁴

¹ Ural Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopaedics, Ekaterinburg, Russian Federation

² Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russian Federation

³ Scientific and Practical Center «Bonum», Ekaterinburg, Russian Federation

⁴ Botanical Garden-Institute, Ural Division of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russian Federation

ABSTRACT

The practical aim of the research is to develop a methodology for assessing the functional state of the musculoskeletal system in the case of complex human pathologies and associated injuries with the objective distinction of interdependent anatomical and functional disorders in the osteoarticular system, nervous and muscular subsystems, identification pathology severity in the separate subsystems and the degree of influence for each of them on the movement organization as a whole. In patients with cerebral palsy the neurological movement disturbance is a priority component, differentiation of which may be difficult due to lack of tools to evaluate objectively and display the features of functioning nervous system in normal and pathological conditions. The authors propose a set of interval indicators of stabilometric study and method to use it providing the more qualitative consideration individual characteristics and the formation of clinically interpretable representation of a visual results image as compared with the standard vector and frequency indicators.

KEY WORDS: child cerebral palsy, computer stabilometry, nervous system.

Bulletin of Siberian Medicine, 2014, vol. 13, no. 5, pp. 20–27

References

1. Gazhe P.M., Veber B. *Posturology. Regulation and imbalance of the human body*. St. Petersburg, Dom SPbMAPO Publ., 2008. 316 p. (in Russian).
2. Gumbel' E. *Statistics of extreme values*. Moscow, Mir Publ., 1965. 460 p. (in Russian).
3. Montile A.I., Davydov O.D., Montile A.A., Marchuk Yu.V. Stabilometric model to maintain equilibrium in the absence of purposeful movement. *Mathematical Biology and Bioinformatics: IV International Conference*. Pushchino, 2012, pp. 133–134 (in Russian).
4. Perhurova I.S., Luzinovich V.M., Sologubov E.G. *Regulation of posture and walk under cerebral palsy and some correction methods*. Moscow, Kn. Palata Publ., 1996. 242 p. (in Russian).
5. Skvortsov D.V. Clinical analysis of movement. Stabilometry. Moscow, AOZT "Antidor" Publ., 2000. 192 p. (in Russian).
6. Tashkinov A.A., Vil'deman A.V., Bronnikov V.A. *Russian Journal of Biomechanics*, 2010, vol. 14, no. 2 (48), pp. 69–78 (in Russian).
7. Usachev V.I., Govorun M.I., Golovanov A.E., Kuznetsov M.S. *Southern Federal University: Engineering*, 2010, vol. 110, no. 9, pp. 164–169 (in Russian).
8. Kuznetsova N.L. Patent 2303418 RF MPK A61V 18/02. The method of correcting the autonomic regulation of the organism. No. 2005132433/14, zayavl. 20.10.2005; opubl. 27.07.2007, Byul. no. 21. *Invention. Utility models*, 2007, no. 21 (in Russian).
9. Davydov O.D., Montile A.I., Marchuk Yu.V., Kuznetsova N.L. Patent 2497451 RF MPK A61V 5/103. Method for the diagnosis of functional disorders of the musculoskeletal system. No. 2012124615; zayavl. 14.06.2012; opubl. 10.11.2013, Byul. no. 31. *Invention. Utility models*, 2013, no. 31 (in Russian).

Davydov Oleg D. (✉), Ural Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopaedics, Ekaterinburg, Russian Federation.

Montile Andrey I., Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russian Federation.

Marchuk Yuriy V., Scientific and Practical Center «Bonum», Ekaterinburg, Russian Federation.

Montile Andrey A., Botanical Garden-Institute, Ural Division of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russian Federation.

✉ Davydov Oleg D., Ph. +7-950-639-7914; e-mail: davod09@yandex.ru