ВЛИЯНИЕ ЗРЕНИЯ И ПРОИЗВОЛЬНОГО ВЫТЯЖЕНИЯ ПОЗВОНОЧНИКА ПО ОСИ НА ПОСТУРАЛЬНЫЙ БАЛАНС СИДЕНИЯ ЗДОРОВЫХ И ИНВАЛИДОВ С НИЖНЕЙ ПАРАПЛЕГИЕЙ ПО ДАННЫМ СТАБИЛОМЕТРИИ

EFFECTS OF VISION AND ARBITRARY AXIAL EXTENSION OF SPINE ON POSTURAL BALANCE OF SITTING IN HEALTHY AND DISABLED PERSONS WITH LOWER PARAPLEGIA ACCORDING TO STABILOMETRIC EVIDENCE

Коновалова Н.Г.
ФГУ «Новокузнецкий научно-практический центр медико-социальной экспертизы и реабилитации инвалидов», г. Новокузнецк, Россия

Konovalova N.G.
Federal Centre for Disability Rehabilitation, Novokuznetsk, Russia

Для изучения механизмов постуральной регуляции сидения методом компьютерной стабилометрии обследованы 60 человек: 30 здоровых и 30 инвалидов 1 группы с нижней параплегией, грубым парапарезом. Исследовали 4 варианта постуральной регуляции: обычное сидение с открытыми и закрытыми глазами, сидение с напряжением аксиальной мускулатуры, произвольным вытяжением позвоночника по оси с открытыми и закрытыми глазами. В обеих группах обследованных наибольшая стабильность постурального баланса оказалась при обычном сидении с закрытыми глазами. У здоровых людей зрение меньше влияло на постуральный баланс, чем напряжение аксиальной мускулатуры и произвольное вытяжение позвоночника по оси. У инвалидов напряжение аксиальной мускулатуры и произвольное вытяжение позвоночника по оси меньше влияло на постуральный баланс, чем зрение. У инвалидов и здоровых людей комбинированное действие обоих возмущающих факторов сильнее влияло на постуральный баланс, чем раздельное.

Ключевые слова: сидение, постуральный баланс, стабилометрия, статокинезиограмма.

The authors studied mechanisms of postural regulation of sitting by means of computer stabilometric tests. A total of 60 patients, 30 healthy and 30 disabled persons with lower paraplegia, were involved in the study. Four patterns of postural regulation i.e. sitting with eyes open or closed, sitting with axial muscles strained, with arbitrary axial extension of spine with eyes open or closed were investigated. Both groups showed the most stable postural balance in sitting with closed eyes. In healthy people vision influenced on postural balance to a lesser degree than axial muscles straining and arbitrary axial extension of spine. In the disabled persons axial muscles straining and arbitrary axial extension of spine influenced on postural balance in a lesser degree than vision. In healthy and disabled persons both factors effected postural balance in a greater degree when they were combined than separate.

Key words: sitting, postural balance, stabilometry, statokinesiogram.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Обследованы 60 человек: 30 инвалидов 1 группы в позднем периоде травматической болезни спинного мозга с синдромами нижней параплегии, грубого парапареза (возраст от 21 до 45 лет) и 30 здоровых людей (возраст от 22 до 25 лет).

Все инвалиды могли удерживать позу сидя с дополнительной опорой руками. 10 человек могли стоять с устойчивой неподвижной дополнительной опорой, 12 человек могли стоять в коленоупоре, 8 человек могли стоять в коленоупоре с фиксированным тазовым поясом. По состоянию здоровья инвалиды не имели противопоказаний к выполнению физических упражнений.

В группу здоровых людей входили студенты 5 курса факультета физической культуры Кузбасской государственной педагогической академии, не предъявляющие жалоб на здоровье, имеющие допуск к занятиям спортом.

Все испытуемые были обследованы на стабилометрической платформе, входящей в программно-аппаратный комплекс клинического анализа движений «Биомеханика». Этот комплекс предназначен для исследования постурального баланса стоя, но имеются примеры успешного использования этой модели стабилографа для изучения постурального баланса в положении сидя [1].

Платформу устанавливали на высоте 0,5 метра над уровнем пола. Испытуемый сидел на платформе, опираясь руками о поручни на уровне надплечий, как изображено на рисунке.

Рис. Поза испытуемого.

Для каждой группы (здоровые и инвалиды) провели 4 серии исследований, отличающихся следующими условиями эксперимента: исследовали обычное сидение, сидение с закрытыми глазами, сидение с напряжением аксиальной мускулатуры и произвольным вытяжением позвоночника по оси, сидение с закрытыми глазами, напряжением аксиальной мускулатуры и произвольным вытяжением позвоночника по оси. Во всех сериях стабилограмму регистрировали в течение 60 сек. Исследования проводили в одно время дня (± 1 час).

При обработке результатов учитывались следующие факторы: девиации во фронтальной и сагиттальной плоскостях, длину и площадь статокинезиограммы, скорость перемещения центра давления, частоту колебаний в сагиттальной и фронтальной плоскостях. Определяли следующие статистические характеристики результатов: среднюю арифметическую, ошибку средней, среднее квадратическое отклонение, доверительный интервал. Для оценки достоверности различия средних показателей, полученных в разных сериях исследования у одной и той же группы испытуемых, использовали парный двухвыборочный t-тест Стьюдента. Для оценки достоверности различия средних показателей между группами здоровых и инвалидов использовали непарный двухвыборочный t-тест Стьюдента.

Таблица 1

Показатели стабилометрии при сидении здоровых людей и инвалидов

Серия	Показатели статистики	Параметры стабилограммы									
		X мм	Y мм	x мм	y мм	L мм	S мм^2	L/S мм$^{-1}$	V мм/с	60% X Гц	60% Y Гц
З	среднее	8,8	-43,3	1,6	1,6	475,3	8,0	83,1	7,9	7,9	9,6
ЗГ	отличие, %	-2	-1	39	69	3	123	-47	3	-19	-19
	t-тест	0,43	0,44	<,01	<,01	0,41	<,01	<,01	0,41	<,01	<,01
ЗН	отличие, %	-6	13	121	55	18	274	-55	18	-37	-20
	t-тест	0,74	0,59	<,01	<,01	<,01	<,01	<,01	<,01	<,01	<,01
ЗГН	отличие, %	0	13	206	69	16	419	-64	16	-45	-22
	t-тест	0,99	0,61	<,01	<,01	0,03	<,01	<,01	0,03	<,01	<,01
И	отличие, %	98	61	29	41	-12	156	-8	-12	-6	-9
	t-тест	0,05	0,04	0,14	0,13	0,12	0,05	0,66	0,12	0,49	0,12
ИГ	отличие, %	99	158	63	229	4	805	-72	4	-45	-42
	t-тест	0,05	0,05	<,01	<,01	0,55	<,01	<,01	0,55	<,01	<,01
ИН	отличие, %	85	23	131	147	7	630	-62	7	-32	-23
	t-тест	0,01	0,43	<,01	<,01	0,41	<,01	<,01	0,41	<,01	<,01
ИГН	отличие, %	75	22	160	160	7	609	-76	7	-38	-29
	t-тест	0,01	0,46	<,01	<,01	0,36	<,01	<,01	0,36	<,01	<,01

РЕЗУЛЬТАТЫ

Среди всех серий исследований наименьшие значения девиаций, длины, площади статокинезиограммы, скорости перемещения центра давления оказались при сидении здоровых испытуемых с закрытыми глазами. При этих же условиях получены достоверно наибольшие частоты. Все это позволяет охарактеризовать сидение здоровых испытуемых с закрытыми глазами как наиболее стабильное. Средние значения параметров стабилограмм этой серии приводятся в таблице 1 и приняты как базовые. Параметры стабилограмм других серий исследований представлены в процентном отношении к базе, что компактно и удобно для сравнительного анализа.

Ячейки таблицы, отличающиеся от базы недостоверно (критерий Стьюдента $t > 0,05$), помечены как более темные. Отрицательное значение в ячейке указывает на относительное уменьшение параметра. Символьные обозначения серий указывают на группу и условия исследования. Применены следующие обозначения групп: З — здоровые, И — инвалиды. К обозначению группы добавляется обозначение условий исследования (Г — открытые глаза, Н — напряжение аксиальной мускулатуры, ГН — открытые глаза и напряжение мускулатуры). Например, ИГН обозначает серию исследования в группе инвалидов при открытых глазах и напряжении мускулатуры.

Открывание глаз сопровождается уменьшением стабильности позы у здоровых людей: происходит увеличение девиаций, незначительное увеличение длины (3 %) и значительное (123 %) увеличение площади статокинезиограммы. При этом отношение длины к площади уменьшается почти в 2 раза, скорость перемещения центра давления по опорной площади возрастает, а частота — уменьшается на 19 %.

Напряжение аксиальной мускулатуры приводит к дальнейшему уменьшению стабильности постурального баланса. Девиации во фронтальной плоскости, длина и площадь статокинезиограммы возрастают больше, отношение длины к площади уменьшается сильнее, чем при открывании глаз. Скорость возрастает, а частота колебаний уменьшается, особенно во фронтальной плоскости. Обратим внимание на то, что девиации в сагиттальной плоскости при напряжении аксиальной мускулатуры возрастают несколько меньше, чем при сидении с открытыми глазами, а частота перемещения центра давления в сагиттальной плоскости увеличивается очень незначительно. Во фронтальной плоскости эти изменения выражены ярче.

Сидение с открытыми глазами с напряжением аксиальной мускулатуры характеризуется дальнейшим ростом девиаций, длины, площади статокинезиограммы, скорости перемещения центра давления по опорной плоскости и дальнейшим уменьшением частоты колебаний. Площадь статокинезиограммы увеличивается более значительно, чем длина. В итоге отношение длины к площади уменьшается до 30.

Обычное сидение инвалидов с закрытыми глазами тоже характеризуется наибольшей стабильностью постурального баланса. Однако, девиации в обеих плоскостях, пло-

щадь статокинезиограммы у инвалидов больше, чем у здоровых людей, частота перемещения центра давления по опорной плоскости — меньше. То есть стабильность постурального баланса инвалидов ниже, чем здоровых. Средние значения стабилограмм инвалидов при обычном сидении с закрытыми глазами представлены в таблице 2, параметры стабилограмм остальных серий исследований инвалидов представлены в процентном отношении к этой серии. Обозначения серий аналогичны таблице 1.

Таблица 2

Показатели стабилометрии при сидении инвалидов

Серия	Показатели статистики	Параметры стабилограммы									
		X мм	Y мм	x мм	y мм	L мм	S мм^2	L/S мм$^{-1}$	V мм/с	60% X Гц	60% Y Гц
И	среднее	17,5	-69,9	2,0	2,2	420,0	20,5	76,9	7,0	7,4	8,0
ИГ	отличие, %	1	-2	104	133	18	253	-70	18	-42	-37
	t-тест	0,79	0,02	<,01	0,02	<,01	<,01	<,01	<,01	<,01	<,01
ИН	отличие, %	-7	-24	79	75	21	185	-59	21	-27	-15
	t-тест	0,79	0,01	<,01	0,02	<,01	0,02	<,01	<,01	<,01	0,01
ИГН	отличие, %	-12	-25	102	85	21	177	-74	21	-34	-22
	t-тест	0,66	<,01	<,01	<,01	<,01	<,01	<,01	<,01	<,01	<,01

Открывание глаз у инвалидов приводит к изменению параметров статокинезиограммы в том же направлении, что и у здоровых людей, но у инвалидов изменения более выражены. Так, девиации во фронтальной плоскости увеличиваются на 104 %, а в сагиттальной — на 133 % по сравнению с сидением с закрытыми глазами. Площадь статокинезиограммы возрастает на 253 % при увеличении длины на 18 %. В результате отношение длины к площади уменьшается более чем в 2 раза. Скорость перемещения центра давления по опорной плоскости возрастает, а частота уменьшается примерно одинаково в обеих плоскостях.

Напряжение аксиальной мускулатуры инвалидов с нижней параплегией приводит к увеличению девиаций и площади статокинезиограммы, менее выраженному, чем при открывании глаз. Длина статокинезиограммы и скорость увеличиваются больше, чем при сидении с открытыми глазами, а частота уменьшается меньше. В этой серии исследований наблюдается самое близкое положения центра давления во фронтальной плоскости к средней линии.

Сидение с открытыми глазами и напряжением аксиальной мускулатуры у инвалидов, в отличие от здоровых людей, приводит к чуть менее выраженным сдвигам параметров статокинезиограммы, чем обычное сидение с открытыми глазами. Однако в этом положении самая высокая достоверность динамики показателей статокинезиограммы, характеризующей снижение постурального баланса.

ОБСУЖДЕНИЕ

В литературе имеются отдельные сведения о проведении стабилометрии в положении сидя [2]. Показатели стабилометрии здоровых людей, полученные в наших исследованиях, близки с данными других исследователей. Так, площадь статокинезиограммы с точностью до 1 мм2, а девиации с точностью до 0,1 мм совпадают с полученными Д.В. Скворцовым [1] при исследовании здоровых людей на аналогичном стабилографе. Однако имеются и отличия: в наших исследованиях длина статокинезиограммы при сидении больше, смещение спектра в полосу высоких частот значительнее, чем в исследованиях Д.В. Скворцова, что, возможно, объясняется разными условиями эксперимента.

Из четырех вариантов постурального баланса у здоровых наиболее стабильным оказалось обычное сидение с закрытыми глазами, открывание глаз сопровождалось снижением стабильности, напряжение аксиальной мускулатуры — более значительным снижением стабильности, наименее стабильным оказался постуральный баланс при сидении с открытыми глазами и напряжением аксиальной мускулатуры.

Большая площадь опорного контура и низкое (относительно плоскости опоры) положение общего центра давления делают задачу постурального баланса сидения проще, чем стояния. Кроме того, при сидении в условиях эксперимента от испытуемых не требовалось решать задачи ориентации в пространстве, когда зрение необходимо. Вероятно, в этих условиях для постурального баланса сидения достаточно проприоцепции. Зрительная информация вносит помехи в регуляцию сидения, что проявляется в увеличении девиаций, длины, площади статокинезиограммы при сидении с открытыми глазами. При стоянии в отдельных случаях тоже отмечено дезадаптирующее влияние зрения на постуральную регуляцию. Это влияние учитывается при диагностике и используется для тренировки постуральных реакций при помощи оптокинетической пробы [3].

Напряжение аксиальной мускулатуры с произвольным вытяжением позвоночника по оси должно сопровождаться повышением чувствительности проприоцепторов. Правомерно ожидать, что при этом произойдет улучшение постурального баланса. На практике мы встречаем обратные изменения. Вероятно, напряжение аксиальной мускулатуры с произвольным вытяжением позвоночника по оси, изменяя пороги проприоцепторов, вносит помехи в устоявшиеся условия работы функциональной системы. Можно допустить, что напряжение мускулатуры увеличивает жесткость системы, что сопровождается уменьшением компенсаторных противофазных перемещений, имеющих место при постуральной регуляции [4]. Все это снижает устойчивость работы системы поддержания постурального баланса и проявляется в увеличении девиаций, длины, площади статокинезиограммы.

Для инвалидов с нижней параплегией сидение — достаточно сложная

задача. Это находит отражение в следующих параметрах: девиации, длина, площадь статокинезиограммы у инвалидов больше, чем у здоровых, в спектре колебаний преобладают низкие частоты. Афферентное обеспечение регуляции позы у инвалидов нарушено вследствие дефицита проприоцепции, что служит одной из предпосылок к снижению постурального баланса.

Правомерно предположить, что в условиях дефицита проприоцепции введение зрительного контроля позволит улучшить постуральный баланс. Это предположение не оправдалось. Дезадаптирующее влияние зрения у инвалидов выражено в 2 раза сильнее, чем у здоровых. Напряжение аксиальной мускулатуры инвалидов, напротив, сопровождается менее значительным нарушением регуляции позы, чем открывание глаз. Вероятно, изменение тонуса мышц и натяжения связочного аппарата, связанное с этим изменение возбудимости проприоцепторов, повышение жесткости биокинематической цепи играют большую роль в обеспечении постурального баланса у инвалидов, чем у здоровых людей.

Результаты исследования позволяют дать следующие практические рекомендации:

1) поскольку обучение идет от простого к сложному, обучение сидению инвалидов с нижней параплегией, грубым парапарезом следует начинать с закрытыми глазами, включая упражнения с напряжением аксиальной мускулатуры и произвольным вытяжением позвоночника по оси;
2) далее использовать комбинированное действие напряжения аксиальной мускулатуры и открывания глаз;
3) в порядке усложнения тренировок предлагать пациентам глазодвигательную гимнастику.

ВЫВОДЫ:

1. Наибольшая стабильность постурального баланса сидения у здоровых и инвалидов с нижней параплегией наблюдается при закрытых глазах.
2. У инвалидов с нижней параплегией в положении сидя зрение оказывает большее дезадаптирующее влияние, чем напряжение аксиальной мускулатуры и произвольное вытяжение вдоль оси позвоночника.
3. Полученные результаты позволяют рациональнее организовать процесс обучения сидению инвалидов с нижней параплегией, грубым парапарезом.

Литература:

1. Батышева, Т.Т.
Современные технологии диагностики и реабилитации в неврологии и ортопедии /Т.Т. Батышева, Д.В. Скворцов, А.И. Труханов. – М., 2005. – 256 с.
2. Does body stability depend on postural chain mobility or stability area? /Kantor E., Poupard L., Le Bozec S., Bouisset S. //Neurosci. Lett. – 2001. – N 308(2). – P. 128-132.
3. Скворцов, Д.В.
Клинический анализ движений, стабилометрия /Д.В. Скворцов. – М., 2000. – 189 с.
4. Гурфинкель, В.С.
Системы отсчета и интерпретация проприоцептивных сигналов /В.С. Гурфинкель, Ю.С. Левик //Физиология человека. – 1998. – Т. 24, № 1. – С. 53-63.