

УДК [796.011:612.88:616.8]-057.875

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БАЛАНСА ТЕЛА СТУДЕНТОВ МЕТОДОМ СТАБИЛОМЕТРИИ

А.И. Серебряков

*Учреждение образования «Витебский государственный
университет имени П.М. Машерова»*

Проблема сохранения устойчивого положения тела человека представляет интерес в настоящее время как никогда. Сегодня в мире имеется большое количество людей со значительными отклонениями от идеальной позы в совокупности с расстройствами равновесия. Для определения правильной позы человека применяют метод стабиллометрии.

Цель исследования – сравнить показатели баланса тела студентов, на их основе оценить способность студентов к равновесию.

Материал и методы. *В исследовании приняло участие 56 студентов II–IV курсов учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова» (УО «ВГУ») и учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет» (УО «ВГМУ»).*

Для определения состояния вертикальной устойчивости человека применялся компьютерный стабиллометрический комплекс ST-150. Методика компьютерной стабиллографии включала в себя тест Ромберга в европейской постановке стоп.

Результаты и их обсуждение. *При спокойном стоянии обследуемых студентов положение центра давления (ЦД) относительно осей X и Y находится в пределах нормы. Колебания спектра частот во фронтальной и сагиттальной плоскостях, скорость перемещения ЦД, площадь статокинезиограммы не превышают нормальных значений. У студентов обеих групп УО «ВГУ» и УО «ВГМУ» зарегистрировано статистически достоверное увеличение скорости перемещения ЦД, площади статокинезиограммы, работы по перемещению ЦД при анализе теста Ромберга с открытыми и закрытыми глазами. Площадь статокинезиограммы и угол направления скорости при анализе стойки Ромберга с открытыми и закрытыми глазами статистически достоверно увеличились у студентов УО «ВГМУ» с закрытыми глазами. Выявленное отклонение расценивается как нарушение проприоцептивной чувствительности.*

С увеличением физической активности развивается утомление, механизмы регуляции нарушаются, что отражается на функции равновесия (дифференцировка тонких движений).

Заключение. *В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что для оценки функции равновесия метод стабиллометрии достаточно информативен. Он позволяет объективно оценить влияние зрительного, проприоцептивного, вестибулярного анализаторов на балансирование тела в пространстве. Полученные результаты помогают в разработке новых методических рекомендаций по физической подготовке студентов.*

Ключевые слова: *физическая подготовка, стабиллометрия, равновесие, баланс тела, центр давления.*

IDENTIFICATION OF STUDENT BODY BALANCE PARAMETERS WITH THE METHOD OF STABLEOMETRY

A.I. Serebriakov

Education Establishment “Vitebsk State P.M. Masherov University”

The problem of the stable human body position is of more interest at present than it has been before. There are lots of people in the world with considerable deviations from the ideal posture along with balance problems. The method of stableometry is used to identify human correct posture.

The research purpose is to compare the parameters of student body balance and to assess on their basis students' balance ability.

Material and methods. *Fifty six second to fourth year Vitebsk State University and Vitebsk State Medical University students participated in the research.*

To identify the state of human vertical stability SI-150 computer stableometric complex was used. The method of computer stableography included the European stop set of Romberg test.

Findings and their discussion. *With the quiet state of the studied students the position of the pressure center (PC) against X and Y axes is within the norm. The frequency spectrum in the front and sagittal plains, the rate of PC movement, the area of the state- and kinesiogram do not accede normal parameters. Students of both Vitebsk State University and Vitebsk State Medical*

University groups demonstrated statistically reliable increase in the rate of PC movement, the area of the state- and kinesiogram, the work of moving PC in analyzing Romberg test with open and closed eyes. The state- and kinesiogram area and the angle of the rate direction in analyzing Romberg position with open and closed eyes statistically reliably increased when VSMU students' eyes were closed. The identified deviation is considered to be proprioceptive sensitivity infringement.

The increase of physical activity results in the development of fatigue; regulation mechanisms are broken, which is reflected in the balance function (differentiation of subtle movements).

Conclusion. *The research results in the conclusion that in assessing the balance function the method of stableometry is quite informative. It makes it possible to objectively assess the impact of the visual, proprioceptive, vestibular analyzers on balancing the body in space. The obtained findings help in the development of new methodological guidelines on student physical training.*

Key words: *physical training, stableometry, balance, body balance, pressure center.*

В период обучения в вузе к студентам предъявляется ряд определенных требований, как к физическому воспитанию, так и к физической подготовленности. Физическая подготовка способствует увеличению общего уровня ресурсов организма, всестороннему развитию физических качеств и устойчивости организма к заболеваниям. Она также способствует быстрому овладению новыми навыками и их прочному закреплению [1; 2].

В общую физическую подготовку студентов входит развитие всех физических качеств. При проведении занятий по общей физической подготовке необходимо руководствоваться определенными установками: подбор упражнений производить с учетом охвата всех мышечных групп, в каждом занятии объем нагрузок и их повторы повышать постепенно, не забывая о подготовленности занимающихся. Как правило, общеразвивающие упражнения оказывают общетонизирующее воздействие на организм студентов. При регулярных занятиях достигаем развития и укрепления мышечно-связочного аппарата конечностей, туловища, совершенствуем функции внутренних органов и систем всего организма, улучшаем координацию движений и таким образом совершенствуем уровень развития физических параметров. Упражнения для повышения общей физической подготовки влияют на весь организм. Каждое из упражнений в отдельности может быть направлено на развитие определенного качества [2]. Одним из важнейших физических качеств человека является равновесие.

Проблема поддержания устойчивого положения тела человека представляет интерес в настоящее время как никогда. Сегодня в мире имеется большое количество людей со значительными отклонениями от идеальной позы в совокупности с расстройствами равновесия и информации, которые часто игнорируются [3].

Для выявления правильной позы человека применяют метод стабилотрии. В этом методе используют стабилотриплатформу, которая представляет собой современный кинезотренажер, способный исследовать потенциальные возможности человека управлять собственным телом. К тому же, этот прибор представляет в режиме реального времени биологическую обратную связь человека с компьютером [3].

Понятие «центр масс» это геометрическая точка, уравнивающая распределение массы по телу. В постоянном однородном гравитационном поле центр тяжести должен совпадать с центром масс. Создатели метода стабилотрии, исследуя перемещение общего центра давления (ЦД) точки опоры человека на стабилотриплатформу по отношению к общему центру масс, установили ряд повторяющихся особенностей, отражающих функциональное состояние систем организма, которые участвуют в поддержании равновесия [4].

Характер вариабельности параметров физического объекта при контакте с опорой под действием гравитационной силы дает возможность проанализировать уровень его взаимодействия с внешними гравитационными полями в виде определяемых кривых линий на мониторе компьютера. Непосредственно положение центра тяжести физического тела по его опоре на платформу регистрируется в системе координат. Цифровые показатели в данном случае позволяют произвести необходимые расчеты и сравнения. Физиологическая трактовка полученных результатов измерений, основывается не только на анатомии и взаимодействии частей опорно-двигательного аппарата исследуемого, но и не оставляет без внимания психофизиологические аспекты, такие как работа центральной нервной системы: т.е. восприятие и управление полученной информацией [4; 5].

На функцию равновесия влияет связь анатомических и механических составляющих, которые с помощью мышц сгибателей и разгибателей нижних конечностей координируют положение тела в пространстве. Использование метода стабилотрии в исследовании данных функций позволяет выявить критические области и нарушения в настройке позы как во фронтальной, так и в сагиттальной плоскостях. Этот

метод помогает более полно охарактеризовать механические и биологические свойства голеностопных, коленных, тазобедренных и плечевых суставов и степень их участия в регулировке позы. Хочется отметить, что получаемая при этом информация позволяет сравнить количественные характеристики двигательных реакций, которые формируются в процессе целенаправленных занятий физической культурой, а значит, получить более объективные, используемые в практике данные, которые отражают физические возможности испытуемого и его индивидуальные способности в координации баланса тела [5].

Цель исследования – выполнить анализ показателей баланса тела студентов и на его основе оценить способность студентов управлять своим равновесием.

Материал и методы. В исследовании участвовало 34 студента II–IV курса ВГУ имени П.М. Машерова (15 студенток и 19 студентов). Рост – $163,7 \pm 4,1$ [159,5; 167,9] см и $181,0 \pm 3,4$ [177,6; 184,4] см, соответственно. Вес – $58,6 \pm 4,7$ [53,8; 63,4] кг и $75,3 \pm 7,5$ [67,7; 82,9] кг.

Группой сравнения являлись 22 студента II курса УО «ВГМУ».

Студентки – 12 человек, их рост составил $165,6 \pm 4,1$ [161,5; 169,7], вес – $61,03 \pm 7,3$ [53,6; 68,4]. Женские группы стратифицированы по полу (ж), росту ($t=1,73$; $p=0,56$) и весу ($t=1,89$; $p=0,76$), так как их антропометрические параметры влияют на результативность.

Студенты – 10 человек, их рост $176,1 \pm 4,02$ [172,1; 180,1], вес – $68,4 \pm 4,3$ [64,1; 72,7]. Мужские группы стратифицированы по полу (м), росту ($t=1,86$; $p=0,069$) и весу ($t=0,184$; $p=0,855$).

Для исследования состояния устойчивости в вертикальном положении применялся компьютерный стабилметрический комплекс ST-150 (ООО «Мера–ТСП», Россия). Методика компьютерной стабилографии включала в себя тесты в европейском стандарте позиции постановки стоп: проба Ромберга с открытыми и закрытыми глазами [6].

Основными показателями, которые использовались для оценки функции равновесия, являлись ΔX , мм – среднее положение относительно оси X; ΔY , мм – среднее положение относительно оси Y; V , мм/с – скорость перемещения центра давления (ЦД); F_x 60, Гц – параметр 60% энергии спектра частот во фронтальной плоскости; F_y 60, Гц – параметр 60% энергии спектра частот в сагиттальной плоскости; угол направления плоскости колебаний ЦД; площадь статокинезиограммы S , мм²; Av , мДж/с – работа скорости перемещения ЦД; коэффициент эффективности (Кэ) [3; 6].

Статистическая обработка результатов (среднее значение, среднее квадратичное отклонение (σ), верхняя и нижняя границы 95% доверительного интервала) произведена с помощью пакетов прикладных программ Microsoft Excel (2003), STATGRAFICS (2007). Результаты непараметрических методов обработки данных представлены в виде медианы и интерквартильного интервала (Me , H , L). Статистический анализ результатов начинали с проверки на нормальность распределения признака методом Колмогорова–Смирнова. При выявлении признаков отличия распределения от нормального применяли непараметрические методы статистического анализа. При нормальном распределении (t -распределение) признака для проверки нулевой гипотезы использовали параметрический критерий (t -Стьюдента). Для оценки равенства дисперсий применяли метод Зигеля–Тьюки. При неравенстве дисперсий для дальнейшего анализа двух независимых выборок использовали двухвыборочный критерий Уилкоксона (Wilcoxon) (W). Различия считали достоверными при вероятности 95% ($p < 0,05$).

Результаты и их обсуждение. Сохранение вертикального положения при закрытии глаз осуществляется за счет проприоцепции, т. е. влияние зрительного анализатора полностью исключается [6]. Нормальной реакцией при выключении зрительного анализатора является увеличение колебаний ЦД, это демонстрирует уменьшение активности мышечной системы при отсутствии информации со стороны центральной нервной системы.

Основные показатели статокинезиограммы показывают сознательный контроль ортостатической позы, среднее положение ЦД и гравитационной вертикали, изменение положения гравитационной вертикали, активность мышечного тонуса. Анализ этих показателей позволяет выявить нарушения статики и координации движений.

При спокойном стоянии обследуемых студентов положение ЦД относительно осей X и Y находится в пределах нормы [Normes 85, 1985]. Колебания спектра частот во фронтальной и сагиттальной плоскостях, скорость перемещения ЦД, площадь статокинезиограммы также не превышают нормальные значения (табл. 1, 2).

Показатели стабилотрии студентов вузов (мужчины) (Ме, Н, L)

Показатели	М – ВГУ (n=19)		W/ Wo	p/ Po	М – ВГМУ (n=10)		W/ Wз	p/ Pз
	О	З			О	З		
ΔX (мм)	-0,2 [-3,6;7,9]	0,2 [-6,0;7,3]	166,5 186,0	0,69 0,69	1,9 [-6,5;4,4]	0,65 [-4,0;4,8]	51,0 93,5	0,96 0,96
ΔY (мм)	6,6 [-5,0;22,1]	10,6 [-1,7;17,9]	146,0 76,5	0,509 0,377	4,55 [-9,4;22,8]	4,5 [-1,9;20,3]	52,0 69,0	0,9 0,21
Fx 60 (Гц)	1,1 [0,7;1,5]	1,0 [1,0;1,2]	199,0 122,0	0,59 0,22	1,15 [0,8;1,45]	1,1 [1,0;1,3]	69,0 132,0	0,88 0,09
Fy 60 (Гц)	1,4 [1,0;1,9]	1,4 [1,0;1,5]	153,0 105,0	0,428 0,66	1,3 [0,85;1,7]	1,35 [1,0;1,7]	73,5 58,5	0,95 0,09
V (мм/с)	8,4 [7,2;10,3]	11,3 [9,8;16,6]	297,5 89,5	0,0007* 0,81	8,3 [6,6;9,4]	12,95 [11,4;14,5]	132,5 109,0	0,0005* 0,53
S (мм ²)	124,0 [72,6;138,9]	149,1 [111,0;242,5]	239,0 97,0	0,09 0,945	95,5 [78,9;161,8]	177,1 [118,7;230,1]	110,0 85,0	0,03* 0,66
Угол (град.)	11,5 [-13,0;61,0]	19,0 [9,0;65,0]	225,0 110,0	0,19 0,505	4,5 [-18,0;54,0]	-5,5 [-24,5;4,5]	54,5 32,0	0,32 0,004*
Av (мДж/с)	53,2 [46,5;76,3]	99,36 [80,2;212,2]	294,0 102,0	0,0009* 0,8	50,19 [40,4;62,5]	113,6 [87,9; 151,2]	132,0 115,0	0,0005* 0,37
Кэ	191,0 [165,0;251,0]		–	–	252,0 [183,5;279,5]		102,0	0,765
Кач-во функц. равно- весия	82,0 [68,0;106,0]		–	–	98,5 [68,5;106,5]		86,0	0,69

Примечание: О – глаза открыты; З – глаза закрыты, ΔX – среднее положение относительно оси X; ΔY – среднее положение относительно оси Y; V – скорость перемещения центра давления (ЦД); Fx 60 – параметр 60% энергии спектра частот во фронтальной плоскости; Fy 60 – параметр 60% энергии спектра частот в сагиттальной плоскости; угол направления плоскости колебаний – ЦД; S – площадь статокинезиограммы с 95% доверительным интервалом; Av – работа скорости перемещения ЦД; Кэ – коэффициент эффективности; * – p>0,05; W – критерий Уилкоксона при сравнении значений с открытыми и закрытыми глазами; Wo – индекс при сравнении значений с открытыми глазами; Wз – индекс при сравнении значений с закрытыми глазами.

У студентов-мужчин групп УО «ВГУ» и УО «ВГМУ» при анализе проб Ромберга с открытыми и закрытыми глазами зарегистрировано статистически достоверное увеличение скорости перемещения ЦД (p=0,0007 и p=0,0005), работы по перемещению ЦД (p=0,0009 и p=0,0005).

Площадь статокинезиограммы статистически достоверно увеличилась у студентов ВГМУ (p=0,03) с закрытыми глазами. У них же зафиксирована статистически достоверная разница в угле направления скорости при анализе стойки Ромберга с открытыми и закрытыми глазами (p=0,004). Выявленное отклонение расценивается как нарушение проприоцептивной чувствительности.

Нагрузки, которые превосходят физиологические возможности, вызывают утомление, расстройство механизмов регуляции, что, в конечном счете, сказывается на нарушениях функции равновесия. Данные изменения и отмечены у студентов-медиков. По литературным данным статокинетическая устойчивость помогает получить достаточно информации о функциональном состоянии систем регуляции равновесия [3; 5].

У студенток обеих групп ВГУ и ВГМУ также зарегистрировано статистически достоверное увеличение скорости перемещения ЦД (p=0,0062 и p=0,0005), площади статокинезиограммы (p=0,039 и p=0,03), работы по перемещению ЦД (p=0,0049 и p=0,0005) при анализе проб Ромберга с открытыми и закрытыми глазами (табл. 2).

Показатели стабилотрии студенток вузов (женщины) (Ме, Н, L)

Показатели	Ж – ВГУ (n = 15)		W/	p/	Ж – ВГМУ (n = 12)		W/	p/
	О	З	Wo	Po	О	З	Wз	Рз
ΔX (мм)	2,8 [-0,85;6,6]	2,45 [-3,85;8,85]	123,0 105,0	0,86 0,269	1,65 [-0,2;5,1]	2,15 [0,65;5,85]	78,5 78,0	0,72 0,57
ΔY (мм)	-9,55 [-11,9;4,2]	-7,05 [-10,1;4,9]	146,0 76,5	0,509 0,377	5,2 [-14,7;22,1]	6,1 [-10,8;24,3]	77,5 69,0	0,77 0,218
Fx 60 (Гц)	0,9 [0,85;1,3]	1,2 [1,0;1,35]	153,0 83,5	0,352 0,57	1,15 [0,8;1,45]	1,1 [1,0;1,3]	69,0 102,5	0,88 0,77
Fy 60 (Гц)	1,25 [1,0;1,95]	1,1 [0,95;1,45]	103,5 102,5	0,363 0,77	1,3 [0,85;1,7]	1,35 [1,0;1,7]	73,5 75,5	0,95 0,36
V (мм/с)	7,75 [6,45;9,2]	11,815 [8,75;13,8]	201,0 87,0	0,0062* 0,69	8,3 [6,6;9,4]	12,95 [11,45;14,5]	132,5 74,5	0,0005* 0,32
S (мм ²)	77,8 [63,3;96,05]	131,8 [68,3;196,7]	183,0 60,5	0,039* 0,104	95,5 [78,9;161,8]	177,1 [118,7;230,1]	110,0 65,0	0,03* 0,156
Угол (град.)	-3,5 [-26,5;39,0]	0,5 [-15,5;30,0]	141,0 79,0	0,637 0,44	4,5 [-18,0;54,0]	-5,5 [-24,5;4,5]	54,5 108,5	0,32 0,57
Av (мДж/с)	47,15 [32,2;73,3]	97,8 [68,6;157,7]	203,0 94,0	0,0049* 0,94	50,19 [40,4;62,5]	113,6 [87,9; 151,2]	132,0 86,0	0,0005* 0,65
Кэ	216,5 [152,5;270,5]		–	–	252,0 [183,5;279,5]		79,0	0,443
Кач-во функц. равно- весия	100,5 [92,5;120,0]		–	–	98,5 [68,5;106,5]		125,5	0,17

Примечание: О – глаза открыты; З – глаза закрыты; ΔX – среднее положение относительно оси X; ΔY – среднее положение относительно оси Y; V – скорость перемещения центра давления (ЦД); Fx 60 – параметр 60% энергии спектра частот во фронтальной плоскости; Fy 60 – параметр 60% энергии спектра частот в сагиттальной плоскости, угол направления плоскости колебаний ЦД; S – площадь статокинезиограммы с 95% доверительным интервалом; Av – работа скорости перемещения ЦД; Кэ – коэффициент эффективности; * – p. > 0,05; W – критерий Уилкоксона при сравнении значений с открытыми и закрытыми глазами; Wo – индекс при сравнении значений с открытыми глазами; Wз – индекс при сравнении значений с закрытыми глазами.

Исходя из литературных данных [4–7] и из нашего исследования, мы пришли к выводу, что регулярные занятия физической культурой повышают уровень ориентирования в пространстве, в том числе тренируют и проприоцептивную чувствительность, и вестибулярную. Таким образом, хотелось бы высказать предположение, что исследование статокинетической устойчивости посредством стабилотрии поможет выявить функциональные резервы организма в целом, а также функции равновесия студентов. Возникает потребность в разработке учебных методик по тренировке рецепторов бедра, нижних конечностей и вестибулярного аппарата.

Заключение. Таким образом, метод стабилотрии позволяет получить сведения для оценки функции равновесия. Он помогает объективно оценить влияние зрительного, проприоцептивного, вестибулярного анализаторов на баланс тела. Результаты полученного исследования поспособствуют в разработке новых учебных пособий по физической подготовке студентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Матвеев, Л.П. Теория и методика физической культуры / Л.П. Матвеев. – М.: Физкультура и Спорт; СпортАкадемПресс, 2008. – 544 с.
2. Теория и методика физической культуры / под ред. проф. Ю.Ф. Курамшина. – М.: Советский спорт, 2003. – 464 с.
3. Гаже, П.М. Постурология. Регуляция и нарушения равновесия тела человека / П.М. Гаже, Б. Вебер. – СПб.: Изд. дом СПбМАПО, 2008. – 316 с.
4. Маличенко, А.А. Стабилотрия в спорте: реальности и перспективы / А.А. Маличенко [и др.] // Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. Е, Педагогические науки. – 2019. – № 15. – С. 142–146.

5. Назаренко, Л.Д. Содержание и структура равновесия как двигательного-координационного качества / Л.Д. Назаренко // Теория и практика физической культуры. – 2000. – № 1. – С. 54–58.
6. Скворцов, Д.В. Стабилометрическое исследование / Д.В. Скворцов. – М.: Мaska, 2010. – 176 с.
7. Гуралев, В.М. Организационно-педагогические условия формирования статокINETической устойчивости студентов Сибирского юридического института / В.М. Гуралев // Вестник ЮрГУ. Сер., Образование, здравоохранение, физкультура и спорт. – Челябинск: ЮрГУ, 2003. – 172 с.

REFERENCES

1. Matveyev L.P. *Teoriya i metodika fizicheskoi kultury* [The Theory and Methods of Physical Training], М.: Fizkultura i sport; SportAkademPress, 2008, 544 p.
2. Kuramshin Yu.F. *Teoriya i metodika fizicheskoi kultury* [The Theory and Methods of Physical Training], М.: Sovetski sport, 2003, 464 p.
3. Gazhe P.M., Veber B. *Posturologiya. Reguliatsiya i narusheniya ravnovesiya tela cheloveka* [Posturology. Regulation and Breaking of Human Body Balance], SPb.: Izd. dom SPbMAPO, 2008, 316 p.
4. Malichenko A.A. *Vestnik Polotskogo gosudarstvennogo universiteta. Pedagogicheskiye nauki*. [Bulletin of Polotsk State University. Pedagogical Sciences], 2019, 15, pp. 142–146.
5. Nazarenko L.D. *Teoriya i praktika fizicheskoi kultury* [Theory and Practice of Physical Education], 2000, 1, pp. 54–58.
6. Skvortsov D.V. *Stabilometricheskoye issledovaniye* [Stableometric Research], М.: Maska, 2010, 176 p.
7. Guralev V.M. *Vestnik Yur.GU Obrazovaniye, zdravookhraneniye, fizkultura i sport* [Bulletin of YurGU. Education, Health Care, Physical Training and Sport], Cheliabinsk: YurGU, 2003, 172 p.

Поступила в редакцию 28.10.2020

Адрес для корреспонденции: e-mail: vip.serebro66@mail.ru – Серебряков А.И.