

## СТАБИЛОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ УСТОЙЧИВОСТИ У ТУГОУХИХ ДЕТЕЙ 7–9 ЛЕТ В УСЛОВИЯХ ДЕПРИВАЦИИ МЕХАНОРЕЦЕПТОРОВ СТОП

Данилова Р.И., Соболев С.В.

*ФГАОУ ВПО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», Архангельск, Россия (163002, Архангельск, набережная Северной Двины, 17), e-mail: rid65@inbox.ru*

Развитие ребенка с различными нарушениями всегда имеет свои особенности. При поражении слуха у детей заметно проявляются особенности возрастной динамики физического развития и двигательной сферы. Поддержание равновесия, т.е. баланса тела в основной стойке – активный, динамический процесс, в котором задействуются многие системы организма. Малоизученной остается сфера вертикальной устойчивости у тугоухих детей. Для оценки уровня устойчивости используется метод стабилотрии. При помощи метода стабилотрии исследовались реакции механизмов поддержания вертикальной устойчивости у детей с нарушением слуха на депривацию механорецепторов стоп. Установлено, что снижение импульсации от механорецепторов стоп приводит к снижению вертикальной устойчивости. Полученные данные свидетельствуют о тенденции к снижению вертикальной устойчивости у детей с нарушением слуха, против здоровых сверстников.

Ключевые слова: нарушение слуха у детей, детская тугоухость, вертикальная устойчивость детей, поддержание устойчивости тела, проприоцепция, стабилотрический метод.

## STABILOMETRIC OF SUSTAINABILITY INDICATORS HAVE HEARING IMPAIRED 7–9 YEARS IN THE DEPRIVATION MECHANORECEPTORS FOOT

Danilova R.I., Sobolev S.V.

*Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia (163002, Arkhangelsk, Northern Dvina embankment, 17), e-mail: rid65@inbox.ru*

Development of the child with a variety of disorders always has its own characteristics. With the defeat of hearing children exhibit features markedly age dynamics of physical development and motor areas. Maintaining balance, ie the balance main body in the front – an active, dynamic process that employs many body systems. Remains poorly understood the scope of vertical stability in hearing impaired. To assess the level of stability of the method of stabilometry. Using the method stabilometry studied reaction mechanisms for maintaining vertical stability in children with hearing impairment in the deprivation of mechanoreceptors feet. It is established that the reduction of pulsation of mechanoreceptors stop reduces the vertical stability. The findings suggest that the downward trend in the vertical stability in children with hearing impairment, against healthy peers.

Keywords: hearing loss in children, children's hearing loss, vertical stability of children sustaining body, proprioception, stabilometric method.

Способность к сохранению равновесия является одним из важнейших условий жизнедеятельности человека и его взаимодействия с окружающей средой [1, 3, 8]. Поддержание равновесия – динамический процесс, в котором задействованы многие функциональные системы организма: опорно-двигательная, центральная и периферическая нервные системы. Среди органов чувств, участвующих в процессе поддержания устойчивого положения тела, в первую очередь необходимо выделить проприоцептивную и зрительную системы, которые физиологически несут основную нагрузку, а также большое значение имеет и вестибулярный аппарат.

Работа с детьми с различными нарушениями требует всестороннего изучения особенностей их развития. Однако проблема вертикальной устойчивости детей с нарушением слуха недостаточно изучена в настоящее время. Изучить особенности развития механизмов

поддержания вертикальной устойчивости человека позволяет стабилметрия [2, 4, 7].

Целью работы являлось исследование вертикальной устойчивости детей с нарушением слуха в условиях депривации механорецепторов стоп.

### **Материалы и методы исследования**

В исследовании принимали участие учащиеся младших классов общеобразовательных и специальных (коррекционных) школ Архангельской и Вологодской областей, а также воспитанники специального детского сада компенсирующего вида г. Архангельска. Общее количество обследованных – 181 ребенок в возрасте от 7 до 9 лет (табл. 1). Из них контрольную группу составил 101 ребенок (60 девочек и 41 мальчик), группу с нарушением слуха составили 80 детей (35 девочек и 45 мальчиков). В группу с нарушением слуха вошли дети с различной степенью тугоухости (I–IV). Отсутствие значимых различий в вертикальной устойчивости между детьми с различной степенью тугоухости позволило объединить их.

*Таблица 1*

**Общее количество обследованных детей**

Возраст	Контрольная группа		Дети с нарушением слуха	
	Девочки	Мальчики	Девочки	Мальчики
7 лет	20	12	10	17
8 лет	15	17	12	13
9 лет	25	12	13	15
Итого	60	41	35	45

Для оценки устойчивости вертикальной позы применялся метод стабилметрии, заключающийся в регистрации положения проекции общего центра тяжести на плоскость опоры [2].

Изучались следующие показатели вертикальной устойчивости:

- среднее смещение общего центра масс во фронтальной плоскости ( $L_x$ , мм);
- среднее смещение общего центра масс в сагиттальной плоскости ( $L_y$ , мм);
- средний разброс (средний радиус) отклонения центра давления ( $R$ , мм);
- средняя скорость перемещения центра давления ( $V$ , мм/сек);
- площадь эллипса статокинезиограммы ( $S$ , кв.мм);
- качество функции равновесия (КФР, %).

Регистрацию показателей вертикальной устойчивости проводили с помощью стабиланализатора компьютерного «Стабилан-01-2», разработанного ОКБ «Ритм» (г. Таганрог).

Для исследования и оценки вертикальной устойчивости в условиях снижения проприоцептивной чувствительности (СПЧ) в соответствии с методическим руководством [5]

был использован поролоновый коврик толщиной 15 см. При стоянии на такой опорной поверхности снижается импульсация от механорецепторов подошвенной поверхности стопы,

которые имеют существенное значение для коррекции колебаний тела.

Таблица 2

**Показатели вертикальной устойчивости у девочек 7–9 лет**

Показатели	Девочки контрольной группы Me (Q1;Q3), n = 60	p1	Девочки с тугоухостью Me (Q1;Q3), n = 35	p1	p2
Проба с ОГ					
Lx, мм	0,7 (-1,0;3,6)	-	-1,6 (-4,6;1,9)	-	<b>0,022</b>
Ly, мм	-1,4 (-4,5;1,7)	-	0,8 (-2,3;5,3)	-	<b>0,041</b>
R, мм	4,5 (3,8;5,3)	-	5,6 (4,2;7,8)	-	<b>0,006</b>
V, мм/сек	10,4 (8,8;12,0)	-	11,6 (9,9;14,8)	-	<b>0,014</b>
S, кв.мм	164,8 (111,7;227,7)	-	265,0 (165,8;554,1)	-	<b>0,001</b>
КФР, %	78,3 (71,0;83,3)	-	72,5 (62,0;79,5)	-	<b>0,013</b>
Проба с СПЧ					
Lx, мм	0,7 (-3,4;5,4)	0,680	0,8 (-3,3;6,1)	<b>0,038</b>	0,734
Ly, мм	-5,4 (-11,7;1,5)	<b>0,018</b>	-1,7 (-6,9;2,1)	<b>0,025</b>	0,143
R, мм	7,1 (5,5;8,4)	<b>&lt;0,001</b>	9,2(7,5;11,3)	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>
V, мм/сек	18,7 (16,1;23,3)	<b>&lt;0,001</b>	26,0 (22,2;30,9)	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>
S, кв.мм	436,5 (284,5;584,8)	<b>&lt;0,001</b>	772,3 (501,6;1135,8)	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>
КФР, %	48,7 (37,6;57,5)	<b>&lt;0,001</b>	34,9 (28,6;42,4)	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>

Примечание: p – статистическая значимость различий:

- p1 – по сравнению с пробой с открытыми глазами;

- p2 – между группами девочек 7–9 лет.

При сборе материала соблюдались все необходимые условия: использовалось отдельное помещение, исследование проводилось в первой половине дня, при максимальном физическом и психическом покое обследуемых, без посторонних звуков и визуальных помех [5, 6].

Время регистрации стабиллограммы составляло 30 секунд во всех пробах, с перерывом между ними в 60 секунд.

Обработка данных осуществлялась с помощью статистического пакета программ SPSS 17 for Windows. Распределение признаков на нормальность производилось с использованием критерия Шапиро – Уилка. Для выявления различий между показателями у сравниваемых групп использовали критерий Манна – Уитни для независимых выборок, и критерий Уилкоксона для связанных выборок. Критический уровень значимости (p) при проверке статистических гипотез в исследовании принимали равным 0,05. Для описательной статистики признаков использовали медиану (Me) и интервал от первого (Q1) до третьего (Q3) квартиля.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Анализ полученных результатов выявил достоверные различия в изученных стабиллометрических показателях между мальчиками и девочками 7–9 лет, как в контрольной, так и в изучаемой группе тугоухих детей, что не позволило объединить их.

Сравнительная характеристика количественных показателей стабиллометрии в фоновой пробе с открытыми глазами (ОГ) между девочками контрольной группы и девочками с

тугоухостью 7–9 лет выявила значимые различия. Так, показатель отклонения тела во фронтальной ( $L_x$ ) и сагиттальной ( $L_y$ ) плоскостях у девочек обеих групп имел различный характер, что нашло свое отражение в статистически значимом различии в показателях  $L_x$  ( $p = 0,022$ ) и  $L_y$  ( $p = 0,041$ ) (табл. 2). В группе девочек контрольной группы отмечается смещение назад-вправо, в то время как в группе девочек с тугоухостью отмечается смещение вперед-влево.

Отмечается значимо большие значения показателей среднего разброса отклонения центра давления ( $R$ ) ( $p = 0,006$ ), средней скорости перемещения центра давления ( $V$ ) ( $p = 0,014$ ), площади эллипса статокинезиограммы ( $S$ ) ( $p = 0,001$ ), и значимо меньшее значение показателя качества функции равновесия (КФР) ( $p = 0,013$ ) в группе девочек с тугоухостью, в сравнении с девочками контрольной группы. Полученные результаты сравнения показателей стабилотрии свидетельствуют о сниженном уровне вертикальной устойчивости у девочек с тугоухостью, по сравнению с их здоровыми сверстницами.

Сравнение стабилотрических показателей в пробе со снижением проприоцептивной чувствительности при помощи поролонового коврика между группами девочек характеризуется значимыми различиями. Так, отмечается значимое снижение вертикальной устойчивости у девочек с тугоухостью, в сравнении с девочками контрольной группы, по показателям среднего разброса отклонения центра давления ( $p < 0,001$ ), средней скорости перемещения центра давления ( $p < 0,001$ ), площади эллипса статокинезиограммы ( $p < 0,001$ ), качества функции равновесия ( $p < 0,001$ ).

Сравнение стабилотрических показателей фоновой пробы с открытыми глазами и пробы со снижением проприоцептивной чувствительности показало снижение уровня вертикальной устойчивости в пробе с СПЧ у девочек обеих групп (табл. 2). Так, отмечаются ухудшения по показателям  $R$  ( $p < 0,001$ ),  $V$  ( $p < 0,001$ ),  $S$  ( $p < 0,001$ ), КФР ( $p < 0,001$ ), в обеих группах в пробе с СПЧ. Показатель  $L_y$  у девочек контрольной группы характеризовался значимым смещением назад ( $p = 0,018$ ). Показатели смещения ЦД во фронтальной и сагиттальной плоскостях в группе девочек с тугоухостью также имеют значимые отличия по сравнению с фоновой пробой ( $p = 0,038$  по показателю  $L_x$ ,  $p = 0,025$  по показателю  $L_y$ ). Отмечается разнонаправленный характер смещения, характеризующийся умеренным смещением назад-вправо в пробе со снижением проприоцептивной чувствительности.

Таблица 3

**Показатели вертикальной устойчивости у мальчиков 7–9 лет**

Показатели	Мальчики контрольной группы Me (Q1;Q3), n = 41	p1	Мальчики с тугоухостью Me (Q1;Q3), n = 45	p1	p2
Проба с ОГ					

Lx, мм	-0,5 (-3,3;2,3)	-	-0,1 (-5,3;1,8)	-	0,516
Ly, мм	-1,1 (-3,5;2,5)	-	-2,3 (-5,0;2,9)	-	0,612
R, мм	4,6 (3,6;5,7)	-	6,4 (4,7;7,9)	-	<b>0,002</b>
V, мм/сек	12,3 (10,1;14,3)	-	14,1 (10,9;18,7)	-	<b>0,036</b>
S, кв.мм	178,5 (114,3;267,9)	-	345,9 (190,9;602,8)	-	<b>0,001</b>
КФР, %	70,8 (65,0;79,2)	-	63,8 (53,4;76,5)	-	<b>0,045</b>
Проба с СПЧ					
Lx, мм	0,3 (-2,7;7,1)	0,494	-0,9 (-3,2;4,5)	0,382	0,372
Ly, мм	-4,6 (-10,0;1,8)	0,058	-3,4 (-6,4;1,6)	0,782	0,322
R, мм	7,9 (6,8;9,2)	<b>&lt;0,001</b>	10,7 (7,8;15,4)	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>
V, мм/сек	22,8 (19,9;25,4)	<b>&lt;0,001</b>	33,5 (24,2;48,9)	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>
S, кв.мм	552,5 (400,3;719,1)	<b>&lt;0,001</b>	1059,6 (645,9;2186,4)	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>
КФР, %	37,5 (32,1;44,9)	<b>&lt;0,001</b>	24,7 (17,2;36,3)	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>

Примечание: p – статистическая значимость различий:

- p1 – по сравнению с пробой с открытыми глазами;
- p2 – между группами мальчиков 7–9 лет.

Следует отметить, что показатель качества функции равновесия в группе девочек без нарушения слуха в пробе с СПЧ снизился на 29,6 %, тогда как в группе девочек с тугоухостью показатель КФР снизился на 37,6 % (более чем в 2 раза). Снижение показателя КФР в группе девочек с тугоухостью было значимо большим ( $p < 0,001$ ), чем в группе девочек без нарушения слуха. Полученные результаты могут свидетельствовать о том, что в основной стойке проприоцептивная система у тугоухих девочек 7–9 лет задействуется в большей степени, чем у их здоровых сверстниц, т.к. при ее депривации у тугоухих девочек происходит более значимое снижение вертикальной устойчивости.

Сравнительная характеристика стабилметрических показателей в пробе с ОГ между мальчиками контрольной группы и мальчиками с тугоухостью 7–9 лет выявила значимые различия (табл. 3). Так, в группе мальчиков с тугоухостью отмечается снижение вертикальной устойчивости, в сравнении с мальчиками контрольной группы, по показателям R ( $p = 0,002$ ), V ( $p = 0,036$ ), S ( $p = 0,001$ ), КФР ( $p = 0,045$ ). Показатели смещения общего центра масс во фронтальной и сагиттальной плоскостях в обеих группах имел однонаправленный характер и значимо не отличался.

Сравнение количественных показателей стабилметрии в функциональной пробе с СПЧ между группой мальчиков без нарушений слуха и мальчиков с тугоухостью выявило снижение вертикальной устойчивости у тугоухих мальчиков. Отмечается значимое увеличение показателей R ( $p < 0,001$ ), V ( $p < 0,001$ ), S ( $p < 0,001$ ), и уменьшение показателя

КФР ( $p < 0,001$ ) в группе тугоухих мальчиков.

Сравнение стабилметрических показателей пробы с ОГ и пробы с СПЧ выявило снижение уровня вертикальной устойчивости в пробе с СПЧ у мальчиков обеих групп.

Отмечается ухудшение значений показателей R ( $p < 0,001$ ), V ( $p < 0,001$ ), S ( $p < 0,001$ ), КФР ( $p < 0,001$ ) в пробе с СПЧ в обеих группах (табл. 3).

При сравнении показателей стабилметрии проб с ОГ и СПЧ у мальчиков обеих групп прослеживаются сходные с девочками тенденции. Так, показатель КФР у мальчиков без нарушения слуха в пробе с СПЧ снизился на 33,3 %, тогда как в группе мальчиков с тугоухостью показатель КФР снизился на 39,1 % (более чем в 2 раза). Снижение показателя КФР в группе мальчиков с тугоухостью было значимо большим ( $p = 0,010$ ), чем в группе мальчиков без нарушения слуха. Полученные результаты могут означать, что в основной стойке проприоцептивная система у тугоухих мальчиков 7–9 лет включена в процесс поддержания равновесия в большей, чем у здоровых мальчиков, степени.

Снижение вертикальной устойчивости у детей 7–9 лет в пробе со снижением проприоцептивной чувствительности говорит о высокой значимости проприоцепции в процессе поддержания равновесия у детей. Проприоцептивная система высокочувствительна, и депривация механорецепторов подошвенной поверхности стоп приводит к значительному снижению вертикальной устойчивости.

Полученные результаты сравнения свидетельствуют о достоверном снижении вертикальной устойчивости у детей с тугоухостью 7–9 лет, в сравнении с их здоровыми сверстниками. Снижение равновесия у тугоухих детей проявляется в основной стойке фоновой пробы, но еще большее снижение происходит при депривации механорецепторов стоп.

### **Выводы**

1. Проприоцептивная система у тугоухих детей 7–9 лет включена в процесс поддержания равновесия в большей степени, чем у их слышащих сверстников.
2. Уровень вертикальной устойчивости у детей с нарушением слуха 7–9 лет, при депривации механорецепторов стоп, значительно ниже, чем у их слышащих сверстников.

### **Список литературы**

1. Агаян Г.Ц. Изучение динамики колебаний тела человека при поддержании вертикальной позы и критерии ее оценки // Кибернетические аспекты изучения работы мозга. – М., 1970. – С. 75-76.
2. Грибанов А.В., Шерстенникова А.К. Физиологические механизмы регуляции постурального баланса человека (обзор) // Вестн. Сев. (Арктического) федер. ун-та. Сер.:

Мед.-биол. науки. – 2013. – № 4. – С. 20-29.

3. Гурфинкель В.С. Физиология двигательной системы // Успехи физиологических наук. – 1994. – Т. 25. – № 2. – С. 83-88.

4. Самыличев А.С. Оздоровительное направление в учебно-воспитательном процессе специальной коррекционной школы-интерната II вида // Дефектология. – 2000. – № 4. – С. 71-73.

5. Скворцов Д.В. Стабилометрическое исследование: краткое руководство. – М.: Маска, 2010. – 174 с.

6. Усачев В.И., Мохов Д.Е. Стабилометрия в постурологии: учеб. пособие. – СПб.: СПбМАПО, 2004. – 20 с.

7. Punakallio A. Balance abilities of workers in physically demanding jobs. With special reference to firefighters of different ages // Journal of Sports Science and Medicine. – 2005. – Vol. 4, № 8. – P. 1–47.

8. Shumway-Cook A. Motor Control: Translating Research into Clinical Practice. 4<sup>th</sup> Edition. – Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins. – 2011. – 656 p.

**Рецензенты:**

Ишеков Н. С., д.м.н., профессор, профессор кафедры физиологии и морфологии человека института естественных наук и технологии, ФГАОУ ВПО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», г. Архангельск;

Лупачев В. В., д.м.н., профессор, профессор кафедры информационных технологий и прикладной математики НОУ ВПО Института управления, г. Архангельск.