

## ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИИ ОРГАНИЗМА ДЕТЕЙ С ДЦП ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ЧСС ДО И ПОСЛЕ ЗАНЯТИЙ АКТИВНЫМИ ФИЗИЧЕСКИМИ УПРАЖНЕНИЯМИ

**Н.А. ГРОСС, Т.Л. ШАРОВА,  
А.В. МОЛОКАНОВ,  
ФГБУ ФНЦ ВНИИФК, г. Москва**

### **Аннотация**

*Проанализированы результаты ЧСС у девочек и мальчиков, полученные на аппарате «Варикард» (всего 529 наблюдений) до и после занятий в зале с повышенной двигательной активностью для оценки функциональных возможностей детей с ДЦП и сбора обобщенных характеристик их влияния на организм. Дети были распределены на уровни по шкале «GMFCS» в соответствии с индивидуальным развитием больших моторных функций. Выявлены различия функциональных возможностей по средним значениям ЧСС до и после занятий в зависимости от уровней GMFCS. Определены три варианта функциональных изменений по данным ЧСС после занятий: с увеличением, снижением и равным количеством значений ЧСС после физической нагрузки. Показаны максимальные индивидуальные значения ЧСС после занятий.*

**Ключевые слова:** дети с ДЦП, адаптация организма, функциональные возможности, ЧСС, активные физические упражнения.

## FEATURES OF THE REACTION OF CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY ACCORDING TO HEART RATE BEFORE AND AFTER ACTIVE PHYSICAL EXERCISES

**N.A. GROSS, T.L. SHAROVA,  
A.V. MOLOKANOV,  
VNIIFK, Moscow city**

### **Abstracts**

*The results of heart rate in girls and boys, obtained on the Varicard device (529 observations in total) before and after classes in the gym with increased motor activity, were analyzed to assess the functional capabilities of children with cerebral palsy and to obtain a generalized characteristic of their effect on the body. The children were assigned to levels according to the individual development of large motor functions on the GMFCS scale. Differences in functional capabilities in average heart rate values before and after training depending on GMFCS levels were revealed. Three variants of functional changes in the heart rate data after exercise have been identified: an increase, a decrease, or remaining equal to the number of heart rate values after physical activity. Maximum individual heart rate values after exercise are shown.*

**Keywords:** children with cerebral palsy, body adaptation, functional capabilities, heart rate, active physical exercises.

### **Актуальность исследования**

Малоподвижный образ жизни детей с инвалидностью по ДЦП тормозит развитие двигательных навыков даже при хорошем медицинском обеспечении. Не умаляя значимости медицины в вопросах реабилитации, следует сказать, что сниженные двигательные возможности, которыми страдают дети с ДЦП, сложно восстановить чем-либо, кроме физических упражнений, проводимых постоянно и систематически. Невозможно социализировать ребенка-инвалида, если он не обладает определенными движениями рук и ног, а также речью. Поэтому естественным способом повышения эффективности реабилитации может стать увеличение общей физической активности детей с ДЦП как в домашних условиях, так и в специализированных условиях во время занятий

в зале, что позволит добиться значительного прогресса в процессе реабилитации.

Любые физические нагрузки неизбежно оказывают влияние на организм ребенка. Выполнение тех или иных физических упражнений у детей с ДЦП может вызывать вполне определенные реакции со стороны двигательной и функциональной систем, которые могут проявляться как положительно, так и отрицательно. Незначительные изменения в структуре двигательного акта, а также методике занятий сопровождаются существенными сдвигами реакций кровообращения и обменных процессов.

Повышенный объем двигательной активности, предлагаемый для применения в специализированных заня-



тиях, создает необходимость контроля функционального состояния организма ребенка-инвалида для оценки его адаптации к физическим нагрузкам и предотвращения перенапряжения [1, 2].

Процесс адаптации представляет собой приспособление организма к новым условиям, которыми в данном случае являются повышенные физические нагрузки. Под их влиянием увеличивается частота сердечных сокращений, что ведет к новому формированию взаимоотношений нервных, вегетативных, гормональных и других центров, а также к функциональному совершенствованию системы кровообращения для обеспечения процесса адаптации.

Частота сердечных сокращений (ЧСС) является одним из важнейших показателей, характеризующих функциональное состояние организма. ЧСС у детей значительно выше, чем у взрослых, что объясняется более интенсивным обменом веществ. Оценка функциональных возможностей по значениям ЧСС до и после занятий поможет обосновать адекватный уровень физических нагрузок, необходимый для развития двигательных навыков у детей с инвалидностью, и исключить использование критичных значений ЧСС, чтобы избежать возможного перенапряжения. Отмечается линейная зависимость между ЧСС и интенсивностью работы в пределах максимальной переносимости нагрузок, а также значительные индивидуальные различия, связанные со степенью заболевания, полом, возрастом и условиями окружающей среды. Кроме того, длительная гиподинамия и психосоматика детей с ДЦП вызывают изменение рефлекторных воздействий на частоту пульса как в покое, так и при перемене положения тела, что характеризуется

разным функциональным состоянием. Поэтому, чтобы не допустить функционального срыва, необходимо ориентироваться на индивидуальные особенности ребенка с ДЦП при выборе физической нагрузки посредством определения ЧСС в покое, т.е. перед выполнением нагрузки и после неё [3].

**Цель исследования:** выявить особенности реакции организма детей с ДЦП по показателям ЧСС до и после занятий активными физическими упражнениями.

### Материалы и методы исследования

Всего проведено 529 наблюдений детей с инвалидностью по ДЦП: 272 у девочек и 257 у мальчиков. В исследовании принимали участие дети в возрасте от 5 до 15 лет ( $n = 201$ , в т.ч. 97 девочек и 104 мальчика). ЧСС определялась до и сразу после часового занятия в зале с помощью аппарата «Варикард». В зависимости от индивидуального развития больших моторных функций дети были распределены на 5 уровней, соответствующих международной шкале «GMFCS», что учитывалось при анализе результатов. Повышение физической активности происходило за счет увеличения продолжительности реабилитационного занятия до 1 часа с акцентом на индивидуально поставленную цель и активное использование тренажерных устройств.

### Результаты исследования и их обсуждение

До и после занятий активными физическими упражнениями в зале выявлены незначительные различия в средних значениях ЧСС у девочек и мальчиков всех уровней шкалы «GMFCS» (табл. 1).

Таблица 1

**Средние значения ЧСС у детей с ДЦП до и после выполнения часовых занятий с использованием активных физических упражнений (уд./мин)**

№ п/п	Показатель	Уровень GMFCS				
		I	II	III	IV	V
1	Всего девочек – 97	14	18	29	22	14
2	Наблюдений – 272	29	77	69	40	57
3	ЧСС до занятия ( $X \pm \sigma$ )	$88 \pm 12,8$	$85 \pm 10,4$	$95 \pm 10,5$	$96 \pm 14,9$	$88 \pm 12,2$
4	Min – max значения	66–122	64–111	59–123	62–134	54–117
5	ЧСС после занятия ( $X \pm \sigma$ )	$88 \pm 11,5$	$86 \pm 11,6$	$94 \pm 12,2$	$98 \pm 14,9$	$89 \pm 14,7$
6	Min – max значения	67–121	60–121	70–129	65–131	63–140
7	Всего мальчиков – 104	18	19	24	30	13
8	Наблюдений – 257	42	45	46	78	46
9	ЧСС до занятия ( $X \pm \sigma$ )	$93 \pm 15,4$	$89 \pm 13,3$	$90 \pm 12,6$	$96 \pm 12,8$	$100 \pm 12,7$
10	Min – max значения	67–127	63–121	63–117	64–123	65–124
11	ЧСС после занятия ( $X \pm \sigma$ )	$91 \pm 12,8$	$94 \pm 13,9$	$90 \pm 11,7$	$97 \pm 12,5$	$97 \pm 15,9$
12	Min – max значения	67–120	68–127	68–119	63–119	68–158

В группе девочек I, II, III и V уровней GMFCS при сравнении средних значений ЧСС до и после занятий отмечены минимальные различия. У девочек IV уровня GMFCS среднее значение ЧСС после занятия превы-

шало исходный уровень, что свидетельствовало о воздействии физической нагрузки и адекватности реакции организма на повышение значений ЧСС. При сравнении средних величин ЧСС у детей I–V уровней как до, так



и после занятия прослеживаются близкие значения в I, II и V уровнях и увеличение значений в III и IV уровнях. Предполагается, что у детей I и II уровней, умеющих самостоятельно передвигаться, функциональные возможности организма лучше адаптированы к выполнению физических нагрузок, чем в других группах. Это выражается в экономичности функционирования их организма, поэтому средние значения ЧСС до и после занятия могут быть ниже относительно других групп, где присутствует гиподинамия. При гиподинамии уменьшается нагрузка на аппарат кровообращения, за счет чего он ограничивается в развитии, и при необходимости выполнять повышенные физические нагрузки реагирует за счет увеличения значений ЧСС [3, 4].

В группе мальчиков средние значения ЧСС до и после занятий оказались несколько выше, чем у девочек, и практически на каждом уровне GMFCS превышали 90 уд./мин. В исходном состоянии и после занятия значения ЧСС в IV и V уровнях (дети, не умеющие передвигаться самостоятельно) были выше, чем значения у детей предыдущих уровней, что связано со сложностью

заболевания и низкой двигательной активностью, которая не способствовала развитию их функциональных возможностей.

Таким образом, средние значения ЧСС у детей от I до V уровня шкалы "GMFCS" составляли: 85–96 уд./мин – у девочек до занятий и 88–98 уд./мин – после занятий. У мальчиков до занятий: 89–100 уд./мин, после занятий: 90–97 уд./мин.

При сравнении ЧСС в диапазоне «минимальных – максимальных» значений можно отметить расширение диапазона после занятий, начиная со II уровня GMFCS, особенно выраженное у детей V уровня. У мальчиков расширение аналогичного диапазона значений после занятий отмечается в большей степени по максимальным значениям и, как и у девочек, с наибольшими значениями в V уровне GMFCS.

Выявлено три варианта реакции организма детей на физическую нагрузку: повышение значений ЧСС после нагрузки, снижение их, равное значение до и после нагрузки (табл. 2).

Таблица 2

Количество наблюдений со знаком «плюс», «минус» и равное количество

Уровень GMFCS	Общее количество наблюдений	Со знаком «+»		Со знаком «-»		Равное количество	
		Количество	%	Количество	%	Количество	%
<i>Девочки</i>							
I	29	15	51,7	13	44,8	1	3,4
II	77	34	44,2	38	49,4	5	6,5
III	69	31	44,9	35	50,7	3	4,3
IV	40	25	63	14	35	1	2,5
V	57	28	49	27	47	2	3,5
Всего	272	133	48,8	127	46,7	12	4,4
<i>Мальчики</i>							
I	42	15	35,7	27	64,3	–	–
II	45	27	60	16	35,5	2	4,5
III	46	21	45,6	22	47,8	3	6,5
IV	78	43	55,1	32	41	3	3,8
V	46	14	30,4	32	69,5	–	–
Всего	257	120	46,7	129	50,2	8	3,1

*Примечание:*

Знак «+» – увеличение значений ЧСС относительно исходного уровня.

Знак «-» – снижение значений ЧСС относительно исходного уровня.

Равное количество наблюдений – без изменений относительно исходного состояния

после часового занятия активными физическими упражнениями в каждом из уровней GMFCS.

В первом варианте с увеличением значений после занятий (со знаком «+»), во втором – со снижением значений (со знаком «-») и в третьем варианте с равным количеством значений до и после занятий было разное количество наблюдений, что отразилось на разном количестве процентных соотношений. Выявлено, что суммарный средний процент наблюдений у девочек составляет: со знаком «+» – 48,8%, со знаком «-» – 46,7%;

у мальчиков соответственно: 46,7% и 50,2%, что указывает на близкие значения и адекватность реакции организма детей обоего пола на физическую нагрузку при схожих по содержанию программам занятий и отсутствии функциональных различий у них. Наибольшее увеличение значений (63%) со знаком «+» относительно исходного уровня выявлено у девочек IV уровня GMFCS; у мальчиков (60%) – II уровня. Наибольшая величина снижения



Таблица 3

**Индивидуальные максимальные значения ЧСС со знаками «+» и «-» у детей каждого из уровней GMFCS после занятий активными физическими упражнениями**

Показатель (уд./мин)	Уровень GMFCS				
	I	II	III	IV	V
<i>Девочки</i>					
Максимальные значения ЧСС со знаком «+»	17; 14; 10	37; 25; 19	34; 32; 32	26; 22; 21	62; 21; 21
Максимальные значения ЧСС со знаком «-»	20; 19; 8	17; 16; 13	31; 16; 12	21; 13; 12	30; 29; 28
<i>Мальчики</i>					
Максимальные значения ЧСС со знаком «+»	29; 15; 13	27; 23; 22	17; 13; 10	30; 23; 23	35; 19; 14
Максимальные значения со знаком «-»	24; 20; 18	16; 15; 10	20; 20; 16	17; 14; 13	25; 15; 15

ЧСС (50,7%) со знаком «-» от исходного уровня выявлено у девочек III уровня GMFCS; у мальчиков (69,5%) – V уровня. У мальчиков выявлено и второе большое отклонение (64,3%) с тем же знаком «-», что обеспечило наибольшее среднее значение снижения (50,2%) у мальчиков всех уровней и указывало на меньшую степень адаптации их организма к физическим нагрузкам, т.е. меньшую степень развития функциональных систем их организма. В третьем варианте, в котором значения ЧСС после занятий остались равными исходному, составили: у девочек – 4,4%, у мальчиков – 3,1%.

Частота пульса у детей подвержена большим колебаниям. Разные варианты сочетаний увеличения или снижения значений ЧСС зависят от формирования групп детей, в которых невозможно добиться однородности из-за множества разнообразных изменений в их организме при одинаковом диагнозе и возрасте, что усложняет возможность выявления закономерностей. В этом случае следует говорить о тенденции и ориентироваться только на индивидуальную динамику наблюдений [4–7].

**Выводы**

1. Средние значения ЧСС у детей с ДЦП всех уровней по шкале GMFCS составляли у девочек до занятий: 85–96 уд./мин, после занятий: 88–98 уд./мин; у мальчиков до занятий: 89–100 уд./мин, после занятий: 90–97 уд./мин.

2. После выполнения активной физической нагрузки выявлены три варианта изменений ЧСС у девочек и мальчиков: увеличение значений ЧСС – 48,8% и 46,7% соответственно; снижение значений ЧСС – 46,7% и 50,2% соответственно, что может говорить о практическом ра-

Для определения индивидуальных особенностей адаптации организма детей с ДЦП к физическим нагрузкам были выбраны по 3 максимальных значения ЧСС детей всех уровней GMFCS до и после выполнения занятий (табл. 3).

Выявлено, что из трёх наибольших значений ЧСС диапазон повышения индивидуальных максимальных значений ЧСС после занятий составил: 62–34 уд./мин – у девочек, 35–29 уд./мин – у мальчиков. А диапазон индивидуальных минимальных значений ЧСС составлял: 31–21 уд./мин – у девочек, 25–20 уд./мин – у мальчиков.

Определение диапазонов увеличения или уменьшения значений ЧСС до или после физической нагрузки может служить индикатором, оценивающим потенциальные функциональные возможности организма детей, объединенных в группы, а в индивидуальных наблюдениях – оценивать динамику этих величин, которая будет определять эффективность реабилитационных занятий.

венстве увеличения и снижения значений ЧСС у девочек и мальчиков. Количество значений ЧСС, оставшихся без изменений после физической нагрузки, составило: у девочек 4,4%, у мальчиков 3,1%.

3. Диапазон максимальных значений ЧСС после занятия у девочек составил: 62–34 уд./мин, у мальчиков: 35–29 уд./мин. Диапазон минимальных значений ЧСС после занятия у девочек составлял: 31–21 уд./мин, у мальчиков: 25–20 уд./мин.

**Литература**

1. Семенова, К.А. Восстановительное лечение детей с перинатальным поражением нервной системы и детским церебральным параличом // Закон и порядок, серия «Великая Россия. Наследие». – Москва, 2007. – 616 с.

2. Пути решения проблем реабилитации детей с двигательными нарушениями средствами физической куль-

туры / Н.А. Гросс, Т.Л. Шарова, И.Ю. Беркутова, В.А. Клендар // Вестник спортивной науки. – 2018. – № 5. – С. 58–64.

3. Клендар, В.А., Гросс, Н.А., Корженевский, А.Н. Изменение функционального состояния детей с ДЦП при выполнении движений циклического характера // Человек, спорт, медицина. – 2019. – № 3. – С. 112–118.



4. Гросс, Н.А., Шарова, Т.Л. Исследование реакции организма на повышенную физическую нагрузку у детей с детским церебральным параличом // Инновационные технологии в спорте и физическом воспитании подрастающего поколения. Сборник статей по материалам X научно-практической конференции с международным участием. – Москва, 2020. – С. 17–24.

5. Функциональные и двигательные возможности детей с диагнозом детский церебральный паралич / Н.А. Гросс, Т.Л. Шарова, А.В. Молоканов // Теория

и практика физической культуры. – 2022. – № 2. – С. 54–55.

6. Влияние активных физических упражнений на развитие двигательных навыков детей-инвалидов / Н.А. Гросс, Т.Л. Шарова, А.В. Молоканов // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2021. – № 3 (193). – С. 86–93.

7. Шлык, Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. – Ижевск: Удмуртский университет, 2009. – 259 с.

### References

1. Semenova, K.A. (2007), *Restorative treatment of children with perinatal lesions of the nervous system and with children's cerebral palsy*, Law and Order, series "Great Russia, Heritage", Moscow.

2. Gross, N.A., Sharova, T.L., Berkutova, I.Yu. and Klendar, V.A. (2018), Ways to solve the problems of rehabilitation of children with motor disorders by means of physical culture, *Vestnik sportivnoy nauki*, vol. 5, pp. 58–64.

3. Klendar, V.A., Gross, N.A. and Korzhenevskiy, A.N. (2019), Change of the functional state of children with cerebral palsy in the performance of movements of cyclic character, *Chelovek, sport, medicina*, vol. 3, pp. 112–118.

4. Gross, N.A. and Sharova, T.L. (2020), Study of the body's reaction to increased physical load in children with

children's cerebral palsy, *Collection of articles based on the materials of the X Scientific and Practical Conference with International Participation*, pp. 17–24.

5. Gross, N.A., Sharova, T.L. and Molokanov, A.V. (2022), Functional and motor capabilities of children diagnosed with children's cerebral palsy, *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury*, vol. 2, pp. 54–55.

6. Gross, N.A., Sharova, T.L. and Molokanov, A.V. (2021), The Influence of Active Physical Exercises on the Development of Motor Skills in Disabled Children, *Uchyonye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta*, vol. 3 (193), pp. 86–93.

7. Shlyk, N.I. (2009), *Heart Rhythm and Type of Regulation in Children, Adolescents and Athletes*, Udmurt University Publ., Izhevsk.

