

Е.В. Олейников, Т.И. Долганова, М.П. Тёпленский

## СОСТОЯНИЕ ВЕГЕТАТИВНОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОРГАНИЗМА У БОЛЬНЫХ С ДИСПЛАСТИЧЕСКИМ КОКСАРТРОЗОМ В УСЛОВИЯХ ЛЕЧЕНИЯ АППАРАТОМ ИЛИЗАРОВА

ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздравсоцразвития РФ (Курган)

*Проведена оценка состояния вегетативной нервной системы (метод кардиоинтервалографии) у 20 детей и подростков в возрасте от 10 до 17 лет (в среднем —  $13,5 \pm 2,1$  лет) с диспластическим коксартрозом. Проведенное исследование показало, что до лечения преобладает повышение активности симпатического отдела вегетативной нервной системы.*

*В течение первой недели после операции регистрируется ацетилхолиновый тип регуляции ритма сердца на фоне повышения активности симпатического отдела. Лечебный период после операции (в течение 1 месяца) и увеличение двигательной активности способствуют восстановлению регуляторных систем до исходного уровня. В процессе лечения аппаратом Илизарова регистрируется уменьшение уровня толерантности к гипоксии и снижение процессов общей адаптации.*

**Ключевые слова:** дети, кардиоинтервалография, диспластический коксартроз

## STATE OF VEGETATIVE INTENSITY OF FUNCTIONAL SYSTEMS OF ORGANISM OF PATIENTS WITH DYSONTOGENETIC COXARTHROSIS AT THE TREATMENT BY ILIZAROV APPARATUS

E.V. Oleinikov, T.I. Dolganova, M.P. Teplenkiy

Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan

*The estimation of state of vegetative nervous system (by cardiointervalography) in 20 children and adolescents of 10–17 years ( $13,5 \pm 2,1$  years in average) with dysplastic coxarthrosis was realized. The study showed that before the treatment increase of activity of sympathetic nervous system prevails.*

*During the first week after surgery acetylcholine type of regulation of heart rate accompanied by increased activity of sympathetic division of vegetative nervous system was registered. Postoperative treatment time (during 1 month) and increased physical activity contribute to the restoration of regulatory systems to the original level. During the treatment by Ilizarov apparatus the decrease of level of tolerance to hypoxia and decrease of processes of general adaptation are registered.*

**Key words:** children, cardiointervalography, dysontogenetic coxarthrosis

### ВВЕДЕНИЕ

По данным литературы, у детей и подростков при незавершенности функционального созревания вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы недостаточна функциональная активность симпатической системы и в первую очередь ее высших отделов, контролирующей сердечный ритм и периферическое АД. Ортопроба вызывает у подростков активацию симпатического звена вегетативной регуляции, но степень ее активации еще недостаточна для поддержания уровня АД. Функциональное созревание системы регуляции периферического АД завершается к 21 году [9].

Нарушение развития тазобедренного сустава при запоздалой диагностике и неправильном лечении ведет к вывиху бедра, развитию диспластического коксартроза, инвалидности. Патология, как правило, сопровождается укорочением, ограничением подвижности в тазобедренном суставе, гипотрофией ягодичных и бедренных мышц. При этом существенно изменяется биомеханика сустава и опорная функция конечности пациента [6]. Значительное снижение двигательной активности у растущего организма негативно влияет

на деятельность центральной нервной системы, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, становится спутником многих хронических заболеваний вследствие проявления общей функциональной слабости, дисбаланса в состоянии мышц и связочного аппарата ребенка [1].

Оперативные методики с помощью аппарата Илизарова позволяют больным поддерживать двигательную активность в процессе лечения, но к системе органов, ответственных за транспорт кислорода, предъявляются повышенные требования [4]. Общепризнанным индикатором повышения напряженности работы функциональных систем принято считать изменение работы центрального звена аппарата кровообращения, обеспечивающего переменные энергетические потребности организма [2].

**Цель исследования:** оценка состояния вегетативной нервной системы у детей и подростков с диспластическим коксартрозом в условиях лечения аппаратом Илизарова.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Используя методы кардиоинтервалографии до и в процессе лечения обследовано 20 детей и

подростков в возрасте от 10 до 17 лет (в среднем  $13,5 \pm 2,1$  лет) с диспластическим коксартрозом. Все пациенты ходили без дополнительных средств опоры с выраженной хромотой. Отсроченный или положительный симптом Тренделенбурга III типа. Умеренно выраженные боли отмечались после незначительной физической нагрузки. Относительное укорочение пораженной конечности не превышало 1–2 см. Во всех наблюдениях отмечалось ограничение сгибания, разгибания и отведения бедра. По данным рентгенографии отмечался дефицит покрытия головки крыши впадины 25–35 %, признаки коксартроза I–II степени.

В процессе лечения в зависимости от срока после оперативного вмешательства и, соответственно, двигательной активности было выделено две группы: I группа – 7–10 дней после операции, больной мог только присесть в постели и встать рядом с ней; II группа – 1–2 месяца после операции, пациент свободно передвигался с использованием дополнительных средств опоры в пределах отделения.

С помощью диагностической компьютерной системы «Реограф полианализатор РГПА-6/12» (г. Таганрог) по данным постпроцессорной компьютерной обработки сердечного ритма (вариационной пульсометрии) оценивали среднюю длительность интервалов RR электрокардиограммы, моду (Mo) и амплитуду моды кардиоинтервала (АМо), вариационный размах (BP), индекс напряжения по Баевскому и ряд индексов ритмопульсометрии,

характеризующих мощность спектра быстрых и медленных волн [3]. Спектральный анализ variability сердечного ритма производился по состоянию 3 частотных диапазонов спектра волн колебательного процесса: высокочастотных (HF), низкочастотных (LF) и очень низкочастотных (VLF). Каждый частотный компонент отражает вклад различных контуров регуляции в управление вегетативными функциями.

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

По данным вариационной пульсометрии (табл. 1) до и в процессе лечения у всех пациентов регистрировался стабильный ритм частоты сердечных сокращений с адекватной реакцией увеличения ЧСС после ортопробы на 20–30 уд./мин.

Оценка вегетативного гомеостаза на основании моды (Mo), амплитуды моды (АМо), вариационного размаха (BP) и индекса напряжения (ИН) при сравнении с должными возрастными значениями отражает до лечения и у пациентов II группы в процессе лечения сбалансированный тип регуляции ритма сердца (Mo / ДМо в интервале 0,80–1,15) на фоне повышения активности симпатического отдела вегетативной нервной системы (АМо / ДАМо > 1,15) и нормальной активности парасимпатического отдела ВНС (BP / ДBP = 0,85–1,15). У пациентов I группы в течение первой недели после операции регистрируется ацетихолиновый тип регуляции ритма сердца на фоне повышения активности симпатического отдела.

Таблица 1

Расчетные индексы вариационной пульсометрии ( $M \pm t$ ; n – число наблюдений)

Показатели	Норма	До лечения (n = 20)	В процессе лечения	
			I группа (n = 20)	II группа (n = 20)
<b>Вегетативный гомеостаз</b>				
Mo / ДМо	0,8–1,15	1,06 ± 0,02	1,23 ± 0,02	1,08 ± 0,03
АМо / ДАМо	0,8–1,15	1,14 ± 0,08	2,22 ± 0,12	1,28 ± 0,14
BP / ДBP	–	0,87 ± 0,07	0,44 ± 0,06	0,97 ± 0,10
ИВР <sub>2</sub> / ИВР <sub>1</sub>	1-3	2,01 ± 0,27	–	1,03 ± 0,09
<b>Реактивность вегетативной нервной системы</b>				
ИН <sub>1</sub>	–	101,5 ± 22,4	674,2 ± 181,8	144,3 ± 41,3
ИН <sub>2</sub> (через 1 мин)	–	258,0 ± 68,2	–	178,7 ± 49,7
ИН <sub>3</sub> (через 2 мин)	–	518,7 ± 166,5	–	500,3 ± 120,4
<b>Активность подкорковых нервных центров</b>				
%HF	25,0 ± 2,5	42,1 ± 6,4	29,1 ± 8,8	48,9 ± 9,57
%LF	45,0 ± 4,0	33,7 ± 2,11	30,5 ± 3,38	24,5 ± 3,73
%VLF покой	30,0 ± 3,5	24,1 ± 4,96	40,4 ± 7,56	26,5 ± 6,57
(LF / HF) покой	1,5–2,0	0,80 ± 0,19	1,06 ± 0,10	0,50 ± 0,15
IC покой	–	3,14 ± 0,35	1,47 ± 0,21	2,77 ± 0,47

**Примечание:** Mo – мода ЧСС (уд./мин); ДМо – должные значения моды (уд./мин); АМо – амплитуда моды (%); ДАМо – должные значения амплитуды моды (%); BP – вариационный размах (с); ДBP – должные значения вариационного размаха (с); ИН – индекс напряжения (%/с × с); ИВР – индекс вегетативного равновесия; TP – общая спектральная мощность (мс<sup>2</sup>); %HF – индекс быстрых (дыхательных) волн; %LF – индекс медленных волн I порядка (%); %VLF индекс медленных волн II порядка (%); LF / HF – индекс вагосимпатического взаимодействия; IC – индекс централизации.

Оценка степени напряжения регуляторных систем по стресс-индексу (ИН) отражает общий уровень симпатoadреналовой активности, уровень активации центральных звеньев регуляторного механизма.

Процентное выявление типов исходного вегетативного тонуса до и в процессе лечения представлено в таблице 2.

У пациентов до лечения и через 1–2 месяца после операции преобладала эутопическая направленность функционального состояния вегетативной нервной системы, а в первую неделю после операции – гиперсимпатикотоническая, что соответствует постоперационному состоянию ребенка.

По средним значениям в покое индекс напряжения до лечения и у пациентов II группы в процессе лечения соответствовал критерию «нормальное напряжение регуляторных систем», но у пациентов I группы – перенапряжение (дезадаптация) регуляторных систем. Изменение интегральных показателей сердечного ритма при ортопробе у пациентов до лечения соответствовало критерию «гиперсимпатикотоническая вегетативная реактивность», а у пациентов II группы – «симпатикотоническая вегетативная реактивность», что соответствовало возрастной норме. Достоверное снижение влияния симпатической системы во II группе обследованных также регистрируется и по показателю соотношения индекса вегетативного равновесия в покое и после ортопробы (ИВР пок. / ИВР ортопроб) [7].

Показатель суммарной мощности спектра (TP), отражающий общий уровень нейрогуморальной регуляции организма, до лечения и у пациентов II группы соответствовал критерию «высокий уро-

вень нейрогуморальной регуляции» ( $TP > 2000 \text{ мс}^2$ ), но у пациентов I группы отмечен умеренно сниженный уровень нейро-гуморальной регуляции.

У обследованных до лечения и пациентов II группы в покое доля медленноволнового компонента 2 порядка (%VLF) соответствовала уровню возрастной нормы [1].

Процентное соотношение медленноволнового компонента 1-го и 2-го порядка и быстроволнового компонента соответствуют критерию «вагосимпатический баланс» с преобладающим по мощности высокочастотным диапазоном (HF), являющимся маркером влияния сегментарного отдела вегетативной регуляции [10] что согласуется с данными литературы у здоровых детей [5, 7].

В первую неделю после оперативного лечения регистрируется достоверное уменьшение доли волн высокочастотного диапазона (HF) на 25–35 % и увеличение доли волн медленноволнового компонента 2 порядка (VLF) на 50–70 % ( $p \leq 0,05$ ). Медленноволновой компонент отражает мобилизацию энергетических и метаболических резервов при функциональных воздействиях, его увеличение свидетельствует о гиперадаптивном состоянии, снижении автономной регуляции сердечного ритма [10]. До и в процессе лечения регистрируется увеличение IC при ортопробе на 103 % и 11 % соответственно. Уменьшение прироста IC в процессе лечения отражает уменьшение уровня толерантности к гипоксии и снижение процессов общей адаптации.

Частота встречаемости различной степени напряжения регуляторных систем, по данным итоговой диагностической оценки по показателю адекватности регуляторных систем (ПАРС), представлена в таблице 3.

Таблица 2

Процентное выявление типов исходного вегетативного тонуса

Показатель вегетативной реактивности (по ИН <sub>1</sub> )	Группы обследованных		
	До лечения (n = 20)	I группа (n = 20)	II группа (n = 20)
Ваготония (ИН <sub>1</sub> < 30 усл. ед.)	–	–	5,0 %
Эйтония (ИН <sub>1</sub> = 30–90 усл. ед.)	30,0 %	–	15,0 %
Симпатикотония (ИН <sub>1</sub> = 90–160 усл. ед.)	55,0 %	15,0 %	50,0 %
Гиперсимпатикотония (ИН <sub>1</sub> > 160 усл. ед.)	15,0 %	85,0 %	30,0 %

Таблица 3

Процентное выявление типов итоговой диагностической оценки по показателю адекватности регуляторных систем (ПАРС)

Показатель	До лечения (n = 20)	I группа (n = 20)	II группа (n = 20)
Состояние оптимального рабочего напряжения	–	–	–
Умеренное напряжение регуляторных систем с вовлечением дополнительных функциональных резервов	20,0 %	–	–
Выраженное напряжение регуляторных систем с активной мобилизацией защитных механизмов	60,0 %	70,0 %	60,0 %
Перенапряжение регуляторных систем	20,0 %	20,0 %	40,0 %
Истощение регуляторных систем	–	10,0 %	–
Срыв адаптационных механизмов регуляции	–	–	–

Операция и последующее лечение сопровождаются увеличением напряжения регуляторных систем. Критерий «истощения регуляторных систем» регистрировался только у двух пациентов в первую неделю после операции. Лечебный период после операции и увеличение двигательной активности способствует восстановлению регуляторных систем.

### ВЫВОДЫ

1. У детей с диспластическим коксартрозом до лечения преобладает повышение активности симпатического отдела вегетативной нервной системы.

2. В течение первой недели после операции регистрируется ацетилхолиновый тип регуляции ритма сердца на фоне повышения активности симпатического отдела.

3. Лечебный период после операции (в течение 1 месяца) и увеличение двигательной активности способствует восстановлению регуляторных систем до исходного уровня. В процессе лечения аппаратом Илизарова сохраняется уменьшение уровня толерантности к гипоксии и снижение процессов общей адаптации.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Апанасенко Г.Л., Попова Л.А. Медицинская валеология. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2000. 248 с.
2. Баевский Р.М. Прогнозирование состояния на грани нормы и патологии. — М.: Медицина, 1979. — 298 с.
3. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ сердечного ритма при стрессе. — М.: Наука, 1984. — 167 с.

4. Долганова Т.И. Функциональные процессы в организме при лечении аппаратом Илизарова. — Saarbrücktn — LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2011. — 376 с.

5. Долганова Т.И., Долганов Д.В. Характеристика вегетативной регуляции у детей и подростков с нарушениями осанки в ортостатике // Матер. междунар. науч.-практ. конф. «Психолого-педагогические и медико-биологические проблемы». — Челябинск, 2011. — Ч. 2. — С. 57—59.

6. Долганов Д.В., Тёпленький М.П., Долганова Т.И., Олейников Е.В. Стабилометрическое исследование статической устойчивости у детей с диспластическим коксартрозом // Вестник Курганского государственного университета. — 2012. — № 1 (23). — С. 109—113.

7. Колебательная активность показателей функциональных систем организма спортсменов и детей с различной двигательной активностью / Под ред. А.П. Исаева. — Челябинск: ЮУрГУ, 2005. — 237 с.

8. Ошевенский Л.В., Кустов Л.М. Кардиоинтервалография и вариационная пульсометрия: метод. пособие. — Н.Новгород, 2002. — 9 с.

9. Пешкова Н.Б. Функциональное развитие вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы человека в онтогенезе // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. — 2008. — Т. 94, № 3. — С. 267—275.

10. Флейшман А.Н. Медленные колебания кардиоритма и феномены нелинейной динамики // Матер. 3 Всеросс. симп. «Медленные колебательные процессы в организме человека». — Новокузнецк, 2001. — С. 49—61.

### Сведения об авторах

**Олейников Евгений Владимирович** — аспирант очной формы обучения по специальности «физиология» ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздравсоцразвития РФ (640014, г. Курган, ул. М. Ульяновой, 6; тел.: 8 (3522) 23-43-18; e-mail: ortho-kgn@mail.ru)

**Долганова Тамара Игоревна** — доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник лаборатории функциональных исследований ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздравсоцразвития РФ (тел.: 8 (3522) 45-27-36, 8 (3522) 45-42-86, факс: 8 (3522) 45-40-60; e-mail: rjik532007@rambler.ru)

**Тёпленький Михаил Павлович** — доктор медицинских наук, заведующий травматолого-ортопедическим отделением № 9, заведующий лабораторией патологии суставов ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздравсоцразвития РФ (тел.: 8 (3522) 23-43-44; e-mail: teplenymp@mail.ru)