

Т.И. Долганова, Д.В. Самусенко, А.Г. Карасев

АНАЛИЗ ВЕГЕТАТИВНОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОРГАНИЗМА У БОЛЬНЫХ С МНОЖЕСТВЕННЫМИ ЗАКРЫТЫМИ ПЕРЕЛОМАМИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ МЕТОДОМ ЧРЕСКОСТНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА**Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. академика Г.А. Илизарова (Курган)**

У 88 пациентов в возрасте от 18 до 72 лет (средний возраст — $43,8 \pm 1,2$ года) с закрытыми переломами верхних и нижних конечностей, леченных методом чрескостного остеосинтеза, проведен анализ показателей центральной гемодинамики и вегетативной напряженности функциональных систем организма в условиях различной двигательной активности. Сделаны выводы: вегетативный гомеостаз не зависит от двигательной активности пациентов; увеличение двигательной активности пациентов влияет на реактивность вегетативной нервной системы и проявляется в усилении симпатической регуляции. Предложены диагностические критерии: расширение двигательного режима пациентов при увеличении после ортопробы индекса вагосимпатического взаимодействия, регистрация в покое по данным итоговой диагностической оценки показателя адекватности регуляторных систем типов «истощение регуляторных систем» и «срыв адаптационных механизмов регуляции», а также уменьшение индекса вагосимпатического взаимодействия после ортопробы — уменьшение двигательного режима пациентов.

Ключевые слова: кардиоинтервалография, перелом, двигательная активность

ANALYSIS OF VEGETATIVE INTENSITY OF FUNCTIONAL SYSTEMS OF ORGANISM IN PATIENTS WITH MULTIPLE CLOSED FRACTURES DURING EXTERNAL FIXATION

T.I. Dolganova, D.V. Samusenko, A.G. Karasiov

Russian Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopedics» named after G.A. Ilizarov, Kurgan

The analysis of indexes of central hemodynamic and vegetative intensity of functional systems of organism at different movement activity in 88 patients with closed fractures of upper and lower extremities between 18 to 72 years (mean age $43,8 \pm 1,2$) during external fixation treatment has been done. The conclusions are the following: vegetative homeostasis does not depend on movement activity of patients; increase of movement activity of patients effects on reactivity of vegetative nervous system and displays in intensification of sympatic regulation. The diagnostic criteria are proposed: widening of activity regime of patients when index vagosympatic interaction after ortho-test increases; decrease of activity regime of patients when index vagosympatic interaction after ortho-test decreases and registration in rest on summary diagnostic mark data the index of adequacy of regulatory systems types: «exhaustion of regulatory systems» and «failure of adaptational mechanisms of regulation».

Key words: cardiointervalography, fracture, movement activity. It was examined patients with Graves'

Закономерным результатом внедрения в практику здравоохранения любого прогрессивного метода сращивания костей, в том числе и управляемого чрескостного остеосинтеза по Илизарову, является сокращение сроков нетрудоспособности, консолидации и, что особенно важно, продолжительности вынужденной (в острый и ранний периоды травматической болезни) гиподинамии [8]. Физиологическими исследованиями В.А. Щурова с соавт. (1999) изучены причины снижения двигательной активности после переломов костей нижних конечностей у больных, лечатся по Илизарову, которые зависят как от тяжести повреждения и сопутствующих соматических заболеваний, так и от объемов остеосинтеза, при этом динамика восстановления контрактильности миокарда не укладывается в рамки привычного учения о гиподинамии [9, 11].

Известно, что заживление перелома происходит на фоне общего адаптационного синдрома, нейрогуморальные компоненты которого модулируются силой и продолжительностью раздражающего

фактора. Обследование больных с механической травмой показало, что на заключительном этапе стационарного лечения значительно возрастает частота выявлений изменений функционального состояния сердечнососудистой системы [9] за счет барорефлекторной реакции и локальной дилатации в оперированных мышцах [14], метаболической стимуляции прессорного рефлекса [15], эфферентной иннервации с внутрикостных рецепторов [2] и «эргорецепторов» скелетной мышцы [13]. Вегетативное равновесие в условиях гипоксии мышцы отчетливо смещается в сторону усиления симпатических влияний в регуляции системного кровообращения [12]. Общеизвестным индикатором повышения напряженности работы функциональных систем принято считать изменение работы центрального звена аппарата кровообращения, обеспечивающего переменные энергетические потребности организма [1].

Цель исследования: анализ показателей центральной гемодинамики и вегетативной напря-

женности функциональных систем организма при стабильном чрескостном остеосинтезе закрытых переломов множественных локализаций и различной двигательной активности.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Нами обследовано 88 пациентов в возрасте от 18 до 72 лет (средний возраст — $43,8 \pm 1,2$ года) с закрытыми переломами верхних и нижних конечностей, леченных методом чрескостного остеосинтеза, предполагающего точное сопоставление и стабильную фиксацию костных отломков, раннюю мобилизацию и нагрузку. Обследование проводили в течение раннего, позднего и восстановительного периодов травматической болезни (соответственно, через 2—3 недели, 2—3 месяца и свыше 3 месяцев после травмы). Всего проведено 244 обследования. Эмпирически было определено четыре уровня двигательной активности: I уровень — больной мог только присесть в постели и встать рядом с ней, II — пациент передвигался с использованием дополнительных средств опоры в пределах палаты, III — пациент передвигался с использованием дополнительных средств опоры в пределах отделения, IV уровень — больной ходил при помощи дополнительных средств опоры или без них в помещении клиники и вне её.

С помощью диагностической компьютерной системы «Реограф полианализатор РГПА-6/12» (г. Таганрог) для оценки центральной гемодинамики

регистрировали интегральную реографию тела по Тищенко. При постпроцессорной компьютерной обработке реограмм рассчитывали: минутный (л/мин) и ударный (мл) объем кровотока, сердечный ($\text{л} \cdot \text{мин}^{-1} / \text{м}^2$) и ударный ($\text{мл} / \text{м}^2$) индексы с определением объемной скорости выброса (мл/сек), оценивалась работа левого желудочка (кГм) с расходом энергии на перемещение 1 л крови ($\text{Вт} \cdot \text{с} / \text{л}$), показатель сократительной функции сердца (усл. ед.) и общее периферическое сосудистое сопротивление ($\text{дин} \cdot \text{см} / \text{сек}^{-5}$). По данным постпроцессорной компьютерной обработки сердечного ритма (вариационной пульсометрии) оценивали среднюю длительность интервалов RR электрокардиограммы, моду (Мо) и амплитуду моды кардиоинтервала (АМо), вариационный размах (ВР), индекс напряжения по Баевскому и ряд индексов ритмопульсометрии, характеризующих мощность спектра быстрых и медленных волн [2]. Спектральный анализ variability сердечного ритма производился по состоянию трех частотных диапазонов спектра волн колебательного процесса: высокочастотных (HF), низкочастотных (LF) и очень низкочастотных (VLF).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Показатели центральной гемодинамики при всех уровнях двигательной активности в сравнении с данными нормы [4] и процентным отклонением от должных расчетных величин представлены в табли-

Таблица 1

Показатели центральной гемодинамики по данным интегральной реовазографии ($M \pm m$; n — число больных)

Показатели	Группы больных (по уровню двигательной активности)			
	I (n = 39)	II (n = 49)	III (n = 126)	IV (n = 53)
<i>Минутный объемный кровотока (% от должных величин)</i>				
МОКф, л/мин	$5,8 \pm 0,12 (137,7 \pm 6,2 \%)$	$6,18 \pm 0,30 (146,7 \pm 5,1 \%)$	$6,06 \pm 0,11 (138,0 \pm 4,4 \%)$	$6,72 \pm 0,19 (160,4 \pm 4,01 \%)$
<i>Ударный объем крови (норма — 60–85 мл; % от должных величин)</i>				
УОК, мл	$63,7 \pm 1,82 (119,9 \pm 3,7 \%)$	$71,6 \pm 2,42 (134,4 \pm 5,1 \%)$	$75,7 \pm 3,56 (135,3 \pm 4,82 \%)$	$79,1 \pm 1,57 (135,2 \pm 4,16 \%)$
<i>Ударный индекс (норма — 33–47 мл/м²; % от должных величин)</i>				
УИ, мл/м ²	$35,8 \pm 0,97 (124,4 \pm 5,6 \%)$	$40,7 \pm 1,28 (132,3 \pm 5,1 \%)$	$41,8 \pm 1,80 (135,8 \pm 3,76 \%)$	$42,4 \pm 0,83 (135,1 \pm 3,54 \%)$
<i>Сердечный индекс (норма — 2,5–4,0 л*мин⁻¹/м²; % от должных величин)</i>				
СИ, л*мин ⁻¹ /м ²	$3,19 \pm 0,07 (138,2 \pm 4,9 \%)$	$3,43 \pm 0,10 (149,4 \pm 4,1 \%)$	$3,44 \pm 0,16 (147,6 \pm 4,4 \%)$	$3,30 \pm 0,06 (139,8 \pm 4,8 \%)$
<i>Общее периферическое сосудистое сопротивление (норма — 900–2500 дин*см/сек⁻⁵; % от должных величин)</i>				
ОПСС, дин*см/сек ⁻⁵	$1499,9 \pm 39,3 (85,8 \pm 2,7 \%)$	$1427,7 \pm 53,86 (82,4 \pm 2,4 \%)$	$1400,2 \pm 70,33 (81,5 \pm 2,89 \%)$	$1428,2 \pm 30,68 (87,6 \pm 3,45 \%)$
<i>Объемная скорость выброса (норма — 220–260; % от должных величин)</i>				
ОСВ, мл/сек	$243,0 \pm 4,77 (115,1 \pm 4,2 \%)$	$256,6 \pm 6,35 (119,5 \pm 4,2 \%)$	$260,3 \pm 11,6 (119,2 \pm 3,17 \%)$	$260,8 \pm 5,26 (114,8 \pm 2,76 \%)$
<i>Работа левого желудочка (норма — 58–104 кГм; % от должных величин)</i>				
РЛЖ, кГм	$87,3 \pm 2,59 (138,1 \pm 4,5 \%)$	$94,1 \pm 3,25 (146,5 \pm 5,1 \%)$	$97,7 \pm 4,56 (151,3 \pm 4,3 \%)$	$103,5 \pm 1,98 (152,4 \pm 5,1 \%)$
<i>Расход энергии на перемещение 1 л крови (норма — 9,3–13,9)</i>				
РЭ, Вт*с/л	$13,1 \pm 0,06$	$12,8 \pm 0,10$	$12,8 \pm 0,11$	$13,0 \pm 0,07$
<i>Показатель сократительной функции сердца (норма — 0,20–0,29)</i>				
ПСФС, усл. ед.	$0,29 \pm 0,005$	$0,27 \pm 0,007$	$0,26 \pm 0,004$	$0,26 \pm 0,003$
ЧСС, уд/мин	$91,2 \pm 1,75$	$85,0 \pm 1,96$	$79,1 \pm 0,88$	$79,5 \pm 1,42$

це 1. В процессе лечения у всех пациентов значения минутного объемного кровотока не выходили за границы допустимых норм, но при процентном сравнении с должными величинами регистрировался гиперкинетический тип реакции гемодинамики, наиболее выраженный у пациентов 20–40 лет: увеличение ударного и сердечного индексов и снижение общего периферического сосудистого сопротивления [9]. При очень низкой двигательной активности (ранний постоперационный период), ограниченной постельным режимом (I уровень), преобладал частотный тип регуляции минутного объема кровообращения — увеличение частоты сердечных сокращений в среднем на 30 %, а ударного объема крови — на 19 % относительно должных величин. При IV уровне (активный двигательный

режим) преобладал амплитудный тип регуляции минутного объема кровообращения — увеличение частоты сердечных сокращений в среднем на 5 % и ударного объема крови — на 35 % относительно должных величин, который в условиях больших физических нагрузок считается энергетически наиболее выгодным.

На основании изучения данных вариационной пульсометрии (табл. 2) было выявлено, что вегетативный гомеостаз при сравнении с должными возрастными значениями, независимо от двигательной активности пациентов, отражал сбалансированный тип регуляции ритма сердца (Мо/ДМо в интервале 0,80–1,15) на фоне повышения активности симпатического отдела вегетативной нервной системы (АМо/ДАМо более 1,15) и сниженной активности

Таблица 2

Расчетные индексы вариационной пульсометрии ($M \pm m$; n – число больных)

Показатели	Группы больных (по уровню двигательной активности)			
	I (n = 39)	II (n = 49)	III (n = 126)	IV (n = 53)
<i>Вегетативный гомеостаз</i>				
Мо / ДМо	0,82 ± 0,05	0,87 ± 0,02	0,91 ± 0,02	0,91 ± 0,02
АМо / ДАМо	1,95 ± 0,12	1,79 ± 0,14	1,80 ± 0,08	1,83 ± 0,10
ВР / ДВР	0,83 ± 0,07	0,80 ± 0,06	0,60 ± 0,10	0,56 ± 0,07
ИВР _{покой}	1078,0 ± 163,9	839,1 ± 122,6	633,3 ± 36,1	766,0 ± 72,6
ИВР _{ортопробы}	–	1104,7 ± 100,5	464,4 ± 25,1	370,6 ± 24,5
ИВР ₁ / ИВР ₂	–	0,75 ± 0,04	1,36 ± 0,04	2,06 ± 0,05
СКО	38,5 ± 6,04	35,1 ± 4,89	30,1 ± 1,37	28,7 ± 2,27
RMSSD	42,9 ± 9,77	32,1 ± 6,37	25,6 ± 1,78	23,9 ± 2,58
<i>Реактивность вегетативной нервной системы</i>				
ИН1	942,6 ± 45,57	644,8 ± 104,5	463,2 ± 29,28	552,8 ± 57,11
ИН2	–	817,9 ± 101,9	384,8 ± 23,17	328,1 ± 26,54
ИН2 / ИН1	–	1,26 ± 0,07	0,83 ± 0,02	0,59 ± 0,09
ИН3	1202,1 ± 147,7	652,9 ± 107,5	496,7 ± 33,0	708,1 ± 72,85
ЧСС	90,1 ± 3,04	84,0 ± 1,92	81,2 ± 0,93	81,2 ± 1,45
ЧСС после ортопробы	–	101,0 ± 1,11	96,0 ± 1,18	99,2 ± 2,34
Экстрасистолы	3,25 ± 0,05	1,41 ± 0,28	1,42 ± 0,12	1,74 ± 0,18
TP(мс ²)	3395,3 ± 236,4	6602,3 ± 200,9	2008,8 ± 172,9	1814,9 ± 261,6
<i>Активность подкорковых нервных центров</i>				
%HF	31,2 ± 4,09	17,1 ± 1,94	20,1 ± 1,31	26,6 ± 2,30
%LF	36,9 ± 2,73	34,8 ± 1,04	32,8 ± 1,11	42,9 ± 2,61
%VLF	34,3 ± 3,81	48,2 ± 2,06	46,1 ± 1,46	30,5 ± 2,76
LF / HF _{покой}	1,18 ± 0,61	2,03 ± 0,25	1,63 ± 0,16	2,56 ± 0,63
LF / HF _{ортопроба}	–	2,73 ± 0,29	1,91 ± 0,19	2,45 ± 0,43
IC	1,69 ± 0,19	1,07 ± 0,17	1,15 ± 0,09	2,11 ± 0,39
IC _{ортопроба}	–	0,28 ± 0,07	3,59 ± 0,59	2,55 ± 0,24

Примечание: Мо – мода ЧСС (уд./мин); ДМо – должные значения моды (уд./мин); АМо – амплитуда моды (%); ДАМо – должные значения амплитуды моды (%); ВР – вариационный размах (с); ДВР – должные значения вариационного размаха (с); ИН – индекс напряжения (%/с*с); ИВР – индекс вегетативного равновесия; СКО – среднее квадратичное отклонение (мс); RMSSD – среднеквадратическое различие; ПАПР – показатель адекватности процессов регуляции; TP – общая спектральная мощность (мс²); %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.

парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (ВР/ДВР менее 0,85) [1].

По средним значениям индекс напряжения в покое при I и II уровне мобильности соответствовал критерию «перенапряжение (дезадаптация) регуляторных систем», а при III и IV — «выраженное напряжение регуляторных систем». Преобладание симпатической регуляции у травматологических больных в процессе лечения аппаратом Илизарова проявлялось на кардиоинтервалограммах уменьшением разброса кардиоинтервалов, увеличением количества однотипных по длительности интервалов — увеличение показателя амплитуды моды кардиоинтервала в 2 раза относительно должных возрастных значений. Уменьшение показателей СКО (нормальные значения — в пределах 40–80 мс) и RMSSD (нормальные значения — в пределах 20–50 мс) у всех пациентов также связано с усилением симпатической регуляции и подавлением активности автономного контура. Достоверное увеличение влияния симпатической системы при IV уровне двигательной активности регистрировалось и по показателю соотношения индекса вегетативного равновесия в покое и после ортопробы (ИВР1 / ИВР2) [6].

Ортопроба только при минимальной двигательной активности (I уровень) выявляла умеренную аритмию, при II–IV уровнях отмечался стабильный ритм частоты сердечных сокращений, которая увеличивалась не более чем на 15–18 уд./мин.

Оценка степени напряжения регуляторных систем по индексу напряжения (ИН) отражает общий уровень симпатоадреналовой активности, уровень активации центральных звеньев регуляторного механизма, в норме он колеблется в пределах 80–150 усл. ед. [1]. Это очень лабильный показатель, который сильно зависит от психоэмоционального состояния обследуемых лиц. Вместе с тем он довольно широко используется как в физиологических исследованиях, так и в клинике.

Средние значения показателя отношения $ИН2 / ИН1$, то есть сравнение интегральных показателей сердечного ритма при переходе из горизонтального в вертикальное положение, у обследуемых со II уровнем соответствовали критерию «гиперсимпатикотоническая вегетативная реактивность» ($ИН2 / ИН1$ — более 1,15 отн. ед.), с III уровнем — «нормальная вегетативная реактивность» ($ИН2 / ИН1$ — 0,85–1,15 отн. ед.), с IV уровнем — «асимпатикотоническая вегетативная реактивность» ($ИН2 / ИН1$ — менее 0,85 отн. ед.).

Показатель суммарной мощности спектра (ТР), отражающий общий уровень нейрогуморальной регуляции организма, у обследуемых с I–III уровнем двигательной активности соответствовал критерию «высокий уровень нейрогуморальной регуляции» (ТР более 2000 мс²), но у пациентов II уровня двигательной активности он был максимальным.

У обследованных при II, III, IV уровнях двигательной активности относительная величина дыхательной составляющей спектра (HF) и доля

медленноволнового компонента 1 и 2 порядков соответствовали норме (%HF = 15–25%; %LF = 30–40%; %VLF = 35–40%). Соотношение относительной мощности диапазонов высоких, низких и очень низких частот соответствовало критерию «усиление влияния симпатической нервной системы» [7, 10].

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Организм на травму костей в условиях остеосинтеза аппаратом Илизарова реагирует увеличением минутного объемного кровотока, что обусловлено не только патологической афферентацией из области перелома и активацией пластических процессов в поврежденных структурах, но и ранним переходом к активному двигательному режиму, энергетическая стоимость которого у больных значительно увеличена [9].

Стабильность фиксации костных отломков в аппарате Илизарова позволяет с первых дней лечения расширять двигательный режим, активизируя пациента. По данным литературы, у травматологических больных при полном сопоставлении концов отломков и отсутствии сопутствующих осложнений двигательная активность в условиях стационара к 20-му дню лечения возрастала до 2–2,5 км/сут и стабилизировалась на этом уровне. Прирост суточной активности определялся и лимитировался высокими энерготратами локомоций, оцениваемыми на основании пульсометрии [5].

Переход из положения лежа в положение стоя в норме ведет к увеличению медленных волн I и II порядка (LF, VLF), отражающих активность вазомоторного центра и влияние высших вегетативных центров на сердечно-сосудистый подкорковый центр, и, соответственно, увеличивается индекс вагосимпатического взаимодействия и снижается индекс централизации. VLF также является чувствительным индикатором управления метаболическими процессами и хорошо отражает энергодефицитные состояния. Функциональная ортопроба при II уровне двигательной активности выявляет увеличение индекса вагосимпатического взаимодействия в среднем на 34 % ($p \leq 0,05$) при снижении индекса централизации на 74 % ($p \leq 0,05$) за счет снижения доли дыхательных волн и медленных волн I порядка и значительного увеличения доли медленных волн II порядка. Расчетный показатель индекса централизации (IC) взаимосвязан с интегральными характеристиками функционального состояния, и уменьшение его указывает на снижение толерантности к гипоксии и ухудшение процессов адаптации, а увеличение — на интеграцию большего количества звеньев подкорковых нервных центров в активную регуляцию функций сердечно-сосудистой системы [4, 7]. Увеличение при III уровне двигательной активности индекса вагосимпатического взаимодействия на 17 % ($p \geq 0,05$) и индекса централизации на 112 % ($p \leq 0,05$) можно интерпретировать как уменьшение влияния нейрогуморальных и психогенных факторов на сердечный ритм при увеличении влияния вазо-

моторного центра, опосредуемого активностью симпатического звена вегетативной регуляции. У пациентов с IV уровнем двигательной активности изменения значений расчетных индексов были недостоверны.

Частота встречаемости различной степени напряжения регуляторных систем, по данным итоговой диагностической оценки по показателю адекватности регуляторных систем, представлена в таблице 3. При всех уровнях двигательной активности преобладает выраженное напряжение регуляторных систем с активной мобилизацией защитных механизмов. При увеличении двигательной активности (II уровень) возрастает доля пациентов, чье состояние вегетативной нервной системы оценивается как оптимальное, и отсутствуют пациенты, чье состояние вегетативной нервной системы оценивается как истощение, и срыв адаптационных механизмов регуляции.

Но при дальнейшем увеличении двигательной нагрузки возрастает доля пациентов с оценкой по показателю адекватности регуляторных систем «перенапряжение» и «истощение регуляторных систем» (в III группе 57 человек). Из них 20 человек (35 %) имели сопутствующие заболевания сердечно-сосудистой системы. Частота сердечных сокращений у этих пациентов в состоянии покоя составила $88 \pm 2,4$ уд./мин и после ортопробы увеличивалась на 20–22 уд./мин, что может свидетельствовать о высоких энерготратах больных при ходьбе. Оценка вегетативного гомеостаза соответствовала сбалансированному типу регуляции ритма сердца на фоне повышения активности симпатического отдела вегетативной нервной системы и сниженной активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Средние значения показателя ИН2 / ИН1 составили 0,70–0,80 отн. ед., достоверно не отличаясь от значений у пациентов с III–IV уровнями мобильности, и соответствовали критерию «асимпатикотоническая вегетативная реактивность». То есть реактивность вегетативной нервной системы определялась объемом двигательной активности пациентов и не зависела от энерготрат больных при ходьбе. Но спектральный анализ

кардиоинтервалографии показал, что в положении «лежа» и «стоя» преобладала доля медленноволнового компонента 1-го порядка (до 60 %), которая отражала активность вазомоторного центра.

Переход из положения «лежа» в положение «стоя» приводил к уменьшению доли медленных волн I и II порядка (LF, VLF) за счет увеличения доли быстрых волн, и, соответственно, уменьшался индекс вагосимпатического взаимодействия на 42 % и увеличивался на 9 % индекс централизации. Это интерпретировалось как увеличение степени торможения активности автономного контура регуляции и снижение активности вазомоторного центра.

По данным интегральной реографии тела, у этих больных в регуляции минутного объемного кровотока преобладал амплитудно-частотный тип — увеличение частоты сердечных сокращений в среднем на 25 %, а ударного объема крови — на 29 % относительно должных величин.

ВЫВОДЫ

1. Вегетативный гомеостаз не зависит от двигательной активности пациентов.
2. Увеличение двигательной активности пациентов с закрытыми переломами длинных трубчатых костей в процессе лечения аппаратом Илизарова влияет на реактивность вегетативной нервной системы и проявляется в усилении симпатической регуляции, которая подавляет активность автономного контура и уменьшает влияния нейрогуморальных и психогенных факторов на сердечный ритм.
3. Увеличение после ортопробы индекса вагосимпатического взаимодействия является критерием возможности дальнейшего расширения двигательного режима пациентов.
4. Регистрация в покое по данным итоговой диагностической оценки показателя адекватности регуляторных систем типов: «истощение регуляторных систем» и «срыв адаптационных механизмов регуляции» и уменьшение индекса вагосимпатического взаимодействия после ортопробы являются одними из критериев уменьшения двигательного режима пациентов.

Таблица 3
Процент регистрации типов итоговой диагностической оценки по показателю адекватности регуляторных систем (ПАРС)

Показатель	Группы больных (по уровню двигательной активности)			
	I (n = 39)	II (n = 49)	III (n = 126)	IV (n = 53)
Состояние оптимального рабочего напряжения	—	3,8 %	4,6 %	3,4 %
Умеренное напряжение регуляторных систем с вовлечением дополнительных функциональных резервов	2,2 %	11,5 %	16,4 %	18,9 %
Выраженное напряжение регуляторных систем с активной мобилизацией защитных механизмов	57,7 %	76,9 %	55,5 %	56,8 %
Перенапряжение регуляторных систем	24,4 %	7,7 %	21,1 %	17,2 %
Истощение регуляторных систем	6,6 %	—	1,5 %	3,4 %
Срыв адаптационных механизмов регуляции	8,8 %	—	—	—
Итого	100 %	100 %	100 %	100 %

ЛИТЕРАТУРА

1. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ сердечного ритма при стрессе. — М.: Наука, 1984. — 167 с.
2. Инструментальные методы исследования сердечно-сосудистой системы: справочник / под ред. Т.С. Виноградовой. — М.: Медицина, 1986. — С. 281 — 299, 340 — 364.
3. Куберг М.Б. и др. Кардиоинтервалография в оценке реактивности и тяжести состояния больных детей: метод, реком. — М., 1985. — 10 с.
4. Ошевенский Л.В., Кустов Л.М. Кардиоинтервалография и вариационная пульсометрия: метод, пособие. — Н. Новгород, 2002. — 9 с.
5. Пешкова Н.Б. Функциональное развитие вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы человека в онтогенезе // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. — 2008. — Т. 94, № 3. — С. 267 — 275.
6. Попова Л.А. Организация экспертизы и обоснование сроков нетрудоспособности больных при лечении переломов костей конечностей методом Илизарова: метод, рек. — Курган, 1994. — 13 с.
7. Сиражетдинов Р.Р., Свешников А.А., Смотров Л.А. Состояние центральной гемодинамики у больных с переломами костей голени, леченных по Илизарову // Гений ортопедии. — 1999. — № 3. — С. 52 — 55.
8. Флейшман А.Н. Медленные колебания кардиоритма и феномены нелинейной динамики // Матер. 3-го Всерос. симпозиума «Медленные колебательные процессы в организме человека». — Новокузнецк, 2001. — С. 49 — 61.
9. Чапоров В.Н. Реакция системной кардиогемодинамики на прогрессирующую гипоксию и гиперкапнию // Мат. Всерос. науч. конф. — СПб., 1999. — С. 318 — 319.
10. Шевелев О.А. и др. Внутрикостная рецепция в патогенезе вертебро-кардиального синдрома // Вестн. Рос. ун-та дружбы народов. — 2000. — № 3. — С. 139 — 140.
11. Шевцов В.И. и др. Некоторые физиологические критерии перевода стационарных ортопедо-травматологических больных на амбулаторный режим лечения // Актуальные проблемы чрескостного остеосинтеза по Илизарову: сб. науч. трудов. — Курган, 1987. — Вып. 12. — С. 92 — 98.
12. Щуров В.А. и др. Функциональная реабилитация больных с открытыми диафизарными переломами бедра и голени при лечении по Илизарову // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. — 1999. — № 1, Т. 2. — С. 63 — 65.
13. Elstad M., Toska K., Walloe L. Model simulations of cardiovascular changes at the onset of moderate exercise in humans // J. Physiol. — 2002. — N 2. — P. 719 — 728.
14. Scott A.C. et al. Contribution of skeletal muscle «ergoreceptors» 2000 in the human leg to respiration control in chronic heart failure // J. Physiol. — 2000. — N 3. — P. 863 — 870.
15. Stebbins C.L., Walser B., Jafarzadeh M. Cardiovascular responses to static and dynamic contraction during comparable workloads in humans // Amer. J. Physiol. — 2002. — N 3, Vol. 2. — R568 — R575.

Сведения об авторах

Долганова Тамара Игоревна — доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела физиологии Российского научного центра «Восстановительная травматология и ортопедия» имени академика Г.А. Илизарова Росмедтехнологий (640014, г. Курган, ул. М. Ульяновой, д. 6; тел.: 8 (3522) 45-27-36, 45-42-86, факс: 8 (3522) 45-40-60; e-mail: rjik532007@rambler.ru).

Самусенко Дмитрий Валерьевич — кандидат медицинских наук, заведующий лабораторией экспериментальной травматологии и ортопедии Российского научного центра «Восстановительная травматология и ортопедия» им. академика Г.А. Илизарова, Росмедтехнологий.

Карасев Анатолий Григорьевич — доктор медицинских наук, старший научный сотрудник научно-клинической лаборатории травматологии Российского научного центра «Восстановительная травматология и ортопедия» им. академика Г.А. Илизарова, Росмедтехнологий.