

## **Динамика функционального состояния сердечно-сосудистой системы при проведении курса ГБО**

**В.А. Щуров, Е.В. Николайчук**

### **The dynamics of cardiovascular system functional state during HBO course performing**

**V.A. Shchourov, E.V. Nickolaichouck**

Федеральное государственное учреждение

«Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова Росмедтехнологий», г. Курган (генеральный директор — заслуженный деятель науки РФ, член-корреспондент РАМН, д.м.н., профессор В.И. Шевцов)

Проведен анализ динамики частоты пульса и артериального давления до и после проведения 10-15 сеансов гипербарической оксигенации у 30 добровольцев и 30 больных с закрытыми и открытыми переломами костей голени в условиях лечения по Илизарову. Выявлено, что на протяжении первых 6-7 сеансов у больных второй группы увеличиваются парасимпатические влияния на работу сердца. В тех случаях, когда показатели тонуса парасимпатической нервной системы возрастают на протяжении первых сеансов ГБО и в последующем медленно возвращаются к исходному уровню, сроки фиксации оказываются относительно больше. У больных с открытыми переломами берцовых костей восстановление исследуемых показателей наблюдалось значительно позже, к 14-15-му сеансу ГБО.

Ключевые слова: чрескостный остеосинтез, гипербарическая оксигенация, частота пульса, артериальное давление.

The analysis of the dynamics of pulse rate and arterial pressure has been made before and after conducting 10-15 sessions of hyperbaric oxygenation in 30 volunteers and 30 patients with closed and open fractures of leg bones under treatment according to Ilizarov. It has been revealed that parasympathetic effects on heart activity increase through the first 6-7 sessions in patients of the second group. In the cases, when the measurements of parasympathetic nervous system tonus increase during the first HBO sessions and slowly return to the initial level subsequently, periods of fixation are found to be comparatively more. In patients with open fractures of leg bones the restoration of the parameters studied was observed much later, by 14-15 session of HBO.

Keywords: transosseous osteosynthesis, hyperbaric oxygenation, pulse rate, arterial pressure.

Прогнозирование лечебного эффекта при проведении дополнительного курса гипербарической оксигенотерапии (ГБО) в клинике ортопедии и травматологии является трудной и далеко нерешенной задачей [5, 2]. Эффект ГБО складывается из ряда составляющих, важнейшими из которых являются реактивность организма, адекватность его реакции на воздействие гипероксидации. Важно проследить в динамике изменение реакции организма больного на проведении процедур ГБО, оценить степень этого воздействия в зависимости от этапа, силы и длительности применения курса лечения.

Индикатором повышения напряженности работы функциональных систем организма принято считать изменение работы центрального звена аппарата кровообращения, обеспечивающего переменные энергетические потребности организма [1, 3].

Целью настоящего исследования было определение влияния проведения курса гипербарической оксигенации (ГБО) на работу сердца у практически здоровых людей и у больных с травмами костей голени разной тяжести в процессе лечения по Илизарову.

#### МЕТОДИКА

Обследовано 3 группы людей. Первую составили практически здоровые добровольцы (30 чел.), вторую – 20 больных с закрытыми и третью – 10 больных с открытыми переломами костей голени в процессе лечения по методике Илизарова. Обследуемые первых двух групп проходили курс ГБО (10 ежедневных сеансов) в односторонней лечебной барокамере БЛКС-303 МК, при  $P_{O_2}$  1,4-1,8 АТА. У больных с открытыми переломами курс продолжался до 15 сеансов.

В динамике наблюдения проводилось исследова-

ние частоты сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин), систолического и диастолического артериального давления (АД, мм рт. ст.). Для оценки динамики состояния тонуса вегетативной нервной системы рассчитывали вегетативный индекс Кердо (ВИК) по формуле:

$$\text{ВИК} = [1 - (\text{ДАД} / \text{ЧСС})] * 100.$$

Значения показателя со знаком (-) означает преобладание ваготонии, а со знаком (+) симпатикотонии. Положительный индекс Кердо свидетельствует об усилении процессов катаболиз-

ма, характерного для напряженного функционирования и расходования резервов организма, отрицательный – о более благоприятном анатомическом варианте метаболизма и экономном режиме работы системы транспорта и утилиза-

ции кислорода. Этот показатель отражает степень приспособления организма к окружающим условиям. Кроме того, рассчитывались индекс Робинсона [6] и минутный объем сердца по Н.Н. Савицкому [4].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

У обследуемых первой группы до начала курса ГБО параметры центральной гемодинамики не выходили за пределы нормы. В динамике лечения происходили изменения в состоянии работы сердца. В частности, показатели пульса и АД снижались к 6-7 сеансам. ЧСС достоверно уменьшилась с 76 до 70 уд/мин. Систолическое давление, составлявшее до начала первого сеанса 119 мм рт. ст., опускалось до 111 мм. рт. ст. (табл. 1). Диастолическое АД существенно не изменялось. После 6 сеанса ГБО величины ЧСС и систолического АД начинали возрастать, приближаясь к исходным значениям.

Таблица 1

Динамика показателей кровообращения здоровых обследуемых, (n=30)

Сеанс	Частота пульса		АД систолическое		АД диастолическое	
	До сеанса	После сеанса	До сеанса	После сеанса	До сеанса	После сеанса
1	76±2,0	71±1,6	119±3,4	118±3,8	77±2,6	75±2,4
2	75±1,6	68±1,4	117±3,5	120±3,3	77±2,2	75±2,8
3	74±1,8	69±1,6	113±2,7	118±3,0	75±1,9	74±2,1
4	73±1,7	68±1,6	116±3,0	119±3,5	75±2,1	76±2,3
5	72±1,5	67±1,1	113±3,4	116±3,4	76±2,0	74±2,3
6	70±1,2*	65±1,1*	116±3,3	117±3,3	75±2,1*	77±2,2
7	71±1,3	67±1,2	111±2,5	114±2,2	75±1,8	75±2,1
8	73±1,9	66±1,3	116±3,4	114±3,0	74±2,3	73±2,0
9	73±1,3	70±1,3	115±3,5	115±2,7	74±1,8	74±2,1
10	74±1,4	70±1,6*	113±3,3	117±3,2	74±2,0	74±2,0

Примечание: \* Различия достоверны по сравнению с исходными показателями или показателем 6 сеанса.

Показатель тонуса вегетативной нервной системы, определяемый до и после сеанса, составил соответственно -1 и -5 (рис. 1). К 6-му сеансу курса ГБО отмечалось снижение величины индекса, соответственно до -5 и -13 (ваготония). К 10-му сеансу индекс Кердо возвратился к исходному уровню (0 и -5).

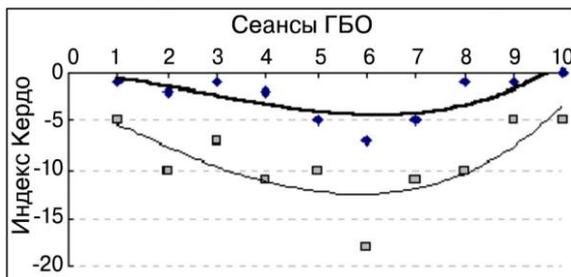


Рис. 1. Динамика вегетативного индекса Кердо до проведения сеансов ГБО (верхний график) и после их проведения (нижний график)

Состояние насосной функции сердца оценивалось по величине минутного объема кровото-

ка (МОК). Различие показателей до и после сеанса были незначительны. По мере прохождения курса ГБО величина МОК неуклонно снижалась до 7-го сеанса, возвращаясь к исходному уровню в конце курса (рис. 2). Подобная динамика характерна и для индекса Робинсона.

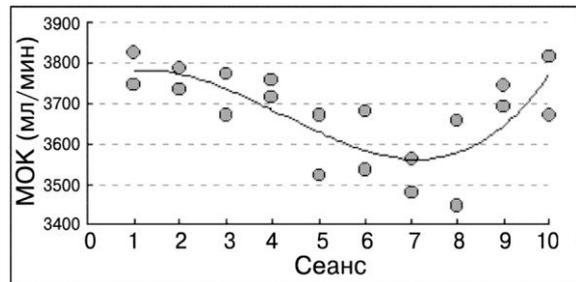


Рис. 2. Динамика МОК в течение курса ГБО у здоровых обследуемых

Таким образом, у практически здоровых людей наблюдалось снижение ЧСС и уровня АД после каждого сеанса ГБО. При проведении курса ГБО в течение первых 6 сеансов повышался тонус парасимпатической нервной системы, достоверно уменьшалась ЧСС, становился меньше МОК и АД. Однако к окончанию курса указанные показатели возвращались к исходному уровню.

У обследуемых второй группы с закрытыми переломами костей голени в процессе лечения, также как и у здоровых обследуемых, отмечалось повышение тонуса парасимпатической нервной системы, что выражалось в снижении показателей АД. Это снижение продолжалось на протяжении 10 сеансов ГБО (табл. 2). Динамику снижения систолического АД можно описать уравнением линейной регрессии:

$$АД_c = 118 - 0,93 * n; r = -0,923.$$

Таблица 2

Динамика показателей кровообращения у пациентов с закрытыми переломами костей голени, (n=20)

Сеанс	Частота пульса		АД систолическое		АД диастолическое	
	До сеанса	После сеанса	До сеанса	После сеанса	До сеанса	После сеанса
1	80,1±3,1	73,3±3,1	113,9±5,0	113,7±3,5	73,2±3,1	73,2±2,3
2	78,3±3,4	69,7±1,9	117,1±4,7	112,6±4,1	75,8±2,6	72,6±2,8
3	77,8±3,6	71,8±2,3	116,1±5,1	113,9±5,1	72,9±3,0	73,2±2,8
4	74,9±2,9	67,8±1,6	114,2±4,4	105,0±3,8	74,7±2,6	72,7±2,6
5	74,1±2,2	68,1±1,6	112,9±4,3	109,2±4,2	72,1±3,0	72,1±2,9
6	73,5±1,8	66,1±1,6	113,4±4,1	113,1±5,0	74,5±3,1	74,7±2,8
7	72,5±1,7	67,4±1,6	110,0±3,3	112,9±3,5	75,5±2,3	74,2±2,7
8	74,9±2,8	68,5±1,8	108,9±3,7	107,4±4,6	71,3±2,4	70,5±2,7
9	77,5±4,0	70,0±2,6	110,8±4,0	108,7±3,4	73,2±2,8	70,5±2,6
10	75,9±2,4	68,9±2,0	109,7±3,5	105,8±3,7	70,5±2,2	68,9±3,0

Значения ЧСС на протяжении курса ГБО у разных больных изменялись неодинаково. Можно выделить 3 варианта изменения ЧСС. У трети больных (6 чел.) динамика ЧСС была такой же, как у здоровых обследуемых первой группы: показатель с 80,1 уд/мин. снизился к 6-му сеансу до 70 уд/мин., а к концу лечения повысился до 86 уд/мин. (рис. 2). При этом индекс хронотропной реакции (ИХР) сердца, оцениваемый по величине относительного снижения ЧСС после каждого сеанса, возрос с 4 % до 10-14 %. Эта реакция свидетельствовала о нормальном процессе адаптации к проводимому курсу ГБО.

У большинства больных второй группы ИХР сердца в начале курса ГБО был наибольшим. В процессе лечения ЧСС снижалась. У больных третьей группы ЧСС в начале курса была также наиболее высокой, а ИХР достигал 11 %. На протяжении 15 сеансов шло снижение исходной ЧСС и уменьшение ИХР (рис. 3, 4).

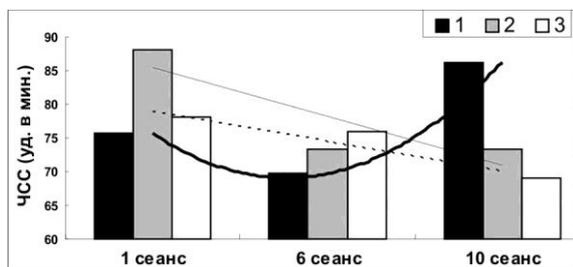


Рис. 3. Варианты (1, 2, 3) изменения ЧСС в процессе курса ГБО у больных 2-й группы

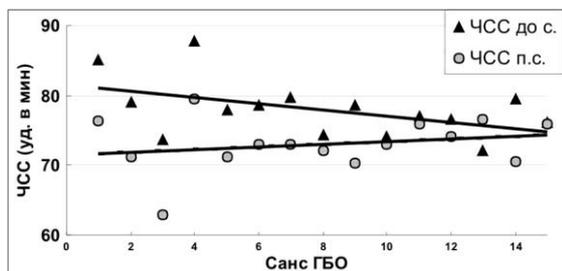


Рис. 4. Динамика ЧСС до и после сеансов ГБО у больных третьей группы

Систолическое артериальное давление у больных с закрытыми переломами костей на протяжении курса лечения ГБО имело тенденцию к снижению к 6-8-му сеансу с последующим восстановлением. При этом имелись характерные пики снижения показателя при проведении 6-8 сеансов ГБО (рис. 5). У больных второй группы при третьем варианте реакции сердца наблюдался ещё один ранний пик снижения АД при проведении 4-го сеанса ГБО. Минутный объём сердца был наименьшим при проведении 6-го и 7-го сеансов.

Дополнительно проведенное биохимическое исследование плазмы крови у больных второй группы выявило снижение содержания диеновых конъюгатов после курса ГБО в 3 раза по

сравнению с соответствующими показателями до ГБО. У больных с сохранением преобладания тонуса парасимпатической регуляции в конце курса ГБО отмечалось возрастание уровня малонового диальдегида, являющегося показателем состояния перекисного окисления липидов.

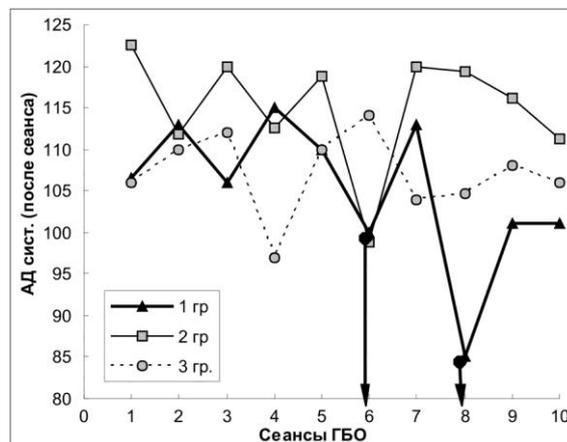


Рис. 5. Динамика систолического АД после сеансов ГБО в 3 группах больных

У больных с открытыми переломами костей голени на кривой уровня артериального давления в динамике лечения отчетливо выявилось два пика снижения показателя (3 и 10 сеансы), с последующим восстановлением его к концу курса ГБО (рис. 6). Индекс хронотропной реакции сердца, повышающийся к 3-му сеансу до 17,2, неуклонно снижался (рис. 7).

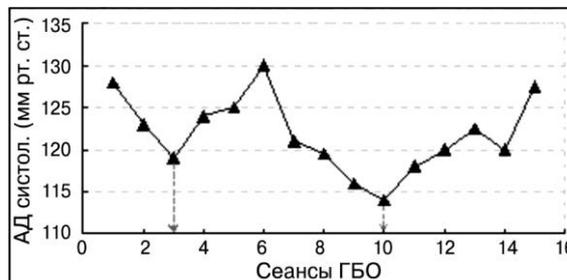


Рис. 6. Систолическое АД при проведении курса ГБО у больных с открытыми переломами костей голени

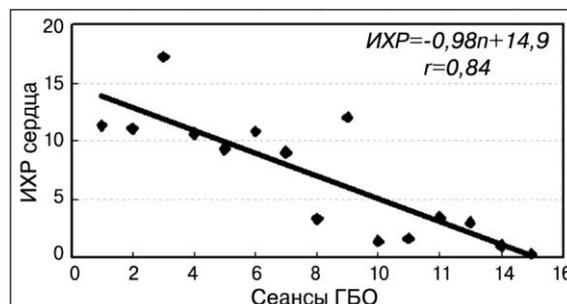


Рис. 7. Индекс хронотропной реакции сердца у больных с открытыми переломами костей голени при проведении курса ГБО

Таким образом, у здоровых людей и больных 2-й группы с первым вариантом реакции сердца, после проведения первых 5-7 сеансов ГБО на-

блюдалось повышение тонуса парасимпатической нервной системы, которое купировалось к концу лечения. У остальных больных на всем протяжении курса ГБО происходило снижение не только АД, но и ЧСС. Индекс Кердо или не менялся, или также снижался.

При сравнении сроков фиксации костных отломков с помощью аппарата Илизарова выявлено, что они несколько больше у больных мужского пола, чем у женщин (12 %). Поэтому мы оценивали влияние реактивности сердечно-сосудистой системы при травме на сроки лечения только у больных мужского пола с закрытыми винтообразными переломами. Выявленное снижение показателей сопровождалось увеличением срока фиксации по сравнению с больными других подгрупп на 16 % (соответственно  $59,5 \pm 7,4$  и  $69 \pm 1,5$  дней).

Как показали наши специальные исследования [2], различие в сроках лечения больных компенсировалось в период последующей функциональной реабилитации. Срок фиксации конечности в аппарате у больных с открытыми переломами составил  $100,3 \pm 8,5$  дня.

Следовательно, при более тяжелых повреждениях опорно-двигательной системы наблюдалась более ранняя первичная парасимпатическая реакция на проведение курса ГБО, которая сменялась типовой, характерной для больных с легкими повреждениями и здоровых обследуемых. Однако сроки ее развития замедлены, и восстановление баланса вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы наблюдалось при проведении курса лечения более 10 сеансов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Баевский, Р. М. Прогнозирование состояния на грани нормы и патологии / Р. М. Баевский. - М. : Медицина, 1979. - 298 с.
2. Николайчук, Е. В. Клинико-физиологическое обоснование применения гипербарической оксигенации при лечении больных с закрытыми переломами костей голени : автореф. дис... канд. мед. наук / Е. В. Николайчук. - Курган, 2004. - 23 с.
3. Гипербарическая оксигенация и сердечно-сосудистая система / Б. В. Петровский [и др.]. - М. : «Наука», 1987. - 326 с.
4. Савицкий, Н. Н. Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики / Н. Н. Савицкий. - Л. : Медицина, 1974. - 311 с.
5. Сазонова, Н. В. Эффективность гипербарической оксигенации при удлинении конечностей методом чрескостного distractionного остеосинтеза у детей и подростков : автореф. дис... канд. мед. наук / Н. В. Сазонова. - Курган, 2002. - 23 с.
6. Robinson, B. Relation pulse rate and systolic blood pressure with the onset of pain in angina pectoris / B. Robinson // Circulation. - 1967. - Vol. 35, No 5. - P. 1073-1083.

Рукопись поступила 15.12.06.