УДК 57.022:[616.717/.718-001.5+616.832]

ОЦЕНКА РЕАКТИВНОСТИ ОРГАНИЗМА ПАЦИЕНТОВ С ТРАВМАМИ КОНЕЧНОСТЕЙ И СПИННОГО МОЗГА

В.А. Щуров, Е.В. Николайчук, И.И. Мартель, Л.Ю. Горбачева

ФГУ «РНЦ «Восстановительная травматология и ортопедия имени академика Г.А. Илизарова Росмедтехнологий», г.Курган, shchurovland@mail.ru

У различных групп пациентов при заболеваниях и травмах нижних конечностей и повреждениях спинного мозга в процессе лечения по методу Илизарова проведен курс гипербарической оксигенации (ГБО). В динамике проведения курса выявлено повышение тонуса парасимпатической системы, заключающееся в снижении частоты пульса и уровня АД. Это снижение купируется к концу курса ГБО. Сроки восстановления баланса тонуса симпатической и парасимпатической систем могут служить критерием при определении необходимой продолжительности курса ГБО. Снижение минутного объема сердца является ответной реакцией, защищающей ткани головного мозга от воздействия избытка кислорода.

Ключевые слова: гибербарическая оксигенация, переломы костей, кровообращение.

EVALUATION OF HUMAN ORGANISM REACTIVITY IN PATIENTS WITH LIMB OR SPINAL CORD INJURIES

V.A.Shchurov, E.V,Nikolaychuk, I.I.Martel, L.U.Gorbachova

Federal state institution Russian Ilizarov Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopaedics», Kurgan, shchurovland@mail.ru

Different groups of patients with limb or spinal cord diseases and injuries underwent a course of hyperbaric oxygenation (HBO) procedures during their treatment with the Ilizarov method. It was revealed that the tonus of the parasympathetic system decreased and resulted in heart rate and arterial blood pressure values reduction during the course. The period of sympathetic and parasympathetic system tonus recovery can be a criterion for defining the required HBO treatment course. The decrease in a heart minute volume is a response that protects the brain tissues from the impact of excessive oxygen.

Keywords: fractures of bones, a circulation.

В современной медицинской практике наряду со специфическими методами лечения применяются дополнительные эффективные средства воздействия, способствующие сокращению сроков лечения или повышению уровня функциональной реабилитации больных [7, 8]. Прогнозирование эффекта от таких методов является трудной и далеко не решенной задачей, поскольку эффект зависит не только от силы и длительности применяемых дополнительных методик воздействия, но и от состояния реактив-

ности организма, меняющейся в процессе лечения. Общепризнанным индикатором повышения напряженности работы функциональных систем принято считать изменение работы центрального звена аппарата кровообращения, обеспечивающего переменные энергетические потребности организма [1]. Например, по реакции со стороны сердечно-сосудистой системы на гипербарическую оксигенацию (ГБО) можно объективно подойти к выбору оптимального для данной группы больных режима лечения [5]. При этом важно разграничить реакцию во время проведения отдельного сеанса ГБО и реакцию, сохраняющуюся на протяжении курса лечения.

Наиболее характерной реакцией сердца на действие ГБО является снижение минутного объема крови [2, 5, 12]. При этом, если в ходе сеанса возникает тахикардия, ее можно рассматривать как реакцию на начинающуюся кислородную интоксикацию.

Предполагается, что ответные физиологические реакции организма на гипероксию являются результатом, с одной стороны, выключения постоянно действующего в обычных условиях гипоксического стимула, с другой — констрикторными реакциями сосудов и перераспределением периферического кровотока, которые определяются прямым влиянием кислорода на сократительный аппарат гладких мышц стенок сосудов [12]. Кроме того, снижение силы сердечных сокращений при действии ГБО может носить рефлекторный характер, заключающийся в ослаблении симпатических влияний при угнетении активности каротидных хеморецепторов и снижении секреции катахоламинов надпочечниками [11].

Целью настоящего исследования была проверка гипотезы о том, что снижение минутного объема сердца может явиться защитной реакцией организма на изменение оксигенации головного мозга, органа наиболее чувствительного как к недостатку, так и к избытку кислорода [9]. Анализируя реакцию сердца у пациентов в условиях проведения курса (ГБО), мы надеемся по направленности динамики минутного объема сердца оценить адекватность выбранных режимов воздействия и реактивность организма больных с заболеваниями и травмами конечностей и спинного мозга.

Объем и методы исследования

Исследование показателей деятельности сердечно-сосудистой системы проведено у контрольной группы практически здоровых добровольцев (30 человек), а также у групп травматологических больных, лечение которых осуществлялось методом чрескостного остеосинтеза по Илизарову. У 20 больных были закрытые и у 10 открытые переломы костей голени, у 5 больных острые повреждения и у 6 больных последствия повреждений спинного мозга. Все группы обследуемых проходили курс ГБО (10 ежедневных сеансов) в одноместной лечебной барокамере БЛКС-303 МК, при парциальном давлении кислорода 1,3-1,5 АТА. У больных с открытыми переломами костей голени курс продолжался 15 сеансов.

В динамике наблюдения проводилось исследование показателей центральной гемодинамики: частоты сердечных сокращений (ЧСС), систолического и диастолического АД. Процент снижения ЧСС после курса ГБО расценивался как индекс хронотроп-

ного резерва сердца. Для оценки динамики состояния тонуса вегетативной нервной системы рассчитывали вегетативный индекс Кердо (ВИК). Положительный индекс Кердо свидетельствует об усилении процессов катаболизма, характерного для напряженного функционирования и расходования резервов организма, отрицательный — о более благоприятном анатомическом варианте метаболизма и экономном режиме функционирования. Этот показатель отражает степень приспособления организма к окружающим условиям. Кроме того, рассчитывался минутный объем сердца [6]. У 30 обследуемых контрольной группы и у 5 больных с закрытыми травмами голени определена скорость кровотока по эстракраниальным и интракраниальным артериям с помощью метода ультразвуковой допплерографии.

Результаты исследований

У практически здоровых людей до начала курса ГБО параметры центральной гемодинамики не выходили за пределы нормы. В процессе прохождения сеанса ГБО наблюдалось типичное снижение частоты пульса. По степени этого снижения мы определяли индекс хронотропного резерва сердца. Обычно к началу каждого сеанса частота пульса и артериальное давление также оказывались относительно ниже, чем в предшествующий день. Наиболее выраженным снижение параметров было к 6-7 сеансу ГБО. Систолическое давление, составлявшее до первого сеанса 119 ±3,4, снижалось до 114±2,2 мм.рт.ст., ЧСС — с 76±2,0 уд/мин уменьшалась до 70±1,2 уд/мин. К концу курса ГБО продолжало оставаться низким лишь диастолическое АД, что свидетельствовало об уменьшении периферического сосудистого сопротивления. При этом восстанавливался тонус симпатической нервной системы, о котором мы судили по величине вегетативного индекса Кердо.

Все показатели после проведения процедуры ГБО были ниже, чем перед сеансом (рис. 1). У обследуемых контрольной группы перед проведением курса ГБО показатель тонуса вегетативной нервной системы, определяемый по индексу Кердо, до сеанса составил –1. При проведении курса ГБО к 6 сеансу отмечалось снижение индекса до –5 (ваготония). Выраженная ваготония наблюдалась сразу после окончания каждого сеанса ГБО. К 10 сеансу индекс Кердо возвращался к 0. Нормализация показателей в конце курса лечения свидетельствует о снижении чувствительности хеморецепторов и уменьшении защитной реакции на воздействие

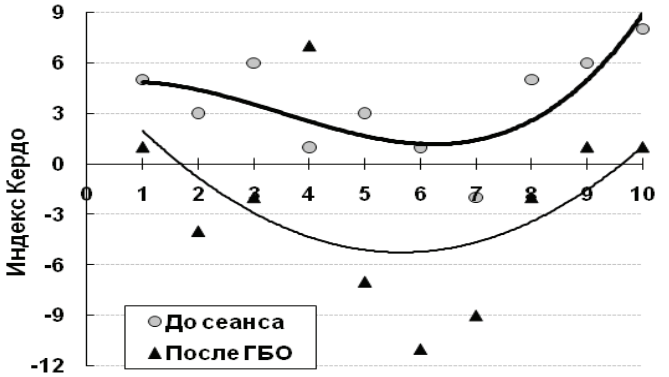

Рис. 1. Динамика вегетативного индекса Кердо во время проведения курса ГБО у больных с закрытыми переломами костей голени (до и после проведения сеансов)

гипероксии (рис. 1). Если в чувствительных к избытку кислорода органах к этому времени не сформировались собственные защитные механизмы, возможно повреждающее действие кислорода на ткани. Поэтому курс лечения обычно завершают.

Оценку состояния насосной функции сердца производили по величине минутного объема сердца (МО). Длительность периода снижения этого показателя характеризовала реактивность организма обследуемых. У больных с закрытыми переломами костей голени по мере прохождения курса ГБО величина МО снижалась до 6 сеанса, возвращаясь к исходному уровню в конце курса. У больных с открытыми переломами костей голени снижение показателей работы сердца продолжалось до 10-12 сеанса ГБО (рис. 3, 4). Этим обусловлено увеличение курса лечения данной группы больных до 15 сеансов. В группе больных с открытыми переломами костей голени индекс хронотропного резерва сердца неуклонно уменьшался (рис. 5), что свидетельствует о постепенной адаптации регуляторных систем к воздействию гипербарического кислорода.

У больных с острой спинальной травмой и ишемией спинного мозга в условиях применения ГБО в течение первых 5 сеансов наблюдалась симпатикотония (вегетативный индекс Кердо равен 2,2) и лишь после восьмого сеанса отмечалось преобладание ваготонии (ВИК равен -7,0). До конца курса ГБО не успевало произойти нормализации тонуса вегетативной системы.

Напротив, при оперативном лечении застарелых спинальных травм ваготония начинала развиваться уже после 3 сеанса ГБО и продолжалась до 7 сеанса, после чего баланс тонуса вегетативной нервной системы восстанавливался.

Типичная парасимпатикотония уже после 3-го сеанса ГБО наблюдалась при оперативном лечении больных с посттравматическими расстройствами гемоциркуляции, диабетической ангиопатией. При лечении больных с облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей повышение тонуса парасимпатической системы развивалось лишь после 8 сеансов ГБО.

Чем выше реактивность организма больных, тем более выражено ограничение

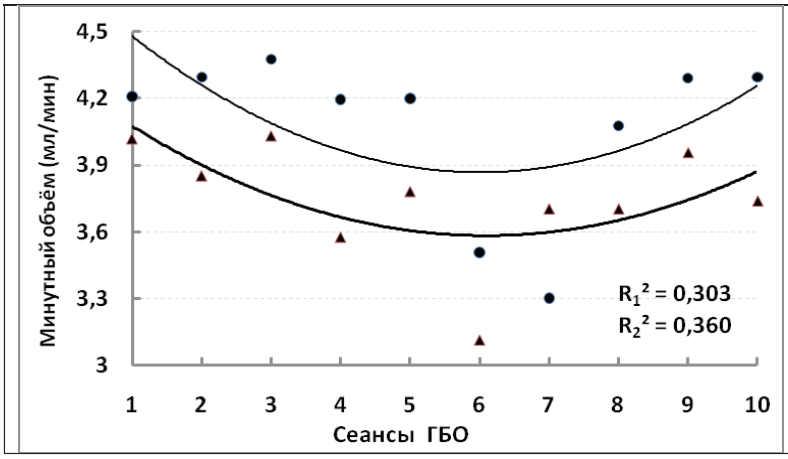

Рис. 2. Динамика минутного объема сердца до и после сеансов ГБО (соответственно верхняя и нижняя кривая) у больных с закрытыми переломами костей голени.

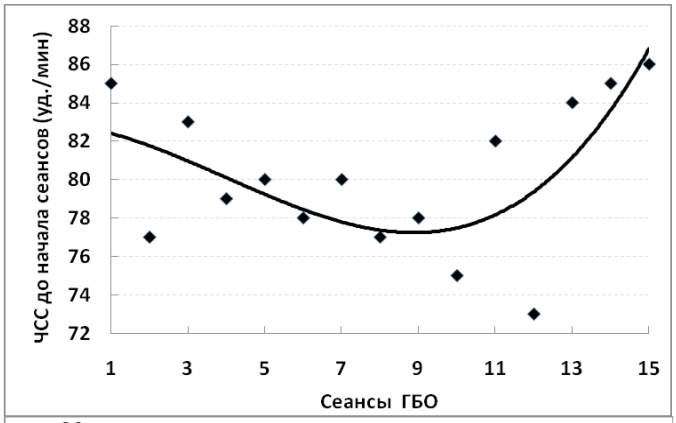

Рис. 3. Динамика частоты сердечных сокращений перед сеансами ГБО у больных с открытыми травмами голени

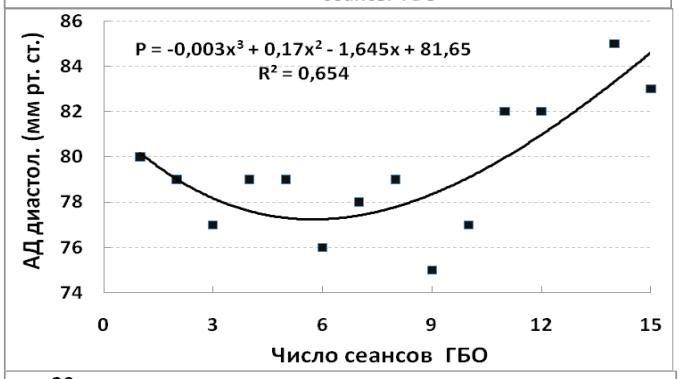

Рис. 4. Диастолическое АД после сеанса при проведении курса ГБО у больных с открытыми переломами костей голени.

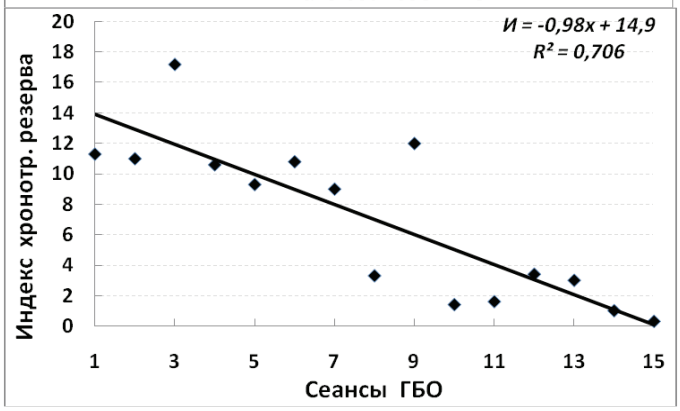

Рис. 5. Индекс хронотропного резерва сердца у больных с открытыми переломами костей голени при проведении курса ГБО

влияния симпатической системы на функцию сердца, следовательно, больше индекс хронотропного резерва миокарда. Этот индекс наиболее высокий у больных с последствиями ранее перенесенной спинальной травмы и самый низкий у больных с острой спинальной травмой (рис. 6).

Обсуждение результатов исследования

О депрессивном влиянии кислорода на сократительную функцию миокарда и на скорость регионарного кровотока было известно давно, с тех пор как начали применять гипербарическую оксигенацию [12]. Степень отрицательного хронотропного и инотропного влияния на сердце может быть различной в зависимости от исходного состояния организма и реактивных свойств сердечно-сосудистой системы [4].

Нами обнаружено, что степень снижения скорости кровотока после проведения

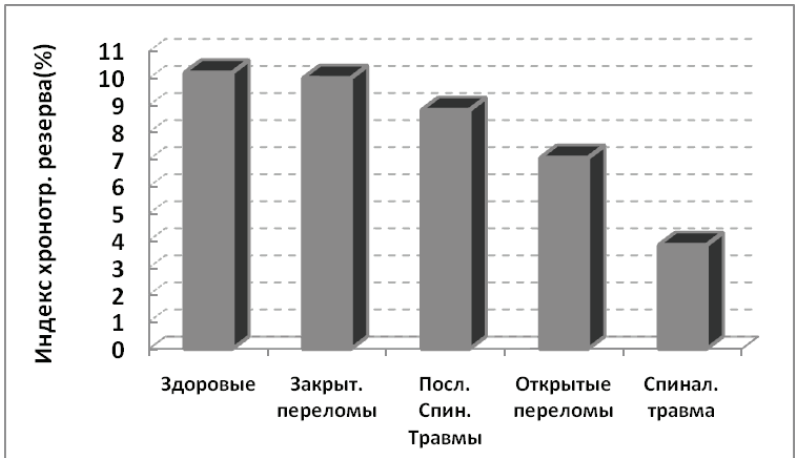

Рис. 6. Индекс хронотропного резерва сердца при проведении курса ГБО у различных групп больных

ГБО наиболее выражена в средней мозговой артерии. Если у обследуемых контрольной группы она составляет 15,9 ±0,7 см/с, то у травматологических больных после 5 сеансов ГБО -9,6 ±0,6 см/с ($p \leq 0,01$). В то же время скорость кровотока по экстракраниальным артериям изменилась относительно мало (рис. 7). Поэтому есть достаточные основания полагать, что именно гипероксия головного мозга является пусковым фактором рефлекторного тормозящего влияния на функцию миокарда.

При этом снижение хронотропной и инотропной функций миокарда является защитной реакцией, предохраняющей головной мозг от гипероксигенации. При повторных воздействиях сеансов ГБО происходит адаптация регуляторных систем к воздействию избыточного кислорода. Особенностью реакции сердца больных с хронической патологией является то, что порог его чувствительности к недостатку катехоламинов исходно повышен.

В период нормализации работы сердца снижается уровень периферического сосудистого сопротивления, а уровень кровоснабжения периферических тканей восстанавливается до исходного, что может привести к повреждающему действию на них гипербарического кислорода. Нормализация тонуса вегетативной нервной системы свидетельствует о достижении не-

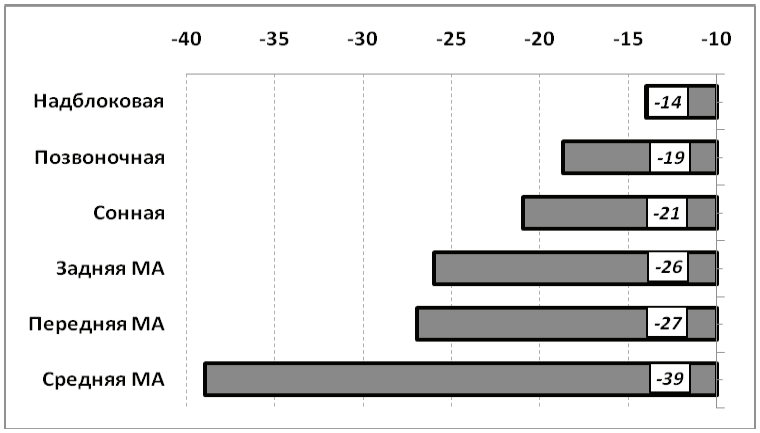

Рис. 7. Степень снижения скорости кровотока (%) по экстра- и интракраниальным артериям после проведения сеансов ГБО у травматологических больных

обходимого терапевтического эффекта курса ГБО, который к этому моменту заканчивают.

Таким образом, у здоровых людей и больных с закрытыми переломами костей голени после проведения первых 5-7 сеансов ГБО наблюдается временное повышение тонуса парасимпатической нервной системы. При острых тяжелых травмах повышение тонуса парасимпатической системы развивается сравнительно позже. У таких больных сроки фиксации отломков кости больше на 16% [3]. При хронических заболеваниях организм больных адаптирован к воздействию внешних физических факторов, поэтому нормализация тонуса вегетативной нервной системы у них наблюдается относительно быстрее. Повышение тонуса парасимпатической нервной системы при проведении сеансов ГБО является защитной реакцией организма, направленной на нормализацию оксигенации головного мозга.

Список литературы

1. Баевский Р.М. Прогнозирование состояния на грани нормы и патологии. — М., Медицина, 1979. — 298 с.

2. Зальцман Г.Л., Кучук Г.А., Гургенидзе А.Г. Основы гипербарической физиологии. — Л.: Медицина. — 1979. — 300 с.

3. Николайчук Е.В. Клинико-физиологическое обоснование применения гипербарической оксигенации при лечении больных с закрытыми переломами костей голени: Автореф. дис. канд. мед. наук. Курган, 2004. — 23 с.

4. Малиновский Н.Н. Гипербарическая оксигенация и сердечно-сосудистая система. — М., Наука, 1987. — 327 с.

5. Петровский Б.В., Ефуни С.Н. Основы гипербарической оксигенации. — М.: Медицина, 1976. — 344 с.

6. Савицкий Н.Н. Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики. — Л.: Медицина, 1974. — 311 с.

7. Шевцов В.И. Ортопедические методы в лечении недостаточности периферического кровообращения /В.И.Шевцов, А.В. Попков, В.А. Щуров и соавт. — М.: Медицина, 2007. — 205 с.

8. Шевцов В.И. Руководство по гипербарической медицине. Глава 14. Травматические повреждения опорно-двигательного аппарата /В.И.Шевцов, Н.В.Сазонова, В.А.Щуров, Е.В.Николайчук. — М.: Медицина. — 2008. — С. 345–363.

9. Щуров И.В. Интенсивность мозгового кровотока у людей с различной устойчивостью к гипоксии //Журнал Российской ассоциации по спортивной медицине и реабилитации больных и инвалидов. — 2005. — № 3 (16). — С 43.

10. Ishikawa K., Kanamasa K., Yamakado T. // Japan Circulat. J. — 1983. — V. 47, N 7. — P. 824–829.

11. Kioschos J.M., Behar V.S., Saltzman H.A. et al. // Amer.J. Physiol. — 1969. — V. 216, N 1. — P. 161–166.

12. Lambersten C.J. Fundamentals of hyperbaric medicine // Wash. — 1966. — P. 21–114.