УДК 616.12-008.18:616.839:615.835

Мониторинг вариабельности сердечного ритма как референтный метод оценки функционального состояния организма во время гипербарической оксигенации

К. П. Воробьев
Луганская областная клиническая больница, Украина

Резюме

Обсервационное ретроспективное поисковое клиническое исследование текущей практики, которое основано на анализе 607 клинических наблюдений в процессе проведения 3892 сеансов гипербарической оксигенации (ГБО) при острых экзогенных интоксикациях и заболеваниях с облигатными нарушениями вегетативной регуляции. Выполнено сопоставление динамики тридцати известных показателей вариабельности сердечного ритма (ВСР) во время ГБО и референтных клинических признаков течения заболеваний.

Динамика показателей ВСР во время ГБО при различных заболеваниях зависят от пола ($p<0,001$), возраста ($p<0,001$), тяжести общего состояния ($p<0,001$) и заболевания ($p<0,001$). Представлен целый ряд информативных и статистически значимых математических моделей и данных, которые показывают, что динамические ряды показателей ВСР являются адекватными критериями функционального состояния организма (ФСО), позволяют прогнозировать исход заболеваний и эффективность лечения.

В результате исследования разработан стандартизированный протокол мониторинга ФСО во время сеансов баротерапии по данным показателей ВСР и определены принципы подбора оптимальных доз ГБО.

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, гипербарическая оксигенация, функциональное состояние организма.

**Клин. информат. и Телемед.
2004. Т.1. №2. с.197–201**

Введение

Гипербарическая оксигенация (ГБО) — это метод интенсивной терапии, который яляется стандартным элементом протоколов лечения ряда заболеваний в развитых странах Европы (http://www.eubs.org) и Америки (http://www.uhms.org) [1, 2]. При критических состояниях и нарушениях вегетативной регуляции существует повышенная вероятность токсического действия терапевтических режимов ГБО [3,4], поэтому, в этих клинических ситуациях решение проблемы контроля функционального состояния организма во время ГБО является актуальным для определения эффективности и предотвращения патогенных эффектов лечебной гипероксии.

Результаты предварительных исследований предполагают, что показатели вариабельности ритма сердца (ВСР) являются наиболее информативными характеристиками ФСО во время проведения сеансов ГБО [5–6].

Цель исследования

Определить диагностическую ценность динамических рядов различных показателей ВСР во время ГБО путем их сопоставления с референтными клиническими характеристиками течения различных заболеваний.

Материал и методы

Обсервационное ретроспективное поисковое клиническое исследование текущей практики, которое основано на анализе 607 клинических наблюдений в процессе проведения 3892 сеансов ГБО при острых экзогенных интоксикациях и заболевания с нарушениями вегетативной регуляции.

Из всего массива клинических наблюдений выделены следующие группы: 231 клиническое наблюдение с различными заболеваниями, для изучения влияния пола, возраста и тяжести общего состояния на показатели ВСР во время ГБО; 53 клинических наблюдения при различных заболеваниях, которые характеризовались удовлетворительным состоянием, без манифестирующих нарушений вегетативной регуляции (группа сравнения); 15 пострадавших с ботулизмом тяжелой и среднетяжелой степени; 43 пострадавших при отравлениях угарным газом; 90 пострадавших при отравлениях ядовитыми грибами; 138 больных рассеянным склерозом; 18 больных дисциркуляторной энцефалопатией у ликвидаторов аварии на ЧАЭС; 36 больных вибрационной болезнью; 36 больных диабетом.

Во всех случаях ГБО проводили как элемент комплексной терапии в режиме 0,15–0,2 мПа, длительность сеанса по 30–40 минут, до 10 сеансов на курс лечения.

Сбор кардиоинтервалов осуществлялся кардиомонитором РКМ-01 и нашей программой «Мониторная система для интенсивной терапии и ГБО» (сертификат качества МЗ Украины от 1.08.95). Ретроспективный анализ полученных данных (более 25 тысяч выборок по 128 кардиоинтервалов) выполнен по специально разработанному протоколу, который предусматривает разделение сеанса ГБО на 14 этапов: до и после ГБО, по два пятиминутных промежутка во время компрессии и декомпрессии и восемь пятиминутных промежутков во время изопрессии (рис.1).

Весь клинический материал представлен 32 сериями исследований, в которых для каждого из тридцати изучаемых показателей ВСР строились графики (как показано на рис.1) в изучаемых клинических группах в пределах одного листа. Это позволяло провести разведочный поиск и предположить те или иные закономерности в отношении диагностической ценности показателей ВСР, после чего производился углубленный статистический анализ.

Показатели ВСР расчитывались по известным алгоритмам [7, 8].

При обработке результатов исследований использовались два методических принципа: первый заключался в анализе межгрупповых различий вариабельности к гипероксии в группах выделенных по различным клиническим признакам; второй – в изучении общности клинических характеристик в группах, сформированных при помощи кластерного анализа динамики определенных показателей ВСР на этапах ГБО в общей когорте исследуемых. Во втором случае формирование групп выполнялось кластерным анализом Ward методом городских кварталов при помощи программного пакета STATISTICA 6.0. Методологические принципы и подробное описание технологии сбора и анализа динамических рядов показателей ВСР изложены нами ранее в периодике [9, 10] и в Интернете (http://okontur.narod.ru/art/gbo/).

Для оценки различий средних между группами применяли t-критерий для двух независимых выборок при условии равных дисперсий и нормальном распределении. При нарушении этих условий использовался непараметрический критерий «U» Манна–Уитни. При анализе различий показателей в одних и тех же наблюдениях в разные временные периоды использовали тест Вилкоксона для парных выборок. При проведении множественных сравнений независимых выборок для определения вероятности нулевой гипотезы об отсутствии различий между выборками использовали дисперсионный анализ. Математические прогностические модели строились на основе многофакторного регрессионного анализа. Модель считали информативной, если коэффициент множественной корреляции (R) был более 0,5 и достоверной, если значимость F-критерия (p) было менее 0,05.

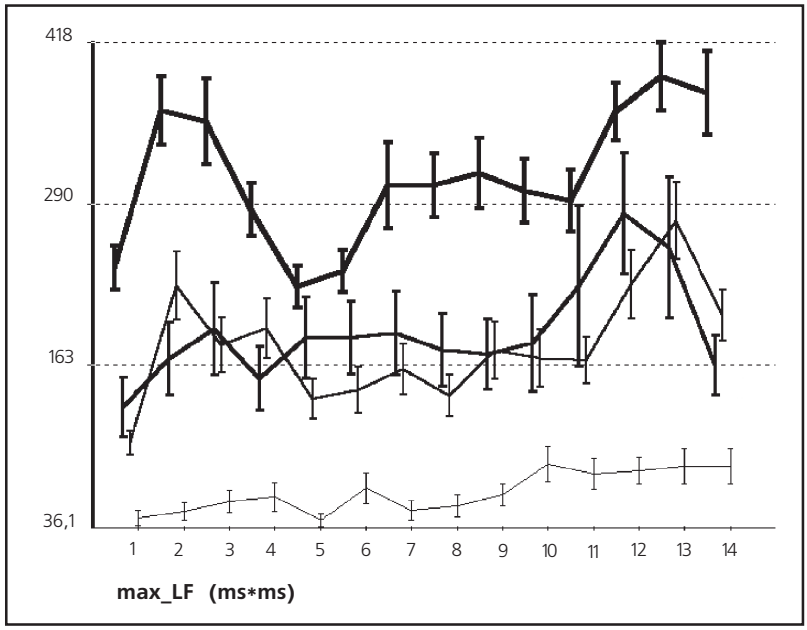

Рис. 1. Пример динамики одного из тридцати показателей ВСР на этапах ГБО в клинических группах.
Примечание.
По оси абсцисс – этапы сеанса ГБО: 1 и 14 – до и после ГБО;
2, 3 и 12, 13 пятиминутные этапы компрессии и декомпрессии соответственно;
4–11 – пятиминутные этапы изопрессии.
По оси ординат – средние значения показателя ВСР на этапах ГБО и стандартная ошибка среднего.

В исследовании принят критический уровень значимости p проверяемых статистических гипотез равным 0,05. Показатели M и m в исследовании означают выборочное среднее и стандартную ошибку среднего, показателем n обозначается объем выборки. Характеристики выборочных средних в работе представлены как M± m.

Разведочный анализ динамики показателей ВСР производился при помощи специально разработанной пакетной программной технологии, выполненной нами на языке Delphi 4.

Результаты и их обсуждение

Представленные ниже данные являются итогом многолетнего комплексного исследования, поэтому, в публикации перечисляются основные научные результаты этой работы.

Исследование групп по конституциональным и общеклиническим признакам показало, что динамика показателей ВСР во время ГБО зависит от пола ($p<0,001$), возраста ($p<0,001$), тяжести общего состояния ($p<0,001$) и заболевания ($p<0,001$).

При тяжелых формах отравления угарным газом снижение RMSSD (см. список сокращений ВСР в конце статьи) во время изопрессии и повышение первого значения автокорреляционной функции выборки кардиоинтервалов (K1_AKF) в конце изопрессии определяет высокую вероятность летального исхода.

При различной тяжести ботулизма средняя длительность кардиоинтервалов статистически не различается ($p=0,817$, тест Манна–Уитни). По данным характеристик ВСР – (RMSSD) среднетяжелая–тяжелая формы ботулизма отличаются на всех этапах ГБО от легкой степени заболевания ($p=0,000218$ и менее). Сравнительный анализ мощности спектра сердечного ритма в высокочастотном (HF) и низкочастотном диапазонах (LF) до и после ГБО при разной тяжести ботулизма и в контрольной группе показал, что при тяжелых – среднетяжелых формах ботулизма происходит почти десятикратное угнетение тонуса обоих отделов вегетативной нервной системы. Различия исходного симпатического ($LF=41\pm19,9$ мс^2, в контроле – $397\pm30,9$ мс^2 и парасимпатического ($HF=74\pm40$ мс^2,

в контроле – 397±30,9 мс^2) тонусов при разной степени тяжести ботулизма высоковероятны при уровне значимости p=0,000001. Эти различия сохраняются на протяжении всего сеанса ГБО, но после сеанса ГБО при тяжелых-среднетяжелых формах ботулизма происходит полуторократное увеличение тонуса обоих отделов вегетативной нервной системы.

При смертельных исходах отравлений ядовитыми грибами в группах с различной тяжестью гепатопатии по данным референтных биохимических показателей, различия RMSSD и HF во второй половине изопрессии с седьмого по одиннадцатый этапы сеанса ГБО (n-сеансов ГБО= 63/68) по данным теста Манна–Уитни статистически значимы (p=0,0482 и p=0,0043, соответственно).

Разведочный визуальный анализ динамических рядов тридцати показателей ВСР в группах с летальным и благоприятным исходами отравлений ядовитыми грибами и последующий математический анализ позволил выделить три прогностических признака неблагоприятных исходов отравлений ядовитыми грибами и составить математическую модель следующего вида:

$$K_Ф=0,509+0,000556R_1+$$
$$+0,09H_{1-9}-0,055K_{8-11},$$

где $K_Ф$ – прогностический коэффициент вероятности исхода отравлений ядовитыми грибами (0– летальный, 1– выздоровление);
R_1 – значение средней длительности кардиоинтервалов (мс) до ГБО;
H_{1-9} – доля прироста HF с 1 по 9 этапы ГБО;
K_{8-11} – доля прироста K1_AKF с 8 по 11 этапы ГБО.
Модель информативна (R=0,629) и статистически значима (p=0,00001).

В соответствии с этой моделью для изучаемой выборки среднее значение $K_Ф$ при летальном исходе составило 0,538±0,052, 95% доверительный интервал – 0,434–0,642. При благоприятном исходе среднее значение коэффициента равно 0,931±0,018, 95% доверительный интервал составляет 0,894 – 0,969. То есть модель с высокой степенью вероятности описывает прогноз в исследуемой выборке. Верхняя граница 95% доверительного интервала $K_Ф$ при неблагоприятном исходе составила 0,643. Соответственно чувствительность $K_Ф$ при этом уровне разграничения равна 0,88, а специфичность – 0,91.

Сопоставление полученного функционального прогностического коэффициента с аналогичным биохимическим прогностическим коэффициентом по данным референтных биохимических критериев тяжести гепатопатии показало сопоставимость и, даже, несколько более высокую точность прогноза по данным $K_Ф$.

Анализ 138 клинических наблюдений при рассеянном склерозе явился удобной моделью для проверки ряда гипотез. Основными гипотезами, которые требовали проверки, были следующие: зависимость реактивности к гипероксии от различных клинических характеристик заболевания, зависимость эффективности лечения от особенностей реактивности к гипероксии, повышенная вероятность нарушений реактивности к гипероксии при тяжелых формах заболевания, различия диагностической ценности показателей ВРС при определении благоприятных и неблагоприятных изменений ФСО во время ГБО, возможность прогнозирования эффективности лечения по характеристикам реактивности к гипероксии во время баротерапии.

Из тридцати показателей ВРС мощность спектра в высокочастотном диапазоне во время ГБО не зависела от половой принадлежности исследемых, но определяется зависимость этого показателя от тяжести состояния при среднетяжелых и тяжелых формах рассеянного склероза. По данным теста Манна–Уитни у мужчин статистическая значимость различий HF между легкой – среднетяжелой формой на десятом этапе ГБО составляет 0,00001, между среднетяжелой–тяжелой – 0,182. У женщин статистическая значимость различий соответственно составляет 0,0043 и 0,0737. По данным теста Манна–Уитни различия между этими соседними парами групп статистически значимы (p=0,000173).

Эффективность лечения рассеянного склероза пропорциональна величине HF на первом этапе декомпрессии и степени снижения K1_AKF к пятнадцатой минуте изопрессии. Эта зависимость описывается статистически значимой моделью:

$$P_{PC}=0,206+0,3K+0,000047H,$$

где P_{PC} – вероятность эффективного (1) или неэффективного (0) лечения рассеянного склероза;
K – относительное уменьшение K1_AKF между первым и пятым–шестым этапами ГБО;
H – значение HF(мс^2) на двенадцатом этапе ГБО. Модель статистически значима (p=0,00087, R=0,314). Статистическая значимость для инкремента (p=0,000148), для коэффициентов K (p=0,049) и H (p=0,052). То есть, в целом модель статистически значима и объясняет суть процесса.

У 36 больных вибрационной болезнью в группах с различными типами ЭЭГ по Е. А. Жирмунской существует линейное соответствие между выраженностью нарушений электрической активности коры головного мозга и референтными диагностическими симптомами. Проведение дисперсионного анализа (ANOVA) показывает, что вероятность случайной зависимости между типами ЭЭГ и клиническими характеристиками составляет для бальной оценки вегетативной патологи по данным жалоб – 0,076, для бальной оценки вегетативной патологи по данным неврологического осмотра – 0,0205, для амплитуды реовазограммы пальцев рук – 0,071, для коэффициента асимметрии реовазограммы пальцев рук – 0,063, для амплитуды реоэнцефалограммы – 0,015. То есть, типы нарушений ЭЭГ прямо связаны с клиническими характеристиками вибрационной болезни.

При разных типах ЭЭГ по Е. А. Жирмунской анализ динамики показателей ВСР показывает, что чем более выражены нарушения ЭЭГ, тем больше снижается ВСР. По значениям стандартного отклонения длительностей кардиоинтервалов (StandDev) во второй половине ГБО группа с минимальными нарушениями ЭЭГ приближается к группе контроля. Исходные значения StandDev при четвертом типе нарушения ЭЭГ статистически достоверно отличаются от группы контроля (p=0,0025). При втором–третьем и третьем–четвертом типах нарушений ЭЭГ по Е. А. Жирмунской исходные значения StandDev статистически достоверно различаются (p=0,049 и p=0,0042). Также обнаружено угнетение активности обоих отделов вегетативной нервной системы по мере увеличения нарушений ЭЭГ, а градация рядов StandDev, HF и LF пропорциональна степени нарушений корковой электрической активности и выраженности клинической патологи по данным референтных диагностических тестов. Это подтверждает гипотезу о том, что показатели ВСР являются референтными характеристиками ФСО во время ГБО для больных вибрационной болезнью.

По данным однофакторного регрессионного анализа между периодом пикового значения HF и бальной оценкой жалоб существует линейная зависимость, которая позволяет по уровню смещения высокочастотного осциллятора предсказывать степень выраженности вегетативной патологии по данным осмотра. Эта зависимость выражается формулой

$$Б_О=10,96-0,794HF,$$

где $Б_О$ – количество баллов вегетативной патологии по данным используемой шкалы осмотра (R=0,344, p=0,0399).

При изучении взаимосвязи показателей ВСР во время ГБО и эффективности лечения вибрационной болезни обнаружено, что группа с максимальной эффективностью лечения характеризуется повышенным барорефлексом по данным LF при перепадах барометрического давления, то есть между 1–2 и 11–12 этапами ГБО.

При дисциркуляторной энцефалопатии у ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС обнаружена статистически значимая взаимосвязь ФСО во время ГБО по данным показателей ВСР с выраженностью вегетативных патологических проявлений заболевания и эффективностью лечения.

Одним из манифестирующих признаков тяжести сахарного диабета является наличие трофических язв, поэтому, этот клинический критерий лег в основу разделения серий исследований на группы. Для диабетических язв, независимо от полового признака, характерно снижение ВСР (RMSSD) и угнетение тонуса обоих отделов вегетативной нервной системы (HF, LF). Для пожилых женщин с диабетическими язвами характерно крайне выраженное угнетение тонуса обоих отделов вегетативной нервной системы. Исходные значения HF и LF для этой группы соответственно равны 27,3±13,7мс^2 и 23,3±8,3мс^2 (в группе контроля у женщин соответственно 456±47мс^2 и 575±51мс^2), что также более чем в два раза меньше, чем при тяжелых формах ботулизма.

Второй тип сахарного диабета характеризуется относительной тахикардией, высоковероятным снижением ВСР (SDNN), угнетением обоих отделов вегетативной нервной системы (HF, LF). Для женщин, по сравнению с мужчинами, подтверждаются ранее выявленные закономерности: относительная тахикардия, снижение ВСР, более выраженное угнетение тонуса обоих отделов вегетативной нервной системы. Характерно, что тип течения сахарного диабета оказывает более выраженное влияние на показатели ВСР, чем половая принадлежность.

В группах, выделенных при помощи кластерного анализа динамики HF на этапах ГБО выявлено, что между степенью угнетения парасимпатического тонуса и выраженностью патологических нарушений при сахарном диабете существует прямая связь.

Обнаруженные в данном исследовании статистически достоверные различия показателей ВСР, в зависимости от пола и возраста, являются источником грубых систематических ошибок при сравнении групп неоднородных по этим признакам. Поэтому, нами предпринят методологический эксперимент по разработке адекватных для изучаемых выборок математических моделей для нормализации основных показателей ВСР в зависимости от пола и возраста. Путем регрессионного анализа получена серия линейных уравнений, которые показывают влияние пола и возраста на абсолютное значение показателей ВРС.

Фактор половой принадлежности обозначен X (женщины – 1, мужчины – 2), фактор возраста – Y (лет).

Для средней длительности кардиоинтервалов получено уравнение вида:

$$meanR_R(мс)=607+64,8X+3,37Y.$$

Для модели p=0,0021, R=0,467. Коэффициенты для X значимы при p=0,040, для Y – p=0,0064.

Для стандартного отклонения – StandDev(мс)=59,7–0,63Y+4,86X. Для модели p=0,00007, R=0,5642. Коэффициенты для X значимы при p=0,16, для Y – p=0,041.

HF(мс^2)=981–14,6Y. Для модели p=0,00005, R=0,529. Пол статистически значимо не влияет на HF.

Мощность низкочастотного диапазона – LF(мс^2)=1038–19,6Y+247X. Для модели p=0,00002, R=0,589. Коэффициенты для X значимы при p=0,022, для Y – p=0,00006.

Период пикового значение HF у женщин смещен в высокочастотный диапазон на 0,368с (p=0,054, R=0,256).

Полученные математические модели позволяют предложить новый методический подход, при котором интерпретация каждого показателя ВСР будет производиться с формализованным учетом пола и возраста.

Заключение

В соответствии с принципами клинической эпидемиологии, для оценки наличия или отсутствия изучаемого исхода используются некие критерии, которые заслуживают доверия [11, с. 62]. В изучаемой модели исходом является ФСО, которое динамично изменяется в зависимости от дозы лечебной гипероксии и ряда факторов. Практики и исследователи уже два десятилетия эмпирически пытаются использовать показатели ВСР для оценки ФСО. В данном исследовании впервые получен целый ряд систематизированных научных фактов, которые подтверждают, что во время ГБО происходят закономерные изменения вегетативной регуляции организма, которые, в свою очередь, взаимосвязаны с исходами заболеваний. Эти факты позволяют утверждать, что динамика различных показателей ВСР является референтным, то есть заслуживающим доверия, критерием ФСО во время ГБО.

При обобщении результатов исследования определен набор показателей ВСР, которые имеют диагностический приоритет. Разработан стандартизированный протокол сбора, анализа и интерпретации показателей ВСР в реальном времени во время баротерапии. Рекомендуется непрерывный или дискретный пятиминутный протокол контроля показателей ВСР (meanR_R, SDNN, PNN50, RMSSD, K1_AKF, HF, LF, LF/HF). Наиболее высокой диагностической ценностью обладают показатели спектрального и автокорреляционного анализа ВСР. По нашим данным динамика показателя K1_AKF является наиболее эффективным критерием предвестников патогенных эффектов ГБО.

Разработаны принципы подбора оптимальной терапевтической дозы ГБО. Общий принцип подбора оптимальной дозы ГБО с использованием данной технологии заключается в следующем: если в процессе баротерапии не происходит улучшение функционального состояния организма, определяется нестабильность вектора диагностического показателя или вектор благоприятных изменений ФСО во время изопрессии изменяется на обратный, то выбранная доза ГБО избыточна.

Выводы

1. Динамические ряды показателей ВСР во время ГБО статистически значимо связаны с референтными клиническими характеристиками и прогнозом при различных клинических ситуациях.
2. Высокая диагностическая ценность метода и технологичность сбора и анализа биоинформации позволяют считать динамические ряды показателей ВСР референтными критериями оценки ФСО во время ГБО.
3. Мониторинг показателей ВСР во время оксигенобаротерапии является методом выбора для предотвращения патогенных эффектов лечебной гипероксии и подбора индивидуальной терапевтической дозы ГБО.

Список сокращений показателей вариабельности сердечного ритма (ВСР)

RMSSD – квадратный корень из средней суммы квадратов разности между соседними N-N интервалами.
K1_AKF – величина корреляции после первого сдвига .
StandDev (SDNN) – стандартное отклонение всех N-N интервалов.
LF – мощность спектра в диапазоне низких частот.
HF – мощность спектра в диапазоне высоких частот.
PNN50 – число пар N-N интервалов с разностью более 50 мс, деленное на общее число N-N интервалов в массиве (в процентах).

Благодарности

Работа выполнена по личной инициативе, без сторонней финансовой поддержки. Автор выражает признательность за помощь при разработке алгоритмов вычисления спектральной мощности показателей ВРС ассистенту Восточноукраинского университета А. В. Кийко, доценту кафедры экономической кибернетики, Винницкого государственного аграрного университета Е. А. Паламарчкук. Клнический материал при заболеваниях с выраженными нарушениями вегетативной регуляции собран благодаря активной помощи сотрудников кафедры неврологии Луганского государственного медуниверситета Ю. Н. Сорокина, И. И. Налча , И. П. Кратиновой , И. В. Солодкой.

Литература

1. Jain K. K. Textbook of Hyperbaric Medicine, 3nd ed., Hogrefe & Huber Pub, 1999, 673 p.
2. Kindwall E. P., Whelan H. T. (editors) Hyperbaric medicine practice, 2 ed Best Pub, 1999, 952 p.
3. Трещинский А. И., Стариков А. В. Токсическое воздействие кислорода на легкие // Біль, знеболювання і інтенсивна терапія. 1999. № 4. С.40–46.
4. Байдин С. А., Биккулова Д. Ш., Костюков Ю. И. и др. Влияние ГБО на состояние вегетативной нервной системы у больных хирургического профиля //Гипербарическая физиология и медицина. – 1996. – № 4. – С. 69–70.
5. Киселев С. О. Лобов М. А., Губкина В. А., Молчанова Г. С. Функциональное состояние симпато-адреналовой системы под влиянием ГБО //Гипербарическая физиология и медицина. – 1999. – №4. – С. 4–11.
6. Селивра А. И., Щуров А. Г., Шарапов О. И. Мониторинг функционального состояния организма при ГБО по изменению сердечного ритма. //Сб. «Режимы оксибаротерапии в компл. лечении и реабилитации раненых и пораженных». – СПб.: ВМА, 1994. – С. 34–37.
7. Task force of the European society of cardiology and the North American society of pacing and electrophysiology Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use //Eur Heart J. – 1996. – V.17. – P. 354–381.
8. Баевский Р. М., Кириллов О. И., Клецкин С. З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. М.: Наука, 1984. – 236 с.
9. Воробьев К. П. Методология оценки функционального состояния организма во время ГБО //Бюллетень гипербарической биологии и медицины. – 1998. – №3–4. – С. 13–20.
10. Воробьев К. П. Стандарт мониторинга функционального состояния во время ГБО //Вестник интенсивной терапии. – 1999. – №3. – С. 34–39.
11. Флетчер Р., Флетчер С., Вагнер эЭ. Клиническая эпидемиология, М: МедиаСфера, 1998. – 350 с.

Monitoring of heart rate variability as reference method of an estimation of a functional state of an organism during hyperbaric oxygenation

K. P. Vorobyev
Lugansk Region Clinical Hospital, Ukraine

Abstract

The exploratory retrospective basic clinical research of the current practice which is based on the analysis of 607 clinical supervision during carrying out of 3892 sessions of hyperbaric oxygenation (HBO) at exogenous intoxications and diseases with obligate infringements of vegetative regulation. Comparison of dynamics of thirty known parameters of heart rate variability (HRV) during HBO and reference clinical attributes of current of diseases is executed.

Dynamics of parameters HRV during HBO at various diseases depend on a sex (p <0,001), age (p <0,001), gravity of the general state (p <0,001) and diseases (p <0,001). A lot of informative and statistically significant mathematical models and the data which show is submitted, that dynamic lines of parameters HRV are adequate criteria of functional state of an organism (FSO), allow to predict an outcome of diseases and efficiency of treatment.

As a result of research the standardized protocol of monitoring FSO is developed during sessions of HBO according to parameters HRV and principles of selection of optimum dozes of HBO are determined.

Key words: heart rate variability, a hyperbaric oxygenation, a functional state of an organism.

Моніторинг варіабельності серцевого ритму як референтний метод оцінки функціонального стану організму під час гіпербаричної оксигенації

К. П. Воробйов
Луганська обласна клінічна лікарня, Україна

Резюме

Обсерваційне ретроспективне пошукове клінічне дослідження поточної практики, що засновано на аналізі 607 клінічних спостережень у процесі проведення 3892 сеансів гіпербаричної оксигенації (ГБО) при гострих екзогенних інтоксикаціях і захворювання з облігатними порушеннями вегетативної регуляції. Виконано зіставлення динаміки тридцяти відомих показників варіабельності серцевого ритму (ВСР) під час ГБО і референтних клінічних ознак перебігу захворювань.

Динаміка показників ВСР під час ГБО при різних захворюваннях залежать від статі (p<0,001), віку (p<0,001), тяжкості загального стану (p<0,001) і захворювання (p<0,001). Представлено цілий ряд інформативних і статистично значимих математичних моделей і даних, що показують, що динамічні ряди показників ВСР є адекватними критеріями ФСО, дозволяють прогнозувати кінець захворювань і ефективність лікування.

У результаті дослідження розроблений стандартизований протокол моніторингу ФСО під час сеансів баротерапії за даними показників ВСР і визначені принципи підбора оптимальних доз ГБО.

Ключові слова: варіабельність серцевого ритму, гіпербарична оксигенація, функціональний стан організму.

Переписка

к.м.н., **К. П. Воробьев**
Луганская областная клиническая больница
квартал «50 лет Обороны Луганска», 14
Луганск, 91045, Украина
тел. + 380 (642) 570 763
e-mail: hbo_vorobyov@mail.ru