

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брин В. Б., Зонис Б. Я. Физиология системного кровообращения.— Ростов /и Д.: Изд-во Ростов. ун-та, 1984.— 88 с.
2. Гундарев И. А., Пушкарев Ю. Т., Константинов Е. Н. О нормативах центральной гемодинамики, определяемых методом тетраполярной грудной реографии // Терап. архив.— 1983.— № 4.— С. 26—28.
3. Дембо А. Г., Земцовский Э. В. Спортивная кардиология.— Л.: Медицина, 1989.— 464 с.
4. Дембо А. Г., Земцовский Э. В., Шапкайц Ю. М. Новое в исследовании системы кровообращения спортсменов // Теор. и практ. физич. культуры.— 1989.— № 11.— С. 42—45.
5. Дембо А. Г. Врачебный контроль в спорте.— М.: Медицина, 1988.— 276 с.
6. Дзизинский И. А., Черняк Б. А., Куклин С. Г., Федотченко А. А. Толерантность к физической нагрузке и особенности ее гемодинамического обеспечения у здоровых людей в зависимости от типа гемодинамики // Кардиология.— 1984.— № 2.— С. 68—73.
7. Плохинский Н. А. Биометрия.— Новосибирск: Изд-во сибир. о-я АН СССР, 1961.— 326 с.
8. Полухина Е. Л. Типы кровообращения в оценке функционального состояния сердца спортсменов: Автореф. дис. ... канд. мед. наук.— Л., 1989.— 24 с.
9. Сидоренко Г. И., Альхимович В. М., Павлова А. И. Изменения показателей кровообращения у здоровых лиц при разных уровнях физической нагрузки в зависимости от исходного типа гемодинамики // Кардиология.— 1984.— № 6.— С. 79—84.
10. Шхвацабая И. К., Константинов Е. Н., Гундаров И. А. О новом подходе к пониманию гемодинамической нормы // Там же.— 1982.— № 3.— С. 10—14.
11. Школьник Н. М. Тетраполярная грудная реография как метод оценки насосной функции сердца у спортсменов динамических видов спорта // Теор. и практ. физич. культуры.— 1987.— № 5.— С. 50—51.
12. Kubicek W. G., Patterson R. P., Weisol D. A. Impedance cardiography as a noninvasive method of monitoring function and other parameters of the cardiovascular system // Ann. N. Y. Acad. Sci.— 1970.— 170, N 2.— P. 724—732.

Черкас. пед. ин-т,
Киев. ун-т им. Т. Г. Шевченко
М-ва выс. и сред. спец. образования УССР

Материал поступил
в редакцию 28.11.90

УДК 612(204.1)

С. А. Гуляр, В. Н. Ильин, В. А. Рэбен, А. Л. Евтушенко, М. А. Эплер

Непрерывная неинвазивная регистрация параметров кровообращения во время проведения пробы Вальсальвы при повышенном давлении окружающей среды

В работе представлены результаты, свидетельствующие о применимости пробы Вальсальвы в качестве функциональной нагрузки для сердечно-сосудистой системы при изучении изменений регуляции кровообращения при повышенном давлении окружающей среды, а также об адекватности и большой информативности в этих условиях методов трансторакальной тетраполярной реоплетизмографии, электро- и интервалокардиографии и измерения среднего артериального давления осциллометрическим сервосистемным способом.

Введение

Исследование регуляции кровообращения при гипербарии является сложной задачей в методическом и техническом аспектах. Большинство исследователей в качестве функциональной пробы, вызывающей реакцию сердечно-сосудистой системы, используют физическую нагрузку [3, 8, 9]. При исследованиях, проводимых в барокамерах, такой прием

© С. А. ГУЛЯР, В. Н. ИЛЬИН, В. А. РЭБЕН, А. Л. ЕВТУШЕНКО, М. А. ЭПЛЕР, 1991

не вполн
ких и с
непреры
зрения,
специал
тельные
артефак
Кроме
ные для
дыхани
полнени
с физич
оценива
с разли
возника
среды [в
при пов
с отсутс
ний арте
Цел
бы Вал
парамет

Методик

Нами ис
ческим
(p_a) с
осцилло
непреры
тически
тельной
 p_a во вр
повышен
чивость.
у чело
аппарат
ИТ-87-0
териаль
виброко
не обна
исследо
вообра
давлени
трансто
интерва
измерен

Результ

Для пр
исследо
нии до
ПДК-2;
фически
5 — дат
ты; 7 —
артериа
11, 16 —
вания д
граф; 1

не вполне приемлем по двум причинам: он требует довольно громоздких и сложных тренажерных устройств, а также не всегда возможна непрерывная регистрация физиологических параметров. С нашей точки зрения, более удобной является проба Вальсальвы, не требующая специальных технических устройств. Она позволяет вызывать значительные изменения кровообращения, легко дозировать усилия, избегать артефактов, связанных с сократительной мышечной активностью [7]. Кроме того, при пробе Вальсальвы имитируются некоторые специфичные для гипербарии эффекты (повышение внутригрудного давления при дыхании в плотной газовой среде, существенные изменения кровенаполнения сосудов грудной клетки и т. п.) [12]. В отличие от теста с физической нагрузкой появляется возможность дифференцированно оценивать формы вегетативной недостаточности [2], тесно связанной с различными функциональными нарушениями в организме человека, возникающими при действии экстремальных факторов гипербарической среды [3, 10]. Однако эффективность применения пробы Вальсальвы при повышенном давлении окружающей среды была невысокой в связи с отсутствием методов неинвазивной непрерывной регистрации изменений артериального давления.

Целью нашей работы была попытка повысить эффективность пробы Вальсальвы с помощью непрерывной неинвазивной регистрации параметров кровообращения.

Методика

Нами использован метод измерения дифференциальным осциллометрическим сервосистемным способом среднего артериального давления (p_a) с помощью двух пальцевых манжет [11]. Метод базируется на осциллометрическом принципе Маррея [11] и обеспечивает следующее: непрерывность регистрации p_a за время каждого удара сердца с теоретически максимально возможным быстродействием, возможность длительной регистрации p_a со стабильной нулевой линией, регистрацию p_a во время проведения функциональных проб (физической нагрузки, повышении внутригрудного давления и т. п.), хорошую помехоустойчивость. Для обеспечения исследований регуляции кровообращения у человека в гипербарических условиях разработали специальный аппаратный модуль, который вводится в промышленный физиограф ИТ-87-09 и позволяет проводить непрерывную регистрацию среднего артериального давления в результате применения открытой безбаллонной виброкомпрессорной пневмосистемы. В работах других авторов мы не обнаружили подобных методических приемов, используемых при исследованиях, проводимых в барокамерах. Изменения регуляции кровообращения при выполнении пробы Вальсальвы при повышенном давлении окружающей среды предлагается исследовать методами трансторакальной тетраполярной реоплетизмографии [4], электро- и интервалокардиографии [1, 5, 6], а также описанным выше методом измерения среднего артериального давления [11].

Результаты и их обсуждение

Для проверки возможностей такого методического подхода проведены исследования в барокамере ПДК-2 в воздушной атмосфере при давлении до 9 кгс/см² (0,75 МПа). На рис. 1 (А, Б — отсеки барокамеры ПДК-2; 1 — электрокардиографические электроды; 2 — реоплетизмографические электроды; 3 — стрелочный манометр; 4 — твердый мундштук; 5 — датчик преобразования давления ДПИ-310; 6 — пальцевые манжеты; 7 — блок пневмокомпрессоров; 8 — модуль измерения среднего артериального давления; 9, 10 — блоки питания физиографа ИТ-87-09; 11, 16 — регистраторы Н3021-4; 12 — блок питания датчика преобразования давления; 13 — поликардиоанализатор ЭКАЗ-02; 14 — магнитограф; 15 — реоплетизмограф РПГ2-03) приведена схема применявше-

гося аппаратного комплекса. Внутри барокамеры размещаются модуль измерения p_a и блок пневмокомпрессоров физиографа ИТ-87-09, датчик преобразования давления ДПИ-310 и стрелочный манометр, предназначенный для измерения внутригрудного давления. За пределами барокамеры располагаются реоплетизмограф РПГ2-03, поликардиоанализатор ЭКАЗ-02, два регистратора Н3021-4 и блоки питания физиографа и датчика преобразования давления.

Для стандартизации пробы Вальсальвы и объективизации контроля за ее выполнением регистрировали внутригрудное давление на

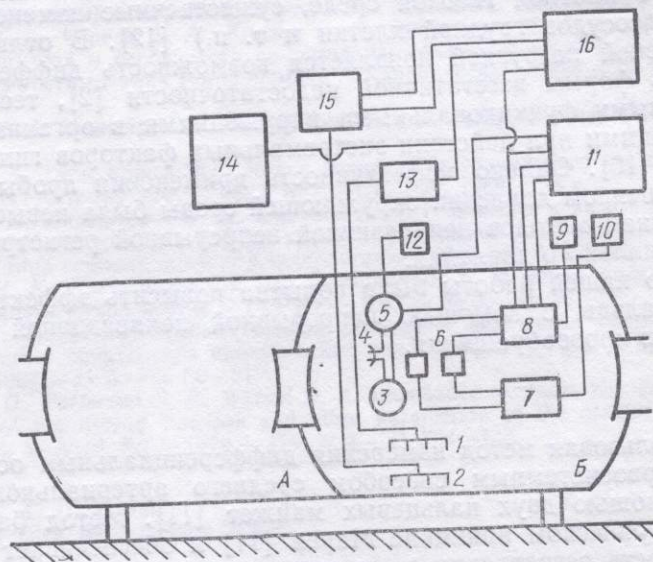
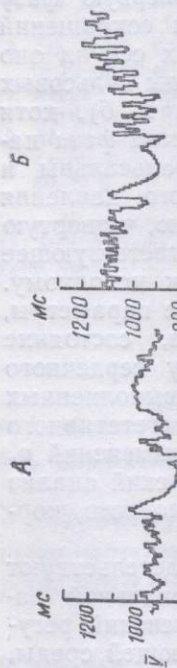


Рис. 1. Блок-схема аппаратного комплекса, применявшегося для непрерывной регистрации параметров кровообращения при повышенном давлении окружающей среды.

уровне полости рта с помощью датчика преобразователя давления ДПИ-310. Для визуального контроля исследуемым внутригрудного давления использовали стрелочный манометр, подсоединенный параллельно к ДПИ-310. Пробу Вальсальвы исследуемый выполнял на всех этапах исследования (до, во время и после повышения давления воздушной среды в барокамере) в положении сидя не менее трех раз с трехминутным интервалом. При выполнении пробы исследуемый делал глубокий вдох, произвольным сокращением экспираторных мышц внутригрудное давление повышалось до 40 мм рт. ст. и удерживалось на этом уровне в течение 20 с. Для предотвращения закрытия голосовой щели во время опыта применяли жесткий мундштук, введенный в рот исследуемого на 7,5—10 см, соединяющийся со стрелочным манометром и имеющий отверстие диаметром 0,5 мм для постоянного сообщения дыхательных путей с внешней средой.

Непрерывно регистрировали внутригрудное давление (p), электрокардиограмму (ЭКГ), интервалокардиограмму (ИКГ), обычную и дифференциальную реоплетизмограммы (РПГ и ДРПГ соответственно) и максимальные пульсовые осцилляции в пальцевых манжетах измерителя p_a (ΣA), отражающие суммарные изменения периферического сосудистого тонуса, систолического выброса сердца [11] и пульсового давления. Регистрацию проводили в течение 10 с до повышения внутригрудного давления, во время выполнения пробы и на протяжении 45 с после ее окончания.

На рис. 2 (а: I — максимальные пульсовые осцилляции в пальцевых манжетах; II — электрокардиограмма; III — дифференциальная реоплетизмограмма; IV — обычная реоплетизмограмма; б: V — интервалокардиограмма; VI — максимальные пульсовые осцилляции в пальцевых манжетах; VII — среднее артериальное давление; VIII — внутри-



азмещаются
фа ИТ-87-09,
й манометр,
и. За преде-
03, поликар-
оки питания

ции контро-
давление на

рывной регист-
ающей среды.

я давления
тригрудного
ный парал-
нял на всех
вления воз-
е трех раз
бследуемый
рных мышц
ерживалось
ытия голо-
введенный
лочным ма-
постоянного

), электро-
ную и диф-
ответственно)
кетах изме-
ферического
пульсового
повышения
а протяже-

и в пальце-
енциальная
V — интер-
дии в паль-
I — внутри-

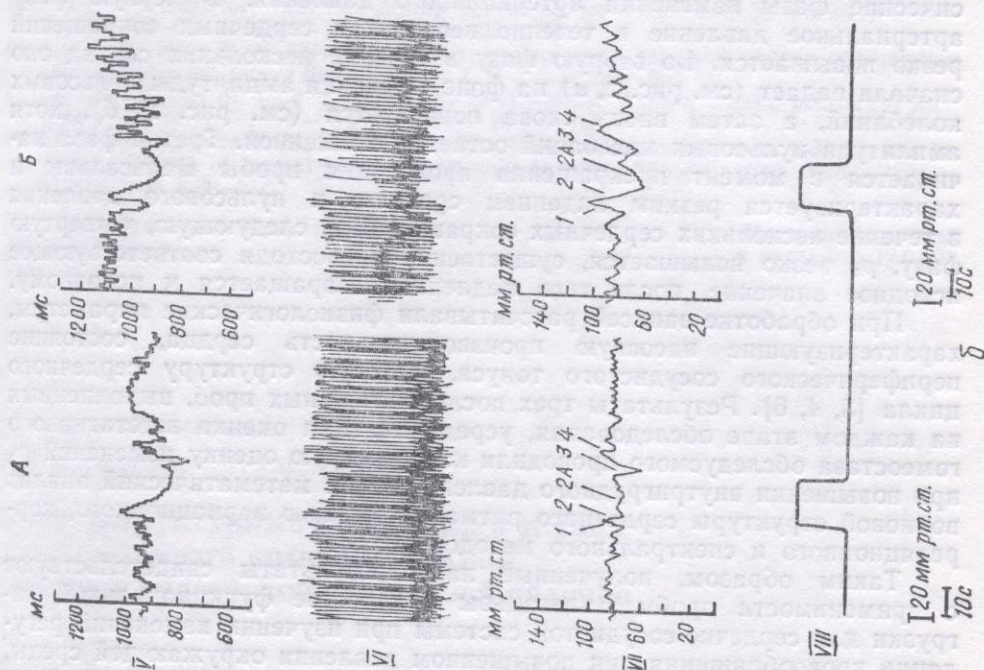
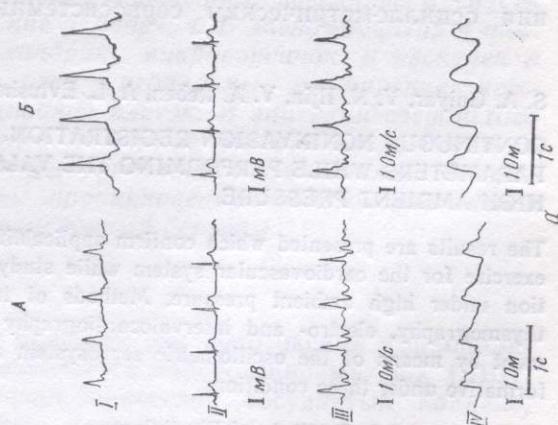


Рис. 2. Образцы записей (а и б) на регистраторе Н3021-4, полученные во время выполнения пробы Вальсальвы в нормобарических (А) и гипербарических (Б) условиях.



грудное давление; 1, 2, 2А, 3 и 4 — фазы изменения среднего артериального давления во время выполнения пробы Вальсальвы — объяснение в тексте) представлены образцы записей на самописцах 43021-4, произведенных во время выполнения пробы Вальсальвы в нормо- и гипербарических условиях. Об адекватности используемого метода регистрации p_a свидетельствует тот факт, что при нормальном и повышенном давлении окружающей среды выделяются четыре классические фазы изменения артериального давления. В первую фазу артериальное давление в течение нескольких сердечных сокращений резко повышается. Во вторую фазу в течение нескольких секунд оно сначала падает (см. рис. 2, а) на фоне снижения амплитуды пульсовых колебаний, а затем вновь снова повышается (см. рис. 2, б), хотя амплитуда пульсовых колебаний остается сниженной. Третья фаза начинается в момент прекращения проведения пробы Вальсальвы и характеризуется резким падением среднего и пульсового давления в течение нескольких сердечных сокращений. В следующую, четвертую фазу, p_a резко повышается, существенно превосходя соответствующее исходное значение, после чего медленно возвращается к исходному.

При обработке записей рассчитывали физиологические параметры, характеризующие насосную производительность сердца, состояние периферического сосудистого тонуса, фазовую структуру сердечного цикла [3, 4, 6]. Результаты трех последовательных проб, выполненных на каждом этапе обследования, усредняли. Для оценки вегетативного гомеостаза обследуемого проводили качественную оценку изменений p_a при повышении внутригрудного давления [2] и математический анализ волновой структуры сердечного ритма с помощью вариационного, корреляционного и спектрального методов [5, 6].

Таким образом, полученные нами результаты свидетельствуют о применимости пробы Вальсальвы в качестве функциональной нагрузки для сердечно-сосудистой системы при изучении изменений регуляции кровообращения при повышенном давлении окружающей среды, а также об адекватности и большой информативности в этих условиях методов трансторакальной тетраполярной реоплетизмографии, электро- и интервалокардиографии и измерения среднего артериального давления осциллометрическим сервосистемным способом.

S. A. Gulyar, V. N. Iljin, V. A. Reben, A. L. Evtushenko, M. A. Epler

CONTINUOUS NONINVASION REGISTRATION OF CIRCULATION PARAMETERS WHILE PERFORMING THE VALSALVA TEST UNDER HIGH AMBIENT PRESSURE

The results are presented which confirm applicability of the Valsalva test as a functional exercise for the cardiovascular system while studying changes of the circulation regulation under high ambient pressure. Methods of transthoracic tetrapolar impedance plethysmography, electro- and intervalocardiography and mean arterial pressure measurement by means of the oscillometric servosystem are shown as adequate and highly informative under these conditions.

A. A. Bogomoletz Institute of Physiology,
Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, Kiev

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баевский Р. М., Кириллов О. И., Клецкин С. З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. — М.: Наука, 1984. — 221 с.
2. Банистер Р. Д. Диагноз и лечение хронических форм вегетативной недостаточности // Нейро-трансмиссивные системы. — М.: Медицина, 1982. — С. 88—102.
3. Гуляр С. А. Транспорт респираторных газов при адаптации человека к гипербарии. — Киев: Наук. думка, 1988. — 296 с.
4. Гуревич М. И., Соловьев А. И., Литовченко Л. П., Долман Л. Б. Импедансная реоплетизмография. — Киев: Наук. думка, 1982. — 176 с.

5. Жем...
6. ных /
7. Карп...
8. 274 с
9. Лео...
10. наук.
11. Data
12. Medi
13. plicat
14. Lin Y
15. sea B
16. Lin Y
17. in un
18. Reeb
19. Cardi
20. Steg
21. vasi
22. 59, N

Ин-т фи
АН УССР
Тарт. ун-

УДК 576.8

Э. А. Бар

Ультр
голов
действи

В опы
эндоток
щества
30 мин
5 ч рег
циальн
послед
клеточн
сплетен
эндоток
даются
ликвор

Введен

При од
сахари
которы
привод
ватной
никнов
и возр
снижен
темы
мусе
ультра
отдела
ются

© Э. А. Б

ISSN 02

5. Жемайтис Д. Вегетативная регуляция синусового ритма сердца у здоровых и больных // Анализ сердечного ритма.— Вильнюс, 1982.— С. 5—22.
8. Карпман В. Л. Фазовый анализ сердечной деятельности.— М.: Медицина, 1963.— 274 с.
7. Лоога Р. Ю. Изменения кровообращения при опыте Вальсальвы // Усп. физиол. наук.— 1974.— 4, № 3.— С. 134—151.
8. Data P. G., Gerboni S., Di Tano G. Impegno cardiovascolare in attivita subacquea // Medicina subacquea ed iperbarica. 3. Fisiopatologia e diagnostica cardiovascolare applicate.— Chieti: Edizioni stud., 1984.— P. 151—160.
9. Lin Y. C. Circulatory functions during immersion and breath-hold in human // Undersea Biomed. Res.— 1984.— 11, N 2.— P. 123—138.
10. Lin Y. C., Kato E. N. Effects of helium gas on heart rate and oxygen consumption in unanesthetized rats // Ibid.— 1974.— 1, N 3.— P. 281—290.
11. Reeben V., Epler M. Indirect continuous measurement of mean arterial pressure // Adv. Cardiovasc. Phys.— 1983.— Suppl. p. 11.— P. 90—118.
12. Stegemann J., Baer F. M., Hoffman U. The Valsalva maneuver as an indirect, non-invasive indicator of central blood volume shift // Aviat. Spase Environ. Med.— 1988.— 59, N 5.— P. 422—427.

Ин-т физиологии им. А. А. Богомольца
АН УССР, Киев
Тарт. ун-т

Материал поступил
в редакцию 12.01.91

УДК 576.8.097:611.81:616—076.4

Э. А. Бардахчян, Н. Г. Харланова

Ультраструктурные изменения в тканях головного мозга крыс при прямом действии эндотоксина кишечной палочки

В опытах на крысах показано, что при внутрицистернальном введении эндотоксина кишечной палочки в нейронах центрального серого вещества ствола мозга, прилежащих к сильвиевому водопроводу, через 30 мин появляются многочисленные окаймленные везикулы, а спустя 5 ч регистрируются дистрофические изменения. В эпендимоцитах к инициальным повреждениям митохондрий, микроворсинок и ресничек в последующем присоединяются отек цитоплазмы, расширение межклеточных промежутков и слущивание клеток. В эпителии сосудистого сплетения эндоцитоз, интенсивный в первые 30 мин после действия эндотоксина, сменяется через 5 ч деструктивными изменениями. Обсуждаются возможные механизмы проникновения эндотоксина через ликворозноцефалический и гематоликворный барьеры.

Введение

При одномоментном попадании больших доз эндотоксина (липополисахарида — ЛПС) в кровоток развивается эндотоксиновый шок (ЭШ), который рассматривается как периферический сосудистый коллапс, приводящий к тяжелым системным расстройствам вследствие неадекватной перфузии тканей оксигенированной кровью [3, 5, 7, 10]. Возникновение ЭШ сопровождается уменьшением церебрального кровотока и возросшей потребностью ткани мозга в кислороде [14]. Региональное снижение кровотока в различных структурах центральной нервной системы колеблется в пределах 23—52 %: оно минимально в гипоталамусе и наиболее выражено в гипофизе [12], при этом обнаруживаются ультраструктурные и электрофизиологические нарушения в разных отделах головного мозга [1, 2, 10, 11]. Наблюдаемые изменения являются результатом непосредственного действия эндотоксина на эти

© Э. А. БАРДАХЧЯН, Н. Г. ХАРЛАНОВА, 1991

ISSN 0201-8489. Физиол. журн. 1991. Т. 37. № 5