

ишечника, где показано [5], аверина реакция на ацетил-м образом, по [5] характер-са сосудистой мускулатуры. аслабляться. Это отмечает-щего исходный сосудистый ющее введение папаверина. наблюдалась тенденция к уменьшения МОК и замед-отмечалось постепенное по-особствует превалированию ышение ОПС [6, 8]. Заре-нием бета-адреноблокаторов [9, 14].

давление на 11,6 % а сам эффект обусловлен снижени-

при блокаде бета-адреноре-сит от снижения ОПС. Не-средствами, через 30 мин-ся тенденция к повышению-ксида на фоне пропранолола как и до пропранолола [13]. арной артерии установлено-ются через бета-адреноре-

тных с хронической питуит-средств при полном выклю-одинаков, т. е. усиления их-блокады не наблюдается. ений гемодинамики. Не ис-ноблокаторов и миотропных-щее при применении одних

т артериальное давление у-ультате уменьшения ОПС. ерии и дибазол не вызывают-полной блокады бета-адре-сохраняется и обусловлено

ы

аяна Н. Н. К вопросу о ме-я питуитрина на интактную № 10, с. 1491—1497. амники методом разведения-щения. Л., 1976, с. 34—51. ту сердца и состояние гемо-в.— Физиол. журн., 1977, 23,

ту сердца и состояние гемо-и.— Физиол. журн., 1979, 25,

5. Конради Г. П. Зависимость сосудистых реакций от исходного уровня сосудистого тонуса.— В кн.: Регуляция сосудистого тонуса. Л., 1973, с. 134—142.
6. Кудрин А. Н., Воробьев В. Г. Аминокетоны с адреполитическим действием.— В кн.: Аминокетоны. М., 1970, с. 29—43.
7. Саноцкая Н. В. Влияние питуитрина на кровоснабжение и напряжение кислорода в миокарде.— Физиол. журн. СССР, 1973, 59, № 3, с. 450—459.
8. Сафронников Л. В., Семенов М. Е., Катюхин В. Н. Изучение влияния фармакологической денервации сердца на гемодинамику у больных гипертонической болезнью первой стадии.— В кн.: Гемодинамика в норме и патологии. Л., 1978, с. 18—25.
9. Чекман И. С. Влияние антиадренергических средств на показатели общей гемодинамики.— Врачеб. дело, 1975, № 3, с. 9—12.
10. Шадовская А. Длительная экспериментальная питуитриновая гипертония у кроликов.— Фармакология и токсикология, 1966, 29, № 1, с. 108.
11. Шишкин С. Б. Влияние некоторых фармакологических веществ на механическую активность гладкомышечных клеток коронарных артерий: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Казань, 1979. 22 с.
12. Mehta J. Adrenergic blockade in hypertension.— J. Amer. Med. Asso. 1978, 240, N 16, p. 1759—1760.
13. Mroczek W. J., Lee V. R., Davidov M. E., Finnerty F. A. Vasodilator administration in the presence of beta-adrenergic blockade.— Circulation, 1976, 53, N 6, p. 985—988.
14. Schnurr E. Neue Gesichtspunkte zur Behandlung der Hypertonie.— Dtsch. med. Wochenschr., 1976, 101, N 48, S. 1779—1780.

Кафедра фармакологии и Центральная научно-исследовательская лаборатория Киевского медицинского института

Поступила в редакцию 23.X 1979 г.

УДК 612.824.2—001.81:612.766.1

Н. П. Красников, Н. А. Агаджанян, А. М. Ефименко, В. В. Ширяев

## ВЛИЯНИЕ ГИПОКСИЧЕСКИХ ТРЕНИРОВОК НА ПОКАЗАТЕЛИ РЕОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ У СПОРТСМЕНОВ

В последние годы получено много экспериментальных данных о влиянии физических упражнений на гемодинамику головного мозга [5, 6]. Однако исследований мозгового кровообращения методом реоэнцефалографии в условиях дефицита кислорода недостаточно, хотя гипоксические тренировки прочно вошли в практику большого спорта [3].

Учитывая, что центральная нервная система наиболее чувствительна к недостатку кислорода, мы исследовали динамику основных параметров реоэнцефалограммы у спортсменов в период специальных гипоксических тренировок.

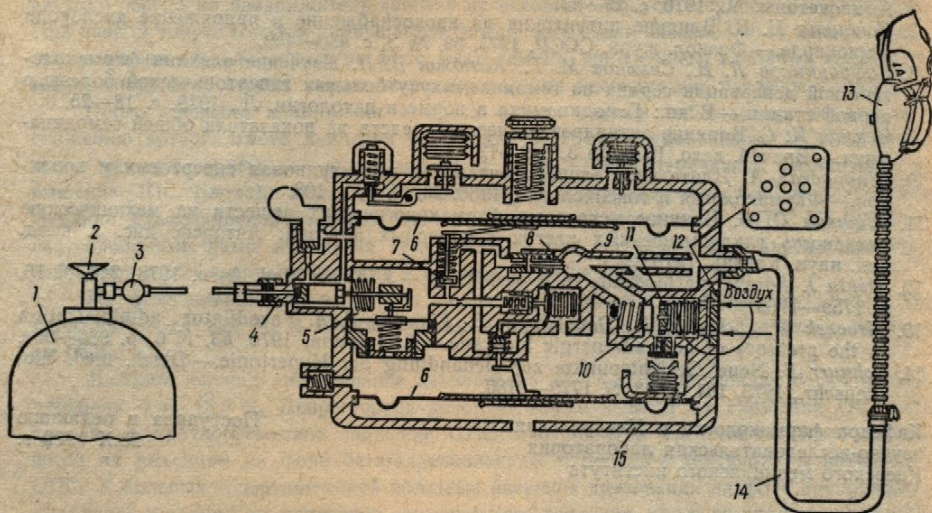
### Методика исследований

Обследовано 10 легкоатлетов-стайеров младших разрядов в возрасте 20—23 лет, которые в течение 5 нед ежедневно перед физическими тренировками по 30 мин вдыхали гипоксическую смесь, содержащую 15,5—16,5 % кислорода ( $P_{O_2}$  153—159 гПа). Для этих целей нами создана специальная установка (см. рисунок), позволяющая в лабораторных условиях с помощью модифицированных кислородных приборов КП-24 М с достаточно высокой точностью обеспечить одномоментную подачу обедненной кислородом газовой смеси сразу для всей группы обследуемых. Приборы подключали к баллону с чистым азотом. В момент вдоха определенное количество азота проходило по трубопроводам прибора, перемешивалось с подсасываемым через отверстия специального фланца воздухом. Концентрацию кислорода регулировали перекрытием отверстий 12 (см. рисунок). Анализ газовой смеси на содержание кислорода проводили в аппарате Холдена.

Гемодинамику головного мозга регистрировали на четырехканальном реографе РГ-4-01 и электрокардиографе ЭЛКАР-6 в фронто-мастоидальном отведении. Использовали общепринятые методы регистрации, оценки и анализа реограмм [10, 11]. Во время записи реограмм обследуемые находились в экранированной комнате в лежачем положении. Реоэнцефалограммы регистрировали до и после гипоксических тренировок



и на 15—17 день реадaptации. Сравнивали параметры РЭГ на различных этапах гипоксической тренировки и в период реадaptации. Одновременно с реоэнцефалограммой записывали интегральную реограмму и рассчитывали систолический и минутный



Принципиальная схема гипоксической установки.

1 — баллон с азотом емкостью 40 л, давлением 98—1470 Н; 2 — вентиль баллона; 3 — редуктор КР-24; 4 — входной штуцер прибора; 5 — редуктор прибора; 6 — мембрана; 7 — клапан легочного автомата; 8 — сопло эжектора; 9 — смесительная камера; 10 — клапан автомата подсоса воздуха; 11 — anerоид автомата подсоса воздуха; 12 — фланец с отверстиями; 13 — кислородная маска КМ-32; 14 — шланг КШ-24.

объем крови по формуле А. А. Кедрова с поправкой на коэффициент Базетта [9]. Физическую работоспособность определяли методом PWC<sub>170</sub> по степ-тесту. Полученный материал обрабатывали статистически методом вариационных рядов [2].

### Результаты исследований и их обсуждение

Результаты исследования динамики мозгового и центрального кровообращения, полученные на различных этапах гипоксических тренировок, приведены в таблице, из которой видно, что относительный объем пульса (ОПП), отражающий прирост объема крови в момент максимального кровенаполнения сосудов по отношению к общему объему исследуемого участка, за период гипоксических тренировок уменьшился на 16,8 %. Длительность реографической волны (Т) возросла на 12 %, а в период реадaptации — на 13 %. Интервал «ав», отражающий период изгнания крови из левого желудочка, увеличился на 8 %, а интервал «аб» — период быстрого изгнания — на 49 %. Амплитуда систолической волны (А<sub>с</sub>), характеризующая интенсивность кровенаполнения исследуемых сосудов головного мозга, существенно не изменилась.

Таким образом, экспериментально установлено уменьшение относительного объема пульса под влиянием гипоксических тренировок. Демпфирующей реакцией при искусственной гипоксии являлось уменьшение периферического сопротивления, повышение эластичности и растяжимости стенок исследуемых сосудов, что подтверждается абсолютным увеличением интервалов «ав» и «аб». Вследствие включения указанных механизмов автономной регуляции кровообращения гемодинамика головного мозга сохраняет свое постоянство при дефиците кислорода во вдыхаемом воздухе. Аналогичные реакции отмечались и в работах других авторов [10].

По данным литературы [4], с ростом тренированности спортсменов увеличиваются абсолютные значения сердечного цикла, периода изгнания, уменьшается время изгнания минутного объема в состоянии мышечного покоя. Эти изменения возникают параллельно увеличению физической выносливости и спортивных результатов. При этом

период изгнания относительного цикла уменьшился. За 5 нед специально удлинение сердечного цикла составило 29 % ( $p < 0,01$ ). Интервал

### Динамика мозгового и центрального

| Исследуемые параметры | Исходные данные |
|-----------------------|-----------------|
| ОПП, %                | 9,84            |
| Т, с                  | 1,015           |
| ав, с                 | 0,310           |
| ав/Т, %               | 30,7            |
| аб, с                 | 0,100           |
| аб/Т, %               | 9,9             |
| А <sub>с</sub> , Ом   | 0,152           |
| СО, мл                | 74,4            |
| ЧСС, уд/мин           | 59,0            |
| МОК, л/мин            | 4,35            |

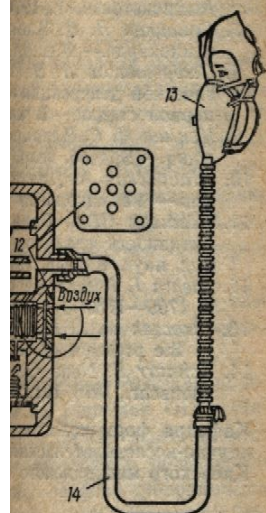
увеличился на 0,026 с — среднеквадратическое отклонение (ав/Т=30 %) и уменьшение «ав» относительного периода изгнания свидетельствует о снижении функции миокарда левого желудочка. Интервал «аб» увеличился на 0,049 с, что указывает на увеличение периода быстрого изгнания крови из левого желудочка. Подобный характер изменений в динамике кровообращения при гипоксии свидетельствует о адаптивных изменениях в работе сердечно-сосудистой системы. Изменения периода изгнания крови из левого желудочка и амплитуды пульса являются признаком парастазии функции миокарда левого желудочка. В период тренировок и реадaptации функциональные механизмы кровообращения адаптируются к кратковременным периодам гипоксии, обеспечивая нормальную физическую работоспособность.

Исследования ряда авторов показывают, что при дефиците кислорода при нагрузке снижается общая резистентность периферических сосудов. В том числе и к большим нагрузкам. Это согласуется с литературными и экспериментальными данными, наблюдаемыми в центре тренировок.

Таким образом, результаты исследования газовой смеси при вдыхании газовой смеси при гипоксических тренировках



различных этапах гипоксии с реоэнцефалограммой толчков и минутный



ПОВЫШЕНИЯ.

1 — баллон; 3 — редуктор; 7 — клапан легочного автомата подсоса воздуха; 12 — автомат подсоса воздуха; 13 — кислородная маска

коэффициент Базетта [9]. Степень гипоксии. Полученный результат [2].

#### Выводы

Влияние гипоксических тренировок на кровообращение, приведены в таблице, из которой видно, что прирост объема кровообращения к общему объему уменьшился на 16,8 %. В период реадaptации — в левом желудочке, увеличился на 49 %. Амплитуда сокращения исследуемого

относительного объема крови реакцией при искусственной гипоксии, повышение которого подтверждается абсолютными значениями механической работы мозга сохранения дыхания. Аналогичные реакции

спортсменов увеличивают, уменьшается время изгнания возникают параллельные результаты. При этом

период изгнания относительно должных величин для соответствующего значения сердечного цикла уменьшается.

За 5 нед специальных гипоксических тренировок в наших наблюдениях произошло удлинение сердечного цикла и его фаз, физическая работоспособность увеличилась на 29 % ( $p < 0,01$ ). Интервал «ав», совпадающий с продолжительностью систолы сердца,

#### Динамика мозгового и центрального кровообращения под влиянием пятидневного курса гипоксических тренировок

| Исследуемые параметры | Период обследования |                                |       |      |         |                          |       |      |         |
|-----------------------|---------------------|--------------------------------|-------|------|---------|--------------------------|-------|------|---------|
|                       | Исходные данные     | После гипоксических тренировок | M     | m    | p       | На 17-й день реадaptации | M     | m    | p       |
| ОП, %                 | 9,84                | 8,16                           | 1,61  | 0,72 | $<0,05$ | 8,76                     | 1,54  | 1,72 | $>0,05$ |
| T, с                  | 1,015               | 1,137                          | 0,128 | 0,05 | $<0,05$ | 1,162                    | 0,142 | 0,01 | $<0,01$ |
| ав, с                 | 0,310               | 0,336                          | 0,026 | 0,01 | $<0,05$ | 0,334                    | 0,024 | 0,01 | $<0,05$ |
| ав/T, %               | 30,7                | 30,00                          | 0,90  | 1,40 | $>0,05$ | 29,1                     | 1,00  | 1,05 | $>0,05$ |
| аб, с                 | 0,100               | 0,149                          | 0,050 | 0,02 | $<0,05$ | 0,141                    | 0,040 | 0,01 | $<0,01$ |
| аб/T, %               | 9,9                 | 13,1                           | 3,25  | 2,07 | $>0,05$ | 12,1                     | 2,25  | 1,05 | $>0,05$ |
| A <sub>с</sub> , Ом   | 0,152               | 0,139                          | 0,013 | 0,01 | $>0,05$ | 0,153                    | 0,020 | 0,02 | $>0,05$ |
| СО, мл                | 74,4                | 84,1                           | 8,43  | 2,37 | $<0,05$ | 88,4                     | 12,9  | 3,95 | $<0,01$ |
| ЧСС, уд/мин           | 59,0                | 53,0                           | 6,33  | 2,42 | $<0,05$ | 52,7                     | 6,02  | 2,50 | $<0,05$ |
| МОК, л/мин            | 4,35                | 4,48                           | 0,10  | 0,20 | $>0,05$ | 4,64                     | 0,23  | 0,20 | $>0,05$ |

увеличился на 0,026 с — это физиологически устойчивый показатель, имеющий малое среднее квадратическое отклонение ( $m \pm 0,01$ ) и занимающий постоянную долю периода револуции (ав/T=30 %) при его возрастании. Наряду с возрастанием «Т» происходило уменьшение «ав» относительно должных величин, рассчитанных по [7]. Абсолютное увеличение «ав» свидетельствует об уменьшении периферического сопротивления, усилении функции миокарда и увеличении ударного объема. Интервал «аб» увеличился на 0,049 с, что указывает на снижение упругих свойств и повышение растяжимости стенок исследуемых сосудов [10]. Систолический объем, как показатель экономизации аппарата кровообращения в условиях покоя, увеличился на 18 % при неизменном МОК. Подобный характер изменений периода револуции и его интервалов свидетельствует об адаптивных изменениях гемодинамики мозговых сосудов, об эффективности тренировочного режима и оптимальном функциональном состоянии кровообращения [6]. Выявленные изменения периода изгнания, как и всего сердечного цикла, считаются классическим признаком нарастания физической тренированности [4], а наблюдаемая динамика временных и амплитудных параметров реоэнцефалограммы свидетельствует о включении и функционировании механизмов автономной регуляции при длительном воздействии кратковременных периодов дыхания гипоксических газовых смесей в комплексе с последующей физической тренировкой.

Исследования ряда авторов [1, 8] показали, что при адаптации организма к дефициту кислорода при барокамерной тренировке или в условиях высокогорья повышается общая резистентность организма к целому комплексу экстремальных факторов, в том числе и к большим физическим нагрузкам. Полученные нами данные согласуются с литературными и вместе с тем позволяют вскрыть физиологический механизм изменений, наблюдаемых в центральной гемодинамике при длительной 35 сут гипоксической тренировке.

Таким образом, результаты наших исследований свидетельствуют об эффективности дыхания газовых смесей, обедненных кислородом, в процессе тренировочного периода. Анализ полученных данных показывает, что адаптация мозгового кровообращения при гипоксических тренировках спортсменов происходит при существенном возра-



стании периода реографической волны, за счет увеличения периода изгнания, при значительном удлинении периода быстрого изгнания крови. С помощью реографии исследование гемодинамики головного мозга дает определенную информацию о включении и функционировании механизмов регуляции мозгового кровообращения и об эффективности специальных гипоксических тренировок.

### Список литературы

1. Агаджанян Н. А., Миррахимов М. М. Горы и резистентность организма. М.: Наука, 1970. 184 с.
2. Венчиков А. И., Венчиков В. А. Основные приемы статистической обработки результатов наблюдений в области физиологии. М.: Медицина, 1974. 151 с.
3. Геселевич В. А. Некоторые особенности тренировки в горах.— В кн.: Медицинский справочник тренера. М., 1976, с. 252—253.
4. Граевская Н. Д. Влияние спорта на сердечно-сосудистую систему. М.: Медицина, 1975. 277 с.
5. Иванов М. П., Михайлов В. В., Чернашкин В. В. Изменение электро и реоэнцефалограммы у спортсменов при истощающей работе.— Теория и практика физ. культуры, 1973, № 12, с. 28—31.
6. Луканина Л. В., Синельникова Э. М. Особенности мозговой гемодинамики у спортсменов с различной направленностью тренировочного процесса.— Теория и практика физ. культуры, 1979, № 6, с. 22—23.
7. Карпман В. Л. Фазовый анализ сердечной деятельности. М.: Медицина, 1965. 276 с.
8. Сиротинин М. М. Життя на висотах і хвороба висоти. Київ: Вид-во АН УССР, 1939. 225 с.
9. Шершнев В. Г., Дзяк Г. В., Герман А. К. Реографический метод оценки интегральной гемодинамики.— В кн.: Клиническая реография. Киев, 1977, с. 79—86.
10. Энина Г. И. Реография как метод оценки мозгового кровообращения. Рига: Зинатне, 1973. 124 с.
11. Яруллин Х. Х. Клиническая реоэнцефалография. Л.: Медицина, 1967. 276 с.

Кафедра биомеханики и физиологии  
спорта Симферопольского университета

Поступила в редакцию  
24. XII 1979 г.

УДК 616.127—005.8—073.97

### УСТРОЙСТВО ДЛЯ С

Электрокардиография по кардиологии как один из методов исследования сердца.

Регистрация множественных электрокардиограмм (ЭКГ) — это метод электрокардиографии инфаркта миокарда, а также для больных, перенесших инфаркт.

Рис. 1. Пояс с электродами  
1 — основа пояса из прорезиненной ткани, 2 — электроды, 3 — эластичная лента, 4 — лента-застежка.

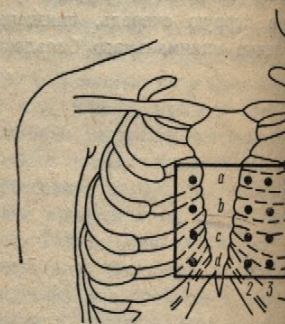


Рис. 2. Положение электрода  
Р

1 — корпус, 2 — защитный бортик, 3 — жима с резьбой, 7 — гайка, 8 — от него провода, 10

Используемый нами метод электрокардиограмм (ЭКГ) в 36 точках на теле обследуемого в девяти рядах электродов, быстрой и удобно устройство, состоящее из основы пояса, на которой

9 — Физиологический журнал, № 5.