

ISSN 0131 - 1646

Российская академия наук

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

ТОМ 19 • 1993

5



Human Physiology

Volume 19, Number 5

September–October, 1993

EDITORIAL BOARD:

V.I. Medvedev (Editor-in Chief)

Yu.D. Koropov (Associate Editors), B.M. Fedorov (Associate Editors), V.M. Vladimirskaia (Secretary), I.P. Anokhina, N.P. Berhtereve, M.E. Vartanyan, Yu.I. Gogolitsyn, V.N. Gurin, D.I. Zhemaltite, G.M. Zarakovsky, E.A. Kostandov, B.A. Lapin, N.V. Makarenko, A.G. Marachev, V.A. Matyukhin, S.I. Soroko, F.F. Sultanov, D.A. Farber, M.V. Frolov, M.M. Khananashvili, A.N. Shandurina, Yu. Shelepin, G.M. Yakovlev

CONTENTS

Biyasheva Z.G., Shvetsova Ye.V. Informational analysis of EEG ontogenetic dynamics of 7–18 year old boys during mental arithmetic.....	5
Dubikaitis V.V. Specific spatial relationship of pathological EEG activity in patients with temporal epilepsy.....	12
Kolyshkin V.V. Brain functional asymmetry and its role in the genesis of arterial hypertension.....	23
Degtyarev V.P. Changes of target activity resultativeness during motivationally determined states under the influence of liminal pain.....	31
Usachev V.I., Samoilov V.O., Gofman V.R. Rotatory nystagmus in different variations of afferent inlets interaction.....	39
Volkov V.G., Mashkova V.M. Changes of optical tracking function in opium addicts.....	44
Dmitriyeva N.V. Symmetrical approach to the study of rheovasogram.....	53
Salmanov P.L. Individual peculiarities of changes in cardiac rhythmogram after report of activity results.....	65
Kusnetsova V.K., Lyubimov G.A., Skobeleva I.M. The study of certain qualitative effects associated with forced expiration.....	72
Yermolayev V.V., Gabrielyan K.G. Trace processes in mamory and body pattern.....	80
Lipshitz M.I. The influence of interaction between feet and support on tonic activity of leg muscles during standing.....	86
Koryak Yu.A. Functional properties of neuromuscular system in sportsmen of different specialization.....	95
Lenkova R.I., Usik S.V., Khokhlov I.N. The role of the creatine phosphokinase system of sceletal muscles in adaptation to prolonged physical strain.....	105
Gubernatorov Ye.Ye., Sharapov A.N., Gerasimov G.A., Filippova T.A. Age-dependent peculiarities of dophaminergic regulation thyrotropic hormone secretion in boys aged 3–15 years and in adult men.....	113
Tkachenko Ye.Ya., Divert V.E., Yakimenko M.A. Comparative analysis of optimal regimes of muscular work after adaptation to cold and physical strain.....	121
Badyshov V.A., Sytnik S.I., Pastushenkov V.A., Losev A.S., Kolotilinskaya N.V., Makhnycheva A.L., Potapova L.M., Seredenin S.B. Different reactions to thermal influence in individuals with different levels of thermal stability.....	127
Panina T.S., Fedorov A.I., Kasin E.M. Analysis of efficiency of a preventive dispensary using automatized means of prenological diagnostics.....	135

Sintsova N.V. Adaptation to hypocaloric diet in obese patients.....	143
Rutner Ya.F., Slesarev O.V., Bolonkin V.P. Functional interrelation of chewing musculature and evolution of human mandible shape in ontogenesis.....	148
Kydryashov B.A., Lyapina L.A., Kondashevskaya M.V. Fibrinolytic and thrombolytic properties of low-molecular heparin — nicotinamic complex.....	156
Krikshtopaitis M.I. Physiological basis for prevention of early aging.....	161

Brief Communication

Bova A.A., Feketa V.P., Kapustin Ye.V., Deneschuk V.Yu. Response of human cardiovascular system to dosed exercise depending on the type of circulatory selfregulation....	168
Korkushko O.V., Pizaruk A.V. Age-dependent peculiarities of hypoxia compensation by means of increased dissociation of oxyhemoglobin.....	172

Address

Moscow 117312, Fersman St., 11

HUMAN PHYSIOLOGY

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 612.146.4

© 1993 г.

А.А. Бова, В.П. Фекета, Е.В. Капустин, В.Ю. Денецук

**ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ
ЧЕЛОВЕКА НА ДОЗИРОВАННУЮ ФИЗИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА САМОРЕГУЛЯЦИИ КРОВООБРАЩЕНИЯ**

В последние годы сформировалось представление о неоднородности понятия гемодинамической нормы [1]. Оказалось, что нормирование отдельных гемодинамических параметров вне их взаимосвязи менее информативно, чем синтетический подход к оценке кровообращения, основанный на учете не столько абсолютных значений отдельных показателей, сколько их физиологических соотношений в различных условиях жизнедеятельности [2]. Именно такой подход используется при интегральной оценке кровообращения по типам саморегуляции [3, 4]. Так, установлено, что в норме существует три типа саморегуляции кровообращения (ТСК): сердечный, сосудистый и средний. Для каждого из этих типов характерно определенное соотношение сердечного и сосудистого компонентов центральной гемодинамики. Интегральная оценка сердечно-сосудистой системы по ТСК широко используется в физиологии, спортивной медицине, кардиологии [5—7], однако по вопросу диагностической и прогностической ценности этого подхода пока не достигнуто однозначного мнения. В методологическом отношении наиболее полно выявить преимущества того или иного ТСК можно в ходе функциональных нагрузочных тестов. Поэтому цель настоящей работы состояла в выяснении особенностей гемодинамического обеспечения дозированной физической нагрузки у представителей сердечного, сосудистого и среднего ТСК.

Было обследовано 84 практически здоровых лиц мужского пола в возрасте от 24 до 37 лет, разделенных на три группы в зависимости от принадлежности к тому или иному ТСК. Первую группу составили 23 человека с сердечным ТСК, вторую — 17 человек с сосудистым и третью группу — 44 человека со средним ТСК. Испытуемые не предъявляли никаких жалоб на здоровье; при физикальном обследовании и на ЭКГ в покое у них не было выявлено никаких патологических изменений.

Функциональное состояние сердца оценивалось с помощью грудной тетраполярной реографии. Регистрировали такие показатели, как частота сердечных сокращений (ЧСС), ударный объем сердца (УО), систолическое (АД_с), диастолическое (АД_д) и среднее (САД) артериальное давление крови, индекс кровоснабжения (ИК), индекс периферического сопротивления сосудов (ИПС), минутная работа сердца (А), расход энергии сердцем на передвижение 1 л минутного объема крови (РЭ). Все эти показатели определяли по общепринятым методикам, описанным в литературе [8—10].

Эффективность работы сердца по гемодинамическому обеспечению физической нагрузки исследовали с помощью спироэргометрии, которую проводили на аппарате «Спиrolит — 2» и велоэргометре «Еlеmа 380 В». Нагрузку устанавливали согласно

Изменение основных параметров центральной гемодинамики под влиянием дозированной физической нагрузки у лиц с различным ТСК ($M \pm m$)

Показатель	Сердечный ТСК		Сосудистый ТСК		Средний ТСК	
	в покое	на высоте нагрузки	в покое	на высоте нагрузки	в покое	на высоте нагрузки
ЧСС, мин ⁻¹	67,0 ± 1,3	149,8 ± 2,9*	61,7 ± 1,2	135,5 ± 11,3*	64,5 ± 1,6	148,2 ± 2,8*
САД, мм рт. ст.	101,8 ± 2,0	107,8 ± 2,1*	98,4 ± 2,3	84,5 ± 2,1*	99,1 ± 2,2	101,4 ± 2,5*
УО, мл	53,7 ± 1,0	60,8 ± 1,1*	64,5 ± 1,3	85,6 ± 1,9*	54,1 ± 1,1	63,1 ± 1,4*
ИК, мл/(кг · мин)	59,6 ± 1,5	111,6 ± 3,2*	53,7 ± 1,3	109,8 ± 3,4*	56,7 ± 1,4	109,5 ± 1,5*
ИПС, н ² · с · см ⁻⁵	10,8 ± 0,4	10,1 ± 0,5	12,1 ± 0,3	9,8 ± 0,4*	11,3 ± 0,4	10,5 ± 0,3*
ГНФСМ, мм рт. ст.	57,4 ± 1,3	63,2 ± 1,2*	41,5 ± 1,4	63,8 ± 1,1*	53,4 ± 1,2	62,8 ± 1,4*

* Достоверные изменения по сравнению с покоем ($p < 0,05$).

таблицам Шепарда по уровню должного максимального потребления кислорода в зависимости от пола, роста и массы тела. Пробу проводили в течение 15 мин. Первые 5 мин пациент адаптировался к условиям эксперимента, затем в течение 5 мин проводили велозергометрическую пробу, и последующие 5 мин длился отдых. По спироэргометрической кривой оценивали время достижения плато, отражающее отсутствие прироста потребления кислорода при продолжающейся нагрузке. Оценивали следующие показатели, характеризующие эффективность сердечной деятельности на высоте нагрузки: величину максимального потребления кислорода (VO_{2max}) выраженную в метаболических единицах (1 MET = 3,5 мл O_2 /мин); коэффициент расхождения резервов миокарда (КРРМ) и производительную работу левого желудочка (ПРЛЖ), которые рассчитывали по известным формулам [8].

Исходный тип саморегуляции кровообращения и суммарную гемодинамическую насосную функцию мышц (ГНФСМ) голени определяли по методике Н.И. Аринчина [11, 12]. Статистическая обработка полученных данных выполнена по общепринятой методике с вычислением достоверности различий групповых средних по критерию Стьюдента. Достоверным считали различие при $p < 0,05$.

Под влиянием дозированной физической нагрузки произошли существенные изменения параметров центральной гемодинамики во всех трех группах испытуемых (табл. 1). Сходным образом в сторону увеличения отреагировали такие параметры, как ЧСС, УО, ИК. Однако динамика некоторых показателей у представителей различных ТСК имела определенные особенности. Так, у лиц с сердечным ТСК произошло увеличение САД, связанное, по-видимому, с возрастанием ИК, так как ИПС статистически достоверно не изменялся. У представителей сосудистого ТСК статистически достоверно уменьшилось САД, что коррелировало с существенным снижением ИПС. У лиц же со средним ТСК САД и ИПС не обнаружили статистически достоверных отклонений от исходного уровня. Таким образом, различия в реакции на дозированную физическую нагрузку у представителей различных ТСК касаются в основном САД и ИПС. Если учесть, что значение САД является результирующей величиной от взаимодействия сердечного и сосудистого компонентов гемодинамики, а сердечный компонент (ИК) во всех трех группах отреагировал однообразным увеличением, то можно сделать вывод о том, что особенности гемодинамического обеспечения дозированной физической нагрузки определяются реакцией внутримышечных резистивных сосудов. Обращает на себя внимание тот факт, что у представителей сосудистого ТСК имело место максимальное увеличение гемодинамической насосной функции скелетных мышц на высоте нагрузки по сравнению с покоем. У представителей же сердечного ТСК, несмотря на более высокое по

Показатели, характеризующие эффективности сердечной деятельности у лиц с различным ТСК ($M \pm m$) на высоте нагрузки

Показатели	Тип саморегуляции кровообращения		
	сердечный	сосудистый	средний
$VO_{2\max}$, MET	$8,37 \pm 0,24^*$	$9,44 \pm 0,18^*$	$7,12 \pm 0,14^*$
КРРМ, ед.	$4,20 \pm 1,24^*$	$3,77 \pm 1,05^*$	$4,18 \pm 1,13^*$
ПРЛЖ, ед.	$32,77 \pm 0,43^*$	$26,79 \pm 0,39^*$	$31,83 \pm 4,01^*$
А, кГм	$8,95 \pm 0,17^*$	$6,69 \pm 0,14^*$	$7,07 \pm 0,14^*$
РЭ, Вт	$13,08 \pm 0,3^*$	$11,2 \pm 0,3^*$	$11,7 \pm 0,2^*$
ДП, ед.	$90,3 \pm 1,6^*$	$81,5 \pm 1,4^*$	$86,5 \pm 1,5^*$

*Достоверные различия между ТСК ($p < 0,05$).

сравнению с сосудистым ТСК ($p < 0,05$) значение ГНФСМ в покое, его прирост под воздействием нагрузки существенно меньше. Это обстоятельство свидетельствует в пользу представления об активном участии скелетных мышц в системной гемодинамике организма человека [13].

При оценке эффективности сердечной деятельности на высоте нагрузки установлено, что максимальное поглощение O_2 было у представителей сосудистого ТСК (табл. 2). У них же наиболее экономно расходовались резервы миокарда, а потребность его в кислороде была минимальной. У представителей сердечного ТСК работа сердца по гемодинамическому обеспечению физической нагрузки была наименее экономной, а потребность миокарда в кислороде — наивысшей по сравнению с остальными группами. Эффективность сердечной деятельности у лиц со средним ТСК характеризовалась промежуточными значениями.

Таким образом, сердечно-сосудистая система представителей сосудистого ТСК обладает способностью наиболее эффективно приспосабливаться к дозированной велоэргометрической нагрузке по сравнению с представителями сердечного и среднего ТСК. Эта способность на наш взгляд во многом связана с интенсивным вовлечением скелетных мышц в гемодинамику. Однако данный вывод справедлив лишь в отношении здоровых лиц с частотой сердечных сокращений в покое от 55 до 65 уд./мин. Дело в том, что сосудистый ТСК встречается и у многих больных кардиологического профиля с суженными приспособительными возможностями коронарного кровообращения и вследствие этого со сниженной толерантностью к физической нагрузке. Однако в этом случае он формируется не столько за счет повышенного сосудистого сопротивления, сколько за счет сниженного сердечного выброса. Как правило, при этом ЧСС превышает 70 уд./мин.

Выводы

1. Особенности гемодинамического обеспечения дозированной велоэргометрической нагрузки здоровых людей определяются реакцией внутримышечных резистивных сосудов.
2. Максимальный диапазон снижения общего периферического сопротивления сосудов при дозированной велоэргометрической нагрузке у представителей сосудистого ТСК обеспечивает более высокую эффективность сердечной деятельности по сравнению с представителями сердечного и среднего ТСК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шхвацабая И.К., Константинов Е.И., Гундарев И.А. О новом подходе к пониманию гемодинамической нормы // Кардиология. 1981. Т. 21. № 3. С. 10.
2. Медеяновский А.Н. Системные механизмы гомеостаза // Успехи физиол. наук. 1982. Т. 13. № 3. С. 96.

3. Аринчин Н.И. Проблема тензии и тонии в норме и патологии кровообращения // Физиология человека. 1978. Т. 4. № 3. С.426.
4. Аринчин Н.И., Кулаго Г.В. Гипертоническая болезнь как нарушение саморегуляции кровообращения. Минск: Наука и техника, 1969. 104 с.
5. Гулько Н.С., Трунова Е.В. Значение типов саморегуляции кровообращения в управлении подготовкой спортсменов, тренирующихся на выносливость // Проблемы спортивной тренировки. Тез. докл. X регион. науч.-метод. и практической конф. республик Прибалтики и Белоруссии. Вильнюс, 1984. С. 81.
6. Давиденко В.И., Деряпа Н.Р. Типы саморегуляции кровообращения у здоровых лиц в различных климатогеографических зонах // Бюл. СО АН СССР. 1983. № 4. С. 45.
7. Заслонова И.К. Типы саморегуляции кровообращения в оценке функционального состояния сердечно-сосудистой системы // Оценка и прогнозирование функциональных состояний в физиологии: Тез. докл. Всемир. симпоз. Фрунзе, 1980. С. 263.
8. Голикова Г.М., Кубергер М.Б., Гальпис Б.Л., Чуракова Т.П. Функциональные исследования сердечно-сосудистой системы: Справочник по функциональной диагностике в педиатрии. М.: Медицина, 1979. С. 171.
9. Amsterdam E., Mason D. Exercise testing and direct assesment of myocardium oxygen consumption in evaluation of angina pectoris // Amer. J. Cardiol. 1977. V. 62. P. 174.
10. Robinson V. Relation of Heart rate and systolic blood pressure to the onset of pain in angina pectoris // Circulation. 1967. V. 35. P. 1073.
11. Аринчин Н.И. Способ определения суммарной насосной функции скелетных мышц в конечностях человека и животного: А. с. СССР. № 878855 // Б.И. 1981. № 41. С. 33.
12. Аринчин Н.И., Борисевич Г.Ф., Володько Я.Т. и др. Физическая тренировка микронасосной деятельности внутримышечных периферических «сердец». Минск: Наука и техника, 1984. С. 27.
13. Аринчин Н.И., Борисевич Г.Ф. Микронасосная деятельность скелетных мышц при их растяжении. Минск: Наука и техника, 1986. 112 с.

432-й Окружной госпиталь,
Институт физиологии АН РБ, Минск

Поступила в редакцию
14. II. 1992

УДК 612. 67: 512. 23: 612. 261

© 1993 г.

О.В. Коркушко, А.В. Писарук

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КОМПЕНСАЦИИ ГИПОКСИИ ПУТЕМ УСИЛЕНИЯ ДИССОЦИАЦИИ ОКСИГЕМОГЛОБИНА

В многочисленных исследованиях показано, что при различных видах гипоксии происходит компенсаторное усиление диссоциации оксигемоглобина [1, 2]. При этом основными факторами, облегчающими отдачу кислорода кровью в капиллярах тканей, являются снижение рН и рост концентрации 2, 3-дифосфоглицерата в эритроцитах.

Ранее нами показано снижение при старении эффективности системы транспорта кислорода, что может приводить к развитию вторичной тканевой гипоксии [3, 4]. Поэтому представляет несомненный теоретический и практический интерес исследование возможностей компенсации гипоксии в пожилом и старческом возрасте за счет усиления отдачи кислорода кровью.

Для оценки эффективности функционирования системы транспорта кислорода рассчитывали напряжение кислорода в смешанной венозной крови (P_{VO_2}), отражающие среднее напряжение кислорода в тканях [4, 5].

Исходные показатели, необходимые для расчета P_{VO_2} , определяли экспериментально у практически здоровых людей молодого (20—30 лет, 32 человека), пожилого (60—74 года, 34 человека) и старческого (старше 74 лет, 42 человека) возраста. Эти