

ISSN 0131 - 1646

Российская академия наук

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

том 19 • 1993

3



Human Physiology

Volume 19, Number 3

May—June 1993

EDITORIAL BOARD:

V.I. Medvedev (Editor-in-Chief)

Yu.D.Kropotov (Associate Editors), B.M. Fedorov (Associate Editors),
V.M. Vladimirskaia (Secretary), I.P. Anokhina, N.P. Berhtereva,
M.E. Vartanyan, Yu.L. Gogolitsyn, V.N. Gurin, D.I. Zhemaitite,
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.E. Shelepin,
G.M. Yakovlev

CONTENTS

Kostandov E.A. Cognitive hypothesis of hemispheric asymmetry of human emotional functions	5
Dubrovinskaya N.V., Farber D.A. Emotions and their role in cognitive processes at different ontogenetic stages	16
Ilyukchina V.A., Kozhuskho N.Yu. Brain organization of emotions at different CNS activation levels	27
Berus A.V., Gaponyuk P.Ya., Istova V.G., Shmal O.V., Stolbikov A.Ye. The regularities of the effect of acupuncture on the EEG and hemodynamics parameters depending on the type of blood circulation in hypertensive patients ...	36
Yakimovsky A.F., Shelepin Yu.Ye., Avtonomov V.V. Peculiarities of visiocontrastometria in patients with basal ganglia dysfunction	47
Tkachev V.V., Prudkin N.V. Functional state of human nervous system at different stages of burn disease (according to registered syperslow biopotentials)	52
Shostak V.I., Lytayev S.A., Bisaga G.N. Non-specific factors of formation of Pa/Nb complex of midlatent auditory evoked potentials	61
Korinevskaya I.V., Kholodov Yu.A., Korinevsky A.V. Human EEG-correlates during manysided periferal exposure to alternating magnetic field	71
Nidekker I.G., Fyodorov B.M. The problem of mathematical analysis of cardiac rhythm	80
Kasin E.M., Kurayev G.A., Shorin Yu.P., Lurie S.B. Employment of automated programs for complex prognostic estimation of individual adaptive resources	88
Shorin Yu.P., Mirsakhanova R.M., Kasin E.M., Zhukov Yu.V., Botin S.B., Reshenin A.M. Evaluation of the adaptability of adolescents at different stages of puberty according to vegetative, morphometric and hormonal parameters	94
Tzybenko V.A., Grishtenko A.V. Changes of central hemodynamics during antiorthostatic influences in humans with different types of blood circulation and physical preparedness	100

МЗ УССР
Закарпатская область
научная медицина
БИБЛИОТЕКА
Ц Г С

Meigal A.Yu., Lupandin Yu.V., Kusmina G.I. Electromyographic patterns of thermoregulatory activity of motor units in the course of body cooling	106
Koryak Yu.A. The training effect of high frequency electrical stimulation on the human fast tibialis anterior	115
Nemirovskaya T.L., Shenkman B.S., Vinogradova O.L., Nekrasov A.N., Gitel Ye.P., Abramova T.F., Galeta V.P., Maiorova Ye.M. Combination of differently directed physical strains in amateur runners: adaptation of skeletal muscles and hormonal profile	123
Tleulin S.Zh., Abuzyarova M.B., Chemeris A.V. The influence of local thermoregulation of reflex activity of the wrist flexor motoneurons	130
Korotko G.F., Ablyasov A.A. Differentiated endosecretory reaction of the stomach, duodenum and pancreas to test breakfasts of different composition	135
Nasolodin V.V., Vorobyev V.A., Ferulev N.I., Zaitzeva I.P. The effect of physical exercise on zinc metabolism in healthy people	141
Abolskaya A.V. Adaptive change geometry in biosystems	148
Pilipenko M.V., Sakharov Yu.M., Rassokhin A.G. The state of erythron in cadets with different rate of adaptation to studying in a military institution	158

Methods

Shugurov O.O., Shugurov O.A. Helium-neon laser in apexcardiography	164
---	-----

Brief Communications

Yagin Yu.Ye., Zausolkova I.I. Recognition of smells by humans depending on previous experience	167
Feketa V.P. Hypotensive effect of biomechanical stimulation of human lower limb muscles	170

Correspondence

Traugott N.N., Zhurmunskaia Ye.A. Aminazine syndrome and self-protection regime	174
--	-----

Address

Moscow 117312, Fersman St., 11

HUMAN PHYSIOLOGY

1. *Кицера А.Е.* Ранняя диагностика заболеваний обонятельного анализатора // *Отоларингология*. 1974. Вып. 5. С. 124.
2. *Бардин К.В.* Проблема порогов чувствительности и психофизиологические методы. М.: Наука, 1976.
3. *Забродин Ю.М., Фришман Е.З., Шляхтин Г.С.* Особенности решения сенсорных задач человеком. М.: Наука, 1981.
4. *Батищев А.А., Батищева Е.Н., Вагин Ю.Е.* Особенности распознавания человеком последовательных обонятельных раздражений. М., 1990. 14 с. — Деп. в ВИНТИ 26.12.1990, № 6428-B90.
5. *Голубева Н.К.* Вегетативные и вербальные характеристики пищевой потребности человека: Дис. ... канд. мед. наук. М., 1990.
6. *Судаков К.В.* Общая теория функциональных систем. М.: Медицина, 1984. 224 с.

Московская медицинская
академия им. И.М. Сеченова

Поступила в редакцию
18.X.1991

УДК 612.146 + 612.8.

© 1993 г.

В.П. Фекета

ГИПОТЕНЗИВНЫЙ ЭФФЕКТ БИОМЕХАНИЧЕСКОЙ СТИМУЛЯЦИИ МЫШЦ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА

В то время как в сфере регуляции системного артериального давления крови делается упор на изучение нервных и гуморальных механизмов, практически остается без должного внимания роль местных биофизических процессов в тканях организма и их влияние на центральную гемодинамику. Одним из таких процессов является вибрационное взаимодействие асинхронно сокращающихся мышечных волокон с эндотелием капилляров, которое лежит в основе гемодинамического насосного эффекта в скелетных мышцах [1, 2]. Исходя из представления о том, что суммарная гемодинамическая деятельность скелетных мышц является существенным фактором венозного возврата крови к сердцу [3, 4], можно предположить, что активация микронасосов мышц внешними вибрационными воздействиями будет влиять на уровень системного артериального давления крови. В качестве такого воздействия на мышцы нижних конечностей нами использовались биомеханическая стимуляция (БМС), которая по частотным параметрам наиболее близка к естественной вибрационной активности скелетных мышц [5, 6].

Целью настоящей работы было изучить влияние БМС на уровень системного артериального давления крови и гемодинамические механизмы его поддержания.

В исследовании участвовало 22 здоровых человека и 12 больных неврологического профиля с параанестезией и нарушениями двигательной функции нижних конечностей травматического происхождения. Все обследованные — лица мужского пола. Средний возраст в первой группе составил 32,6 года, во второй — 34,7 года. Больные были обследованы в течение первого года после получения травмы. Для проведения сеансов БМС был использован серийно выпускаемый прибор «Тренажер-стимулятор биомеханический» (НПО «Гранат», г. Минск). Стимулировали нижние конечности (обе одновременно) в положении испытуемого лежа на спине. Стопы ног находились на мягком валике (вibratorе), расположенном на 20—25 см ниже уровня сердца, благодаря чему достигалось умеренное растяжение мышц. Параметры стимуляции были следующие: продолжительность 2 мин, частота вибраций варьировалась в пределах 20—30 Гц в зависимости от субъективных ощущений пациентов. Регистрацию гемодинамических показателей производили до стимуляции, сразу же после стимуляции, затем на 5-й, 10-й и 60-й мин отдыха. Систолическое (АД_с) и диастолическое (АД_д) артериальное давление измеряли по методу Короткова. Среднее артериальное

Влияние биомеханической стимуляции нижних конечностей на показатели центральной гемодинамики здоровых людей ($M \pm m$)

Показатели	Фоновые значения	Непосредственно после стимуляции	На 5-й мин отдыха	На 10-й мин отдыха	На 60-й мин отдыха
АД _с , мм рт.ст.	118,9±1,9	112,4±1,8*	112,8±1,9*	113,1±1,9*	116,5±1,8
АД _д , мм рт.ст.	79,3±1,7	73,6±1,6*	72,8±1,6*	73,3±1,7*	76,7±1,8
САД, мм рт.ст.	92,5±1,8	85,6±1,7*	85,9±1,7*	86,3±1,8*	90,5±1,9
УО, мл	56,4±0,8	59,2±0,8*	60,1±0,7*	58,6±0,8**	57,4±0,8
ЧСС, мин ⁻¹	68,3±1,1	64,3±1,0*	63,8±1,1*	66,3±1,1**	67,5±1,1
ИК, мл/кг · мин	59,6±0,7	58,7±0,8	59,1±0,8	59,0±0,7	58,3±0,8
ИПС, н ² · с · см ⁻⁵	12,6±0,3	10,9±0,4*	10,8±0,4*	11,1±0,3*	12,0±0,4**

*Достоверные различия по сравнению с фоновым значением ($p < 0,05$).

**Статистическая тенденция к различию ($p < 0,1$).

давление (САД) рассчитывали по формуле Хикема. Ударный объем (УО) левого желудочка сердца определяли методом тетраполярной грудной реографии по общепринятой методике [7]. По известным формулам рассчитывали частоту сердечных сокращений (ЧСС), индекс кровоснабжения тела (ИК) и индекс периферического сопротивления сосудов (ИПС) [8].

Под влиянием БМС нижних конечностей у здоровых людей произошли существенные изменения показателей центральной гемодинамики (см. табл. 1). Так, достоверно уменьшились, по сравнению с фоновым значением, систолическое, диастолическое и среднее артериальное давление. Причем гипотензивный эффект БМС сохранялся на 5-й, а также на 10-й мин отдыха, исчезая лишь спустя 1 ч после процедуры. Непосредственно после стимуляции были обнаружены статистически достоверные разнонаправленные изменения ударного объема и частоты сердечных сокращений, отражающие переход сердца на более экономичный режим работы. Однако в целом сердечный компонент центральной гемодинамики, оцениваемый по изменению индекса кровоснабжения организма, оставался стабильным и снижение артериального давления происходило за счет уменьшения общего периферического сопротивления сосудов, о чем свидетельствует динамика ИПС.

Кроме традиционной статистической обработки данных с оценкой достоверности различных групповых средних по критерию Стьюдента весь цифровой материал, относящийся к фоновым значениям и состоянию центральной гемодинамики непосредственно после стимуляции, был подвергнут дисперсионному анализу по однофакторной схеме [9]. В качестве фактора, обуславливающего рассеяние вариантов, был принят эффект БМС. С помощью сравнения рассчитанного и табличного критерия Фишера при уровне значимости $p = 0,05$ был подтвержден вывод о влиянии изучаемого фактора на такие показатели как АД_с, АД_д, САД, УО, ЧСС, ИПС.

Однако механизм гипотензивного эффекта БМС при описанном варианте опытов остается неясным. Теоретически здесь возможны как минимум два пути депрессорного влияния БМС на центральную гемодинамику испытуемых. Наиболее вероятен, на наш взгляд, чисто биофизический характер данного явления, базирующийся на снижении гидродинамического сопротивления току крови в капиллярах вследствие деятельности своеобразного вибрационного насоса, получившего название «микронасосная функция скелетных мышц» [3]. Однако же нельзя не принимать во внимание и возможность рефлекторного снижения САД под влиянием БМС. Хорошо известно, что и мышечные, и сухожильные волокна, а также микроциркуляторное русло представляют собой обширное рецептивное поле, участвующее в обеспечении гемодинамических рефлекторных реакций [10—12]. Для выяснения этого вопроса нами был использован следующий методический подход. Биомеханической стимуляции по описанной выше методике были подвергнуты большие неврологического профиля с расстройствами чувствительности по спинальному проводниковому типу (параанестезия нижних конечностей). В то время как БМС обеспечивала биофизический компонент внутримышечной гемодинамики, поток афферентной информации

Влияние биомеханической стимуляции нижних конечностей на показатели центральной гемодинамики больных с парапарезией по спинальному типу ($M \pm m$)

Показатели	Фоновые значения	Непосредственно после стимуляции	На 5-й мин отдыха	На 10-й мин отдыха	На 60-й мин отдыха
АД _с , мм рт.ст.	129,8±2,0	126,1±2,1**	127,0±2,0**	128,3±2,0	132,3±2,1
АД _д , мм рт.ст.	90,5±1,8	83,4±1,9*	84,6±1,7*	87,3±1,7**	88,5±1,8
САД, мм рт.ст.	102,4±1,9	94,2±2,0*	96,0±1,9*	98,3±1,9**	101,5±2,0
УО, мл	49,7±0,7	48,3±1,4	52,5±0,8*	51,7±0,7**	50,4±0,8
ЧСС, мин ⁻¹	75,5±1,3	70,5±1,4*	73,8±1,2	76,7±1,2	74,8±1,2
ИК, мл/кг · мин	61,3±0,8	60,2±0,9	63,9±0,8*	63,0±0,9**	60,8±0,8
ИПС, н ² · с · см ⁻⁵	13,1±0,3	12,0±0,3*	12,1±0,3*	12,4±0,3**	13,0±0,4

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

**Статистическая тенденция к различию ($p < 0,1$).

к центральным мозговым структурам отсутствовал, что давало возможность исключить рефлекторное происхождение изменений центральной гемодинамики.

Как следует из табл. 2, динамика изучаемых параметров под воздействием БМС во второй группе имела ту же направленность, что и у здоровых людей, хотя имелись и отличия. Так, наиболее выраженный гипотензивный эффект зарегистрирован непосредственно после стимуляции, затем он быстро убывал и исчезал уже на 10-й мин отдыха. Сердечный компонент гемодинамики в отличие от здоровых людей увеличился, что было связано в основном с увеличением УО. Это обстоятельство в некоторой степени нивелировало депрессорное влияние БМС. Здесь, вероятно, в отличие от здоровых людей имела место более выраженная психическая реакция на процедуру, несмотря на предварительную подготовку испытуемых.

Полученные данные, на наш взгляд, представляют интерес для клинической практики. Так, способность биомеханической стимуляции мышц снижать общее периферическое сопротивление сосудов может быть использована при лечении гипертонической болезни, особенно в тех случаях, когда гемодинамический механизм гипертонии связан со спастическими реакциями сосудов. Однако данный вопрос требует специального исследования.

ВЫВОДЫ

1. Биомеханическая стимуляция нижних конечностей человека оказывает кратковременное, но выраженное гипотензивное влияние на системное артериальное давление.

2. Механизмы гипотензивного эффекта биомеханической стимуляции реализуется путем снижения периферического сопротивления на уровне внутримышечных микрососудов за счет местного биофизического взаимодействия мышечных и сосудистых компонентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аринчин Н.И., Недвецкая Г.Д. Внутримышечное периферическое сердце // Докл. АН СССР. Сер. биол. 1973. Т. 210. № 1. С. 244.
2. Володько Я.Т. Ультроструктурные данные о механизме микронасосной функции // Физическая тренировка микронасосной деятельности внутримышечных периферических «сердец». Минск: Наука и техника, 1984. С. 55.
3. Аринчин Н.И., Борисевич Г.Ф. Микронасосная деятельность скелетных мышц при их растяжении. Минск: Наука и техника, 1986. 112 с.
4. Аринчин Н.И., Недвецкая Г.Д. Внутримышечное периферическое сердце. Минск: Наука и техника, 1974. 152 с.
5. Назаров В.Т. Оптимизация биомеханических движений // Современные проблемы биомеханики. Вып. 3. Рига, 1986. С. 57.

6. Oster G., Jaffe J.S. Low frequency sounds from sustained contraction of human skeletal muscle // *Biophys. J.* 1980. V. 30. № 1. P. 119.
7. Дегтярева Е.А., Кассирский Г.И., Зотова Л.М. Оценка насосной и сократительной функции сердца у здоровых людей методом тетраполярной грудной реографии // *Терапевт. архив.* 1984. Т. 56. № 12. С. 39.
8. Аринчин Н.И., Борисевич Г.Ф., Володько Я.Т. и др. Физическая тренировка микронасосной деятельности внутримышечных периферических «сердец». Минск: Наука и техника, 1984. С. 33.
9. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. Минск: Выпешн. шк., 1967. 327 с.
10. Baez S., Feldman S., Gootman P. Central neural influence on precapillary microvessels and sphincter // *Amer. J. Physiol.* 1977. V. 233. P. 141.
11. Heymans C., Neil E. Reflexogenic areas of cardiovascular system. London: Churchill, 1958. 271 p.
12. Hilton S.M. Ways of viewing the central nervous control of the circulation — old and new // *Brain Res.* 1975. V. 87. P. 213.

Институт физиологии
АН Беларуси, Минск

Поступила в редакцию
5.II.1992