УДК 612:766-612.66

КОРРЕКЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ЛОКАЛЬНОЙ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Коурова О.Г.

ГОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет», Челябинск, e-mail: tvp@susu.ac.ru

Проведено исследование адаптационных реакций сердца на локальные нагрузки у испытуемых 4 возрастных групп от 18 до 90 лет. Показано, что у всех испытуемых при локальной работе происходит повышение артериального давления и напряжение центральных регуляторных механизмов сердца. У женщин интенсивность роста ЧСС при локальной работе почти во всех возрастных периодах была ниже, чем у мужчин. Локальные статические усилия вызывали большую, чем при динамической работе, реакцию ЧСС и АДд, особенно у юношей и лиц зрелого возраста Влияние релаксации проследили на группе юношей – студентов 18–25 лет, регулярно занимающихся по системе релаксационных психофизических упражнений («группа релаксации»). При локальной нагрузке в «группе релаксации» отмечался меньший рост показателей напряжения центральных механизмов регуляции сердца, чем в контрольной группе. Сделан вывод, что релаксационные психофизические упражнения вызывают снижение функционального напряжения в организме и могут быть использованы для профилактики неблагоприятных последствий локальных нагрузок.

Ключевые слова: адаптация, возраст, артериальное давление, локальная работа мышц, релаксация, психофизические упражнения

CORRECTION OF FUNCTIONAL TENSION AT LOCAL MUSCULAR ACTIVITY

Kourova O.G.

Public Educational Institution of Higher Professional Training «South Ural state university», Chelyabinsk, e-mail: tvp@susu.ac.ru

Research of adaptable reactions of heart on local loadings at examinees of 4 age groups from 18 to 90 years is carried out. At all examinees at local work increase of arterial pressure is revealed. The analysis of variability of a heart rhythm testified to tension of the central regulatory mechanisms of heart. At women intensity of growth of frequency of palpitation at local work almost in all age periods was lower, than at men. Local static efforts caused big, than at dynamic work, reaction of diastolic arterial pressure, especially at young men and persons of mature age. Influence of a relaxation tracked on group of young men – students of 18–25 years which are regularly engaged in relaxation psychophysical exercises («group of a relaxation»). At local loading in «group of a relaxation» smaller growth of indicators of tension of the central mechanisms of regulation of heart, than in control group was noted. The conclusion is drawn that relaxational psychophysical exercises cause decrease in functional tension in an organism and can be used for prevention of adverse effects of local loadings.

Keywords: adaptation, age, arterial pressure, local work of muscles, relaxation, psychophysical exercises

Рациональная двигательная активность является главным условием здорового образа жизни. Характер двигательной активности возрастных групп населения развитых стран заметно изменился. Наблюдается как снижение общей двигательной активности (гипокинезия), так и увеличение объема движений малых групп мышц (локальная мышечная деятельность, по Sherrer J. [9]). Современные условия труда и быта способствуют тому, что на фоне гиподинамии во всех возрастных группах населения увеличивается роль работы малых мышечных групп, составляющих до 1/3 общей мышечной массы («локальные нагрузки»).

Локальная работа мышц широко распространена на производстве и в бытовой деятельности у лиц всех возрастных групп. Двигательная активность способствует сохранению работоспособности стареющего человека. Много людей покидает работу в возрасте, когда они ещё способны трудиться. Продолжение общественно полезной профессиональной деятельности после 55 лет способствует поддержанию оптимального психофизического состояния [7].

Большое количество фактов, имеющихся в литературе, свидетельствует о выраженных сдвигах функций кровообращения при локальной работе мышц. Многими авторами даже отмечено развитие гипертонической болезни, а также нарушений двигательного аппарата у лиц, выполняющих длительную локальную производственную деятельность [3]. Опубликованы специальные обзоры [1], материалы I Международного симпозиума [8] о влиянии статических локальных усилий мышц на кровообращение. Значительно меньшее число работ посвящено изучению воздействия на организм локальной динамической работы. При локальных нагрузках как статического, так и динамического характера отмечается также возникновение аритмий [5].

В зарубежной периодике [8] приводится обширный обзор исследований механизмов повышения артериального давления (АД) при работе малых групп мышц. Большое значение придается рефлексам от мышечных рецепторов, реагирующих на метаболические изменения (эрго- и ноцирецепторы). Эти рецепторы могут информировать

ЦНС об изменении метаболических процессов в работающей мышце и участвовать в регуляции деятельности сердечно-сосудистой системы. Многие авторы объясняют изменение функций кровообращения при локальной работе мышц центральными механизмами [8]. Несмотря на то, что локальная мышечная деятельность занимает значительное место в двигательном режиме лиц разного возраста, например, детей и пожилых людей, вопросы адаптации организма к такой работе в возрастной физиологии изучены недостаточно.

Цель исследований заключалась в изучении влияния релаксации на характер адаптационных реакций сердца на локальную мышечную деятельность, производимую до утомления, у взрослых лиц четырех возрастных периодов.

Материалы и методы исследования

Обследовали испытуемых 4 возрастных групп 18–20, 30–35, 60–74 и 75–90 лет. В качестве локальной испытуемые выполняли работу по подъему груза в 1/3 от среднего в темпе 60–70 уд. мин, а в качестве статических усилий удерживали груз в 1/3 от максимального на заданном уровне до появления утомления (невозможность удержания заданного усилия). Для нагрузочной пробы был использован пальцевой эргограф. При этом до, во время пробы и после нагрузки в течение трех минут восстановительного периода измеряли ЧСС и АД по Короткову, регистрировали кардиоинтервалограмму (КИГ) в течение 5 мин. Компьютерная приставка позволяла автоматически получать статистические показатели вариабельности сердечного ритма (СР) по Р.М. Баевскому, в том числе амплитуду моды (АМо) и индекс напряжения (ИН), как индикаторов активности центральных механизмов регуляции СР.

Влияние релаксации проследили на группе юношей-студентов 18–25 лет, регулярно (2–3 раза в неделю) занимающихся по системе ПФУ – релаксационных психофизических упражнений (12 человек, «группа релаксации»). В качестве ПФУ испытуемые выполняли упражнения на мышечное расслабление, концентрацию внимания на воображаемых зрительных образах: цвет, образ природы и т.д. Все психофизические упражнения выполнялись испытуемыми в течение 10–15 мин, сидя в удобной позе в расслабленном состоянии.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследования выявили различия в реакции сердечно-сосудистой системы на локальную динамическую и статическую работу у представителей различных возрастных групп. Так, у всех испытуемых отмечалась определенная реакция ЧСС во время работы. У мужчин эта реакция была достоверной в 18–20 лет, у женщин интенсивность роста ЧСС почти во всех возрастных периодах была ниже, чем у мужчин. Локальная динамическая работа вызывала также реакцию АД, особенно диастолического (АДд).

Различия в реакциях на локальные статические усилия заключались в том, что они вызывали большую, чем при динамической работе, реакцию ЧСС и АДд, особенно у юношей и лиц зрелого возраста, а также рост двойного произведения (ДП) почти во всех группах испытуемых (таблица). После статических напряжений восстановление показателей ЧСС и АД в группах лиц, старше 18 лет, происходило быстрее, чем после динамической работы. Эти факты свидетельствуют, что статические нагрузки для большинства испытуемых вызывали большее функциональное напряжение сердца, чем динамические.

Таким образом, на всех основных этапах онтогенеза локальная работа мышц, производимая до утомления, вызывает выраженные реакции со стороны ЧСС и АД, особенно у испытуемых юношеского и пожилого возраста. Факты повышения АД, особенно диастолического при локальных нагрузках, развитие гипертензивного синдрома при длительном их воздействии на организм свидетельствуют о необходимости поиска эффективных средств, которые могли бы изменить направление этих процессов.

Во время работы, как правило, было выражено увеличение АМо и ИН, особенно у лиц старше 60 лет. У лиц зрелого возраста выявлено небольшое снижение этих показателей и у девушек – снижение АМо, что рассматривается как реакция перерегулирования [2]. У лиц старше 60 лет восстановительные процессы имели довольно высокую скорость, но центральные механизмы, особенно у мужчин, преобладали над автономными, о чем свидетельствует высокий ИН. У лиц старческого возраста наблюдалось замедление восстановления показателей СР.

В нашей работе сделана попытка повлиять на локальную работоспособность мышц у лиц 18–20 лет при помощи релаксационных психофизических упражнений. После окончания ПФУ отмечалось снижение ЧСС с $79 \pm 1{,}9$ до $75{,}1 \pm 2{,}1$ уд./мин, систолического АД с $107 \pm 3{,}3$ до $97 \pm 1{,}8$ ($P < 0{,}05$), а также тенденция к снижению диастолического АД.

В группе юношеского возраста («группа релаксации») мы проанализировали адаптационные реакции сердца на локальную работу статического характера у испытуемых, которые в течение двух лет регулярно занимались по программе ПФР – релаксационной психофизической регуляции [4].

Таблица 1

Изменение показателей ЧСС и АД после локальной статической работы у лиц разного возраста

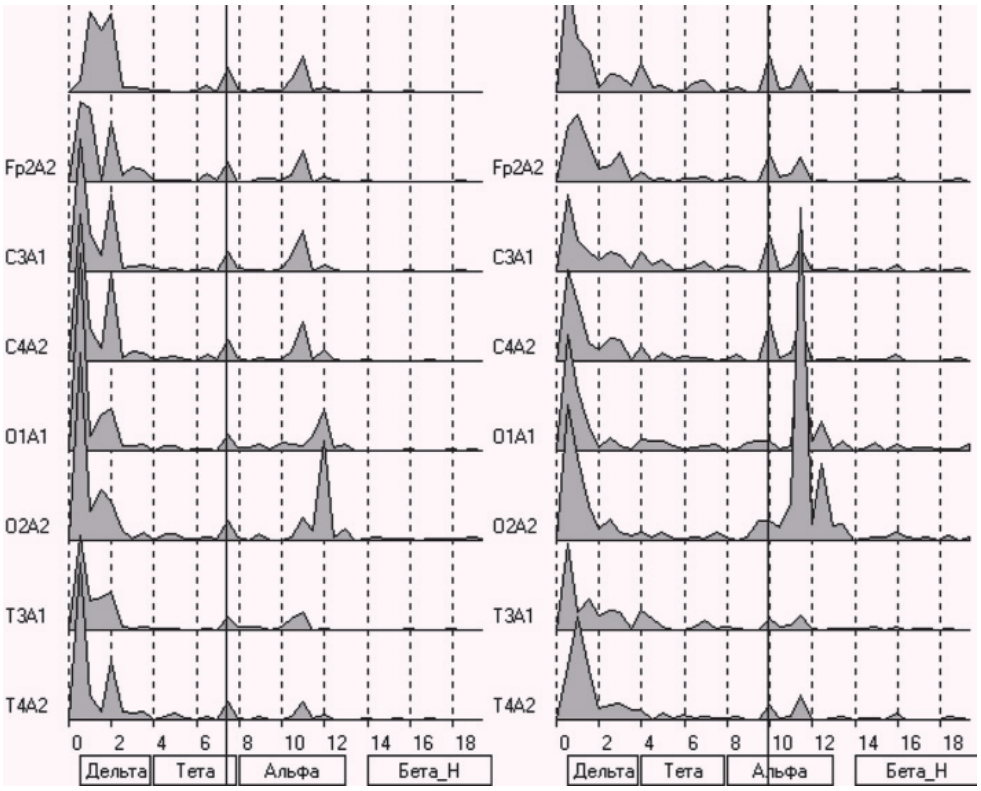
Показатели	13–14 лет		18–20 лет		30–35 лет		60–74 лет		75–90 лет	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
ЧСС, уд./мин	78,5 ± 2,6 75,9 ± 2,1	89,5 ± 2,8* 79,1 ± 2,7	72,3 ± 2,4** 76,6 ± 4,3	80,5 ± 2,7* 78,9 ± 3,7	65,3 ± 2,1** 69,4 ± 3,2	69,8 ± 3,0 73,1 ± 2,2	72,8 ± 3,5 78,6 ± 3,0	73,4 ± 3,9 79,6 ± 3,7	68,5 ± 4,2 69,2 ± 5,2	70,8 ± 3,8 71,6 ± 4,7
АДс, мм рт. ст.	103,8 ± 5,0 99,5 ± 3,1	111,3 ± 3,8 100,4 ± 3,9	118,7 ± 4,2** 110,0 ± 3,3**	125,3 ± 4,3 118,0 ± 4,7	124,7 ± 4,2 110,5 ± 4,1	130,0 ± 3,5 114,9 ± 5,1	130,0 ± 5,4 132,0 ± 4,8**	135,0 ± 5,8 137,0 ± 5,3	125,0 ± 10,4 128,0 ± 8,0	135,0 ± 9,8 130,0 ± 11,6
АДд, мм рт. ст.	60,3 ± 2,3 61,1 ± 3,7	69,2 ± 2,2* 67,4 ± 2,0	78,7 ± 1,9** 75,0 ± 2,4**	83,1 ± 1,6* 80,0 ± 1,3*	76,0 ± 2,3 77,9 ± 3,8	82,0 ± 2,2* 79,8 ± 3,1	78,4 ± 4,2 85,4 ± 3,9 **	82,2 ± 3,8 89,5 ± 4,5	78,0 ± 3,4 74,0 ± 3,2**	83,0 ± 3,6 76,0 ± 2,9
АДп, мм рт. ст.	42,5 ± 2,9 38,5 ± 2,5	41,7 ± 2,5 35,5 ± 3,2	38,4 ± 3,0 34,2 ± 4,1	41,8 ± 3,0 38,1 ± 3,5	44,3 ± 3,8 32,8 ± 3,5	47,7 ± 4,0 34,3 ± 2,9	48,8 ± 3,1 46,4 ± 2,8**	46,1 ± 2,8 48,9 ± 4,5	46,4 ± 3,6 51,1 ± 4,8**	47,4 ± 4,1 52,2 ± 3,0
ДП, усл. ед.	81,0 ± 2,9 76,0 ± 1,4	94,0 ± 3,2* 79,0 ± 2,7	84,0 ± 3,6 85,0 ± 3,8**	100,0 ± 3,5* 94,0 ± 2,2*	79,0 ± 2,4 77,0 ± 1,7**	89,0 ± 2,4* 84,0 ± 2,5*	94,0 ± 3,1** 104,0 ± 4,1**	108,0 ± 4,8* 130,0 ± 5,2*	86,0 ± 2,3** 88,0 ± 3,3**	96,0 ± 4,1* 94,0 ± 3,7

Примечания:
1 – до, 2 – после работы; первая строка по горизонтали – мужчины, вторая – женщины.
*– отмечены различия между 1 и 2, **– между возрастными группами.

При сравнении с показателями испытуемых контрольной группы оказалось, что у занимающихся ПФР в состоянии покоя показатели Мо и ΔХ были выше, а АМо и ИН – ниже. Эти данные свидетельствуют о более экономичной работе сердца за счет преобладания автономного контура регуляции у «группы релаксации».

Исследования показали, что на электроэнцефалограммах испытуемых 18–22 лет во время выполнения релаксационных упражнений выявляются определенные изменения, например, увеличение выраженности мощности и индекса альфа-ритма во всех отведениях (рисунок). После выхода из состояния релаксации испытуемые ощущали себя отдохнувшими, полными сил и энергии.

При локальной нагрузке в «группе релаксации» отмечался меньший рост показателей АМо и ИН, чем в контрольной группе. Так в контрольной группе изменения ИН после нагрузки составили с 84,5 ± 7,2 до 96,6 ± 6,0 усл. ед. ($p < 0,05$), а в «группе релаксации» – с 61,5 ± 8,4 до 67,0 ± 9,4 усл. ед. ($p > 0,5$).



Спектральный анализ электроэнцефалограмм при выполнении ПФУ

Эти данные свидетельствуют, что занятия психофизическими упражнениями вызывают изменения функционального состояния, которые характеризуются нормализацией как вегетативных функций, корково-подкорковых взаимоотношений, так и психоэмоционального состояния.

Показано, что у юношей, регулярно выполняющих такие упражнения, центральные влияния на сердце были выражены меньше, чем у контрольной группы, а устойчивость к локальному утомлению – выше.

Заключение

Длительная работа локального характера является условием риска развития сердечно-сосудистых нарушений и может быть рассмотрена как один из вредных факторов на производстве. Локальные нагрузки должны нормироваться с учетом особенностей их воздействия на сердечно-сосудистую систему, различающегося у лиц разного возраста и пола.

Наши данные свидетельствуют как о преобладании центральных механизмов в формировании адаптивных реакций на локальную работу мышц, производимую до утомления, так и о возможности целенаправленного влияния на эти процессы. Одним из таких средств воздействия на функциональное состояние центральной нервной системы являются релаксационные психофизические упражнения.

Список литературы

1. Алферова Т.В. Возрастные особенности реакции кровообращения на локальную работу мышц статического и динамического характера // Успехи физиологических наук. – 1988. – Т.19. – № 4. – С. 54–74.

2. Безруких М.М. Нейрофизиологические механизмы центральной регуляции произвольных движений при письме у праворуких и леворуких детей 6–7 лет // Физиология развития человека: матер. междунар. конф., посвящённой 55-летию Института возрастной физиологии РАО. – М., 2000. – С. 92–93.

3. Донская Л.В. Локальные мышечные нагрузки как проблема физиологии труда // Успехи физиол. наук. – 1979. – Т. 10, № 1. – С. 85–106.

4. Попова Т.В. Саморегуляция функциональных состояний. – Челябинск: Изд. Центр ЮУрГУ, 2007. – 160 с.

5. Влияние монотонной мышечной деятельности на функциональное состояние организма / В.И. Тхоревский, З.Г. Калашникова, Т.С. Гарасева и др. // Физиология человека. 1984. – Т. 11, № 2. – С. 280–286.

6. Boileau R.A. Cardiovascular and metabolic contributions to the maximal aerobic power of the arms legs / R.A. Boileau, B.C. McKeown, W.F. Riner // Internet. J. Sports Cardiol. – 1984. – Vol. 1, № 2. – P. 67–75.

7. Eichar D.M. The job satisfaction of older workers / D.M. Eichar, S. Norland, E.M. Brady, R.H. Fortinsky // Journal of Organizational Behavior. – 1991. – № 12. – P. 609–620.

8. Sheperd, J. F. Static (isometric) exercise, cardiovascular responses and neural control mechanisms/ J. F. Sheperd, C.G. Blomqvist., A. R. Lind, J. H. Mitchell // Circ.Res. – Part 2. – 1981. –Vol. 48, № 6. – P. 179–188.

9. Sherrer J. Physiologic du travail (Ergonomic) / J. Sherrer. Paris: Maisson et ice edit. – 1967. – 527 p.

References

1. Alferova T.V. Vozrastnye osobennosti reakcii krovoobrawenija na lokal'nuju rabotu myshc staticheskogo i dinamicheskogo haraktera – Successes of physiological sciences, 1988, vol. 19, no. 4, pp. 54–74.

2. Bezrukih M.M. Nejrofiziologicheskie mehanizmy central'noj reguljacii proizvol'nyh dvizhenij pri pis'me u pravorukih i levorukih detej 6 – 7 let – Fiziologija razvitija cheloveka. Mater. mezhdunar. konf., posvjawjonnoj 55-letiju Instituta vozrastnoj fiziologii. RAO, 2000, pp. 92–93.

3. Donskaja L.V. Lokal'nye myshechnye nagruzki kak problema fiziologii truda – Successes of physiological sciences, 1979, vol. 10, no.1, pp. 85–106.

4. Popova T.V. Samoreguljacija funkcional'nyh sostojanij [Self-control of functional conditions]. Chelyabinsk, SUSU, 2007. 160 p.

5. Thorevskij V.I., Kalashnikova Z.G., Garaseva T.S. Vlijanie monotonnoj myshechnoj dejatel'nosti na funkcional'noe sostojanie organizma – Human physiology, 1984, vol. 11, no. 2, pp. 280–286.

6. Boileau R.A. Cardiovascular and metabolic contributions to the maximal aerobic power of the arms legs – Internet. J. Sports Cardiol., 1984, vol.1, no. 2, pp. 67–75.

7. Eichar D.M. The job satisfaction of older workers – Journal of Organizational Behavior, 1991, no. 12, pp. 609–620.

8. Sheperd J. F. Static (isometric) exercise, cardiovascular responses and neural control mechanisms – Circ. Res. Part 2, 1981, vol. 48, no. 6, pp. 179–188.

9. Sherrer J. Physiologic du travail (Ergonomic). Paris, Maisson et ice edit, 1967. 527 p.

Рецензенты:

Павлова В.И., д.б.н., профессор кафедры ТОФК ЧГПУ, г. Челябинск;

Колосова О.С., д.м.н., профессор, зав. каф. СиКП ЧелГУ, г. Челябинск.

Работа поступила в редакцию 23.07.2012.