

ОСОБЕННОСТИ СТРЕССОРНОЙ РЕАКЦИИ НА ЛОКАЛЬНУЮ РАБОТУ МЫШЦ У МОЛОДЫХ И ЛИЦ ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА

О.Г. Коурова

ЮУрГУ, г. Челябинск

Изучены реакции ЧСС и АД на локальную нагрузку статического и динамического характера у взрослых лиц четырех возрастных периодов. Выявлены возрастные особенности реакций сердца на локальную работу мышц. Показано, что у испытуемых 18–20 и 60–74 лет адаптационные реакции носят менее благоприятный характер.

В последнее время во всех экономически развитых странах происходит увеличение контингента населения старших возрастов [1, 3, 9, 11]. Авторами подчеркивается большое значение мышечной активности как одного из факторов, обеспечивающих предупреждение преждевременного старения организма.

Недостаточная двигательная активность, преобладание локальных нагрузок, характерные для большинства возрастных групп населения развитых стран, оказывают неблагоприятное влияние на адаптационные возможности организма и особенно – сердечно-сосудистой системы. Сердце как важный орган функциональной системы, обеспечивающей адаптацию к физическим нагрузкам [4], оказывается наиболее уязвимым звеном при влиянии на организм гиподинамии [5, 6, 8].

Большое количество фактов, имеющих в литературе, свидетельствуют о выраженных сдвигах функций кровообращения при локальной работе мышц. Однако механизмы функциональных изменений при локальной работе во многом не ясны и остаются предметом дискуссий [2].

Цель исследований

Изучение особенностей адаптационных реакций сердца на локальную мышечную деятельность, производимую до утомления, у взрослых лиц четырех возрастных периодов.

Методика

Обследовали испытуемых 4-х 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. Рассчитывали двойное произведение по формуле:

$$ДП = \frac{ЧСС \cdot АДс}{100}. \quad (1)$$

Двойное произведение по мнению И.К. Шхвацабая, Б.В. Панфилов, И.Н. Усубалиев [10], является интегральным показателем, косвенно отражающим функциональные возможности сердца, его энерготраты. Показано, что ДП отражает развиваемое систолическое напряжение, связанное с потреблением кислорода (PO_2), уровень внешней работы сердца [8].

Результаты и обсуждение

Характерные различия были выявлены 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 (табл. 1), у женщин интенсивность роста ЧСС почти во всех возрастных периодах была ниже, чем у мужчин. Локальная динамическая работа вызывала также реакцию АД, особенно диастолического. У мужчин реакция систолического АД с возрастом увеличивалась, причем до 18 лет рост АД отмечается в основном при появлении усталости, а на последующих возрастных этапах – и к концу работы. После работы на первой минуте отдыха наблюдалось быстрое восстановление, а на второй минуте значения систолического АД, как правило, были ниже исходных.

Реакция диастолического АД была более заметной, чем систолического. После 18 лет увеличение диастолического, как и систолического АД, было более заметным к концу работы. В первую минуту отдыха значения этого показателя были выше, а во вторую – ниже исходных, за исключением лиц 60–74 лет. У последних отмечалась самая низкая скорость восстановления АД. У женщин после 18-летнего возраста наблюдалась более выраженная, чем у мужчин, реакция АД, и более низкая скорость восстановления его значений. Особенно выраженная реакция АД была выявлена у пожилых женщин.

Таблица 1

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

Показатели	18–20 лет		30–35 лет		60–74 лет		75–90 лет	
	1	2	1	2	1	2	1	2
ЧСС, уд./мин.	70,3 ± 3,4 78,6 ± 4,3	79,5 ± 2,5* 81,9 ± 3,7	63,3 ± 2,5** 70,4 ± 3,0	68,8 ± 3,8 72,1 ± 2,7	74,3 ± 3,7** 81,3 ± 2,9	77,5 ± 3,2 85,6 ± 3,5	69,0 ± 5,8 71,0 ± 5,1	72,0 ± 3,5 74,0 ± 4,3
АДс, мм рт. ст.	120,7 ± 5,2 108,0 ± 5,3	124,3 ± 4,7 113,0 ± 6,7	121,7 ± 4,1 106,9 ± 3,8	125,0 ± 3,5 113,9 ± 5,2	124,0 ± 7,2 135,0 ± 5,4**	135,0 ± 6,8 145,0 ± 6,3	125,0 ± 12,0 130,0 ± 11,0	131,0 ± 10,8 132,0 ± 10,6
АДд, мм рт. ст.	80,7 ± 2,9 71,0 ± 2,5	82,1 ± 3,4 78,0 ± 2,3*	75,0 ± 3,4 76,9 ± 4,8	75,0 ± 4,2 78,8 ± 4,2	75,4 ± 2,8 81,4 ± 3,5**	80,2 ± 2,9* 90,5 ± 3,1*	75,0 ± 3,2 70,0 ± 2,2**	78,0 ± 4,1 71,0 ± 4,5
АДп, мм рт. ст.	37,4 ± 3,2 35,2 ± 4,0	40,8 ± 4,0 34,1 ± 3,3	44,3 ± 3,8 31,8 ± 3,5	43,7 ± 4,0 34,3 ± 3,6	46,8 ± 3,2 45,4 ± 4,1**	53,1 ± 3,8 51,9 ± 4,5	49,4 ± 4,8 58,1 ± 6,1**	52,4 ± 5,0 59,2 ± 3,2
ДП, усл. ед.	85,0 ± 3,1 82,0 ± 2,8	98,0 ± 3,9* 93,0 ± 3,2*	76,0 ± 2,5** 74,0 ± 1,7**	86,0 ± 3,4* 82,0 ± 2,8*	92,0 ± 3,5 109,0 ± 4,1**	104,0 ± 4,8 120,0 ± 5,2	86,0 ± 2,3 92,0 ± 3,3**	94,0 ± 4,1* 97,0 ± 3,7

1 – до работы;

2 – после работы;

первая строка по горизонтали – мужчины;

вторая строка по горизонтали – женщины;

* – различия между 1 и 2 группами;

** – различия между возрастными группами.

Результаты нашего исследования указывают на высокую скорость восстановления ЧСС почти во всех возрастных группах, однако в первую минуту отдыха её значения не достигали исходных. Пульсовое АД после окончания работы у лиц 18 лет было чаще всего ниже, а на старших возрастных этапах – выше исходных значений. Особенно заметно после локальной работы изменялся показатель двойного произведения (ДП). После 18-летнего возраста у большинства испытуемых наблюдалось его увеличение, что свидетельствует о функциональном напряжении сердца.

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 ДП почти во всех группах испытуемых (табл. 2). 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.

Таблица 2

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

Показатели	18–20 лет		30–35 лет		60–74 лет		75–90 лет	
	1	2	1	2	1	2	1	2
ЧСС, уд./мин.	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 ± 32,9 79,6 ± 3,7	68,5 ± 4,2 69,2 ± 5,2	70,8 ± 3,8 71,6 ± 4,7
АДс, мм рт. ст.	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.	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.	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.	84,0 ± 3,6 85,0 ± 3,8**	100 ± 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

1 – до работы;

2 – после работы;

первая строка по горизонтали – мужчины;

вторая строка по горизонтали – женщины;

* – различия между 1 и 2 группами;

** – между возрастными группами.

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. У юношей это очевидно связано с самой большой величиной груза, а у пожилых локальную работу мышц необходимо дозировать в зависимости от индивидуальных особенностей реакции на нее, особенно в указанные возрастные периоды.

Наши данные свидетельствуют, что, как в состоянии покоя, так и при локальной работе мышц, наиболее благоприятные условия функционирования сердца складываются у испытуемых зрелого возраста (30–35 лет). Функциональное напряжение сердца, очевидно обусловленное центральными механизмами, выявлено у испытуемых 18–20 и 60–74 лет. Эти механизмы несколько различаются у молодых и пожилых испытуемых. Например, после статических усилий пульсовое АД (АДп) имеет тенденцию у юношей к повышению, у пожилых мужчин – к снижению. У юношей при работе достоверно увеличивается ЧСС, а у пожилых – величина ДП, у юношей больше выражен рост АДд.

Наименее выраженные реакции кровообращения наблюдались у лиц старшей возрастной группы. Это согласуется с данными об ослаблении рефлекторных реакций в старости, сочетающемся с сужением диапазона реакций на внешние раздражители, которое впервые было обнаружено еще в лаборатории И.П. Павлова.

На каждом возрастном этапе складываются оптимальные для данного морфофункционального статуса условия, обеспечивающие наиболее адекватный ответ организма на воздействия внешней среды, в том числе – на локальную мышечную деятельность. Во многом характер ответа организма зависит от состояния регуляторных систем. Многие авторы объясняют изменение функций кровообращения при локальной работе мышц центральными механизмами [7, 14].

Выявлены также возрастные различия в реакции сердца на локальные нагрузки мышц предплечья статического и динамического характера для основных возрастных периодов у нетренированных лиц [2]. Особенно выраженные изменения интервалов Q–T, T–P и R–R электрокардиограммы отмечены у мальчиков с 9 до 11 и 15 лет и у взрослых мужчин 30–35 лет.

Некоторыми авторами выдвигается мнение, что общим механизмом прессорных реакций при статической и динамической работе являются рефлексы с метаболических (эрго-) рецепторов мышц [15]. Различия в прессорных реакциях объясняются тем, что изменения сердечного выброса при динамической работе связаны с ростом потребности в кислороде безотносительно мышечной массы и интенсивности усилий [13]; при статических же напряжениях увеличение выброса

непропорционально росту потребности в кислороде даже при низкой интенсивности работы [12].

Факты повышения АД, особенно – диастолического, при локальных нагрузках, развитие гипертензивного синдрома при длительном их воздействии на организм, свидетельствуют о необходимости продолжения поиска эффективных средств, которые могли бы изменить направление этих процессов.

Выводы

1. Общие проявления адаптивных реакций на локальную мышечную деятельность заключаются в увеличении ЧСС (на 10–20 уд./мин), АД, в том числе – диастолического (на 10–20 мм рт. ст.).

2. Выявлены возрастные особенности реакций сердца на локальную работу мышц. У испытуемых 18–20 и 60–74 лет адаптационные реакции носят менее благоприятный характер: выраженное увеличение диастолического АД сочетается у них с ростом двойного произведения.

3. Адаптивные реакции сердца на статические усилия отличаются от реакций на динамическую работу более выраженными функциональными изменениями, в том числе – ЧСС до 30 уд./мин., диастолического АД – до 35 мм рт. ст. и двойного произведения – до 40–50 ед.

Литература

1. Алферова Т. В. Возрастные особенности адаптации кровообращения к локальной мышечной деятельности // Физиология человека. 1983. – Т. 9. – № 3. – С. 428–434.
2. 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.
3. Анализ вегетативной регуляции сердечного ритма на различных этапах индивидуального развития человека / О. В. Коркушко, В. Б. Шатило, Т. В. Шатило, Е. В. Короткая // Физиология человека. – 1991. – Т. 17. – № 2. – С. 31–39.
4. Анохин П. К. Узловые вопросы Теории функциональной системы. – М.: Наука. – 1980. – 197 с.
5. Баевский Р. М., Кириллов О. И., Клецкин С. 3. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. – М.: Наука, 1984. – 221 с.
6. Белецкий Ю. В., Лабуцкий А. К. Количественная экспресс-оценка дыхательной аритмии сердца в практике врачебного контроля // Теория и практика физ. культуры. – 1979. – № 12. – С. 23–25.
7. Влияние монотонной мышечной деятельности на функциональное состояние организма / В. И. Тхоревский, З. Г. Калашикова, Т. С. Гарасева и др. // Физиология человека. – 1984. – Т. 11. – № 2. – С. 280–286.

8. Меерсон Ф.З. Концепция долговременной адаптации. – М.: Дело, 1993. – 138 с.
9. Хрисанфова Е.Н. Основы геронтологии. – М.: Владос, 1999. – 143 с.
10. Шхвацабая И.К. Панфилов Б.В., Усубалиев И.Н. О механизмах повышения периферического сопротивления сосудов при гипертонической болезни // Кардиология. – 1981. – Т. 21. – № 8. – С. 103–108.
11. Adelman A.D. 20 Common Problems in Geriatrics. – Baltimor, MD, 2000. – 512 p.
12. Asmussen E. Similarities and dissimilarities between static and dynamic exercise // Circ. Res. Part 2. – 1981. – V. 48. – № 6. – P. 3–9.
13. Blomqvist C.G., Saltin B. Cardiovascular adaptations to physical training // Ann. Rev. Physiol. – 1983. – V. 45. – P. 169–189.
14. Blood pressure and heart rate response to static exercise in relation to electromyographic activity and force development / B. Cshybye, J.H. Mitchell, F.C. Payne et al. // Acta physiol. scand. – 1981. – V. 113. – № 1. – P. 61–66.
15. Roweel L. B., Freund P. R., Holbs S. F. Cardiovascular responses to muscle ischemia in humans // Circ. Res. Part 2. – 1981. – V. 48. – № 6. – P. 37–47.