

## ПОЛОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ КРАТКОСРОЧНОЙ АДАПТАЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ НА ДОЗИРОВАННУЮ ФИЗИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ

**В.А. Демидов, Н.Ш. Хаснутдинов\*, Ф.А. Мавлеев, Д.Н. Мальцев\*\***  
*Камская государственная академия физической культуры, спорта и туризма, г. Набережные Челны*

*\*Альметьевский государственный нефтяной институт, г. Альметьевск*

*\*\*Вятский социально-экономический институт, г. Киров*

Представлены механизмы физиологического реагирования системы кровообращения на дозированную нагрузку в зависимости от половых особенностей.

*Ключевые слова: дозированная физическая нагрузка, кардиогемодинамика, частота сердечных сокращений, систолическое артериальное давление, диастолическое артериальное давление, среднее гемодинамическое давление.*

**Введение.** Проблема влияния мышечных нагрузок – одна из актуальных в физиологии и медицине, что обусловлено распространением физической культуры и спорта среди населения, внедрением в медицину физической культуры с целью лечения заболеваний, необходимостью разработки научно-обоснованных режимов труда в производственных условиях, связанных с разными видами мышечной деятельности.

К настоящему времени накоплено большое количество экспериментальных данных о влиянии мышечной активности или ее ограничении на функциональное состояние организма. Эффективность выполняемой физической нагрузки зависит от многих факторов, в решающей степени она определяется способностью сердечно-сосудистой системы увеличивать транспорт кислорода к работающим органам. Следовательно, способность организма к мышечной деятельности зависит от функционального состояния системы кровообращения. Наиболее полное представление о состоянии этой системы может быть получено при исследовании основных параметров центральной гемодинамики и регионального кровотока.

В исследованиях [2, 6, 9, 1 и др.] отмечается, что физическая нагрузка вызывает существенные сдвиги в работе многих функциональных систем организма, и в первую очередь это отражается на функции сердечно-сосудистой системы.

**Цель исследования.** Изучить половые особенности кардиогемодинамики и механизмы краткосрочной адаптации сердечно-сосудистой системы на дозированную физическую нагрузку.

**Методика исследования.** Исследования проводились на кафедре физической и специальной подготовки Альметьевского государственного нефтяного института. В исследованиях приняли участие 129 студентов первого курса: 77 юношей и 52 девушки, возраст всех участников не превышал

17,0 ± 1,1 лет. Мышечная нагрузка определялась для каждого испытуемого индивидуально по величине должного основного обмена (ДОО). Мощность нагрузки (в ватах) равна ДООх0,1. Применение одноступенчатой физической нагрузки, исходя из величины ДОО, является наиболее оптимальной методикой проведения ВЭМ-пробы при обследовании практически здоровых лиц молодого возраста (Михайлов В.М., 2002). ВЭМ-проба проводилась на велоэргометре Tunturi E310. Для определения кардиогемодинамических показателей использовали медицинский аппаратно-диагностический комплекс «Валента» (СПб., ПО «НЕО»), совмещенный с компьютером. Система предусматривала автоматическую обработку замеров.

За 20 мин до начала эксперимента, на 1-й, 3-й и 5-й минуте велоэргометрии, а так же на 5-й, 7-й и 10-й минуте восстановительного периода регистрировали в положении сидя тетраполярную реограмму. Кардиогемодинамические механизмы краткосрочной адаптации на дозированную мышечную нагрузку оценивали по следующим показателям: артериальное давление (АД) об особенностях кардиогемодинамики судили по данным систолического давления (САД) и диастолическое давление (ДАД), среднего гемодинамического давления (Ср.ГД) и общего периферического сопротивления (ОПС), а также по изменениям частоты сердечных сокращений (ЧСС), ударного объема крови (УОК) и минутного объема кровообращения (МОК).

Полученные данные подвергались математической обработке на компьютере IBM PC с помощью пакетов программ Microsoft EXCEL 2000 и STATISTICA 6,0.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Земцовский Э.В. [1989], отмечает, что срочный этап адаптации к физическим нагрузкам возникает непосредственно после начала действия мышеч-

ной нагрузки на организм нетренированного человека и реализуется на основе готовых физиологических механизмов. При этом основная нагрузка приходится на систему кровообращения, которая призвана поддерживать гомеостаз в организме.

Реакция сердечно-сосудистой системы в ответ на физическую нагрузку зависит от многих факторов: интенсивности, длительности [5, 10], а также же от уровня тренированности, индивидуальных особенностей вегетативного обеспечения мышечной деятельности [2 и др.], типологических особенностей кровообращения [12, 16], половых и этнических особенностей [3, 8, 18].

В наших данных показано, что половые различия в кардиогемодинамических особенностях у юношей и девушек обнаружили не только при выполнении дозированной физической нагрузки, но и в состоянии покоя. Так, в состоянии покоя показатели УОК ( $P < 0,01$ ), МОК ( $P < 0,01$ ) у юношей были достоверно выше, чем у девушек.

Большое значение при физической нагрузке имеют условия функционирования системы гемодинамики. Величина максимального систолического АД у юношей на 1-й минуте увеличилась по сравнению с периодом покоя на 30 % (с  $118,7 \pm 3,7$  до  $154,7 \pm 2,2$  мм рт. ст.) и достигала своего максимума 52 % или  $180,2 \pm 4,0$  мм рт. ст. на 5-й минуте нагрузки ( $P < 0,001$ ). Аналогичные показатели у девушек на 1-й минуте увеличились лишь на 18 % или составили  $131,3 \pm 4,1$  мм рт. ст., на 3-й минуте – 42 % ( $146,6 \pm 2,7$  мм рт. ст.), а к концу 5-й минуты – 44 % ( $159,6 \pm 3,7$  мм рт. ст.).

Отличительная особенность гемодинамического реагирования у юношей на физическую нагрузку проявлялась в том, что САД достигала максимума к концу 5-й минуты мышечной деятельности за счет повышения УОК, а не увеличением ЧСС. Тогда как повышение САД у девушек было вызвано максимальной тахикардией до 182 уд./мин к концу 5-й минуты.

При физической нагрузке происходит заметное снижение ОПС вследствие увеличения местного мышечного кровотока за счет расширения сосудов работающих мышц. Именно снижение ОПС является в этом случае одним из важных экстракардиальных механизмов срочной адаптации к динамическим нагрузкам [15]. В снижении общего периферического сопротивления сосудов прослеживаются половые особенности реагирования компенсаторного механизма срочной адаптации в ответ на физическую работу. В нашем примере снижение ОПС у девушек было более существенным по сравнению с юношами, начиная с 1-й минуты выполнения дозированной физической нагрузки, снижение было достоверно ( $P < 0,001$ ) по сравнению с уровнем покоя.

В отношении же диастолического давления нет единого мнения о характере его изменения. Одни авторы считают, что диастолическое давление под влиянием мышечной нагрузки незначи-

тельно падает [18], другим не удалось выявить таких изменений [4]. Некоторые авторы указывают на повышение как систолического, так и диастолического давления [17]. В нашем случае динамика реакции диастолического АД на физическую нагрузку у юношей и девушек снижалась в течение всего периода выполнения нагрузки.

Что касается среднего гемодинамического давления, то у юношей этот показатель на 1-й минуте увеличился на 18 % или с  $85,7 \pm 3,0$  до  $100,6 \pm 3,6$  мм рт. ст., на 3-й минуте на 28 %, а на 5-й минуте на 32 % или с  $87,7 \pm 6,0$  до  $112,4 \pm 3,9$  мм рт. ст. У девушек повышение СрГД было ниже, чем у юношей в течение всего периода выполнения нагрузки. Как отмечает Н.Н. Савицкий [14, 15], СрГД является интегративным показателем сердечно-сосудистой системы, отражающим ее деятельность в целом. В наших исследованиях повышение СрГД у юношей происходило за счет повышения АД и увеличения УО и уменьшении ОПС, что указывает на несогласованность между собой компонентов сердечного и сосудистого регулирования артериального давления. Что касается девушек, то у них гемодинамическое обеспечение срочной адаптации было более экономным за счет более низкого по сравнению с юношами УОК, систолического артериального давления и минимального значения ОПС.

К концу 5-й минуты нагрузки ЧСС у юношей оставалась ниже ( $161,3 \pm 1,8$ ), чем у девушек ( $182,3 \pm 3,0$ ) (различия ( $P < 0,05$ )). Величины максимального МОК у юношей и девушек также отличались ( $P < 0,05$ ), а значит, и мощность системы гемодинамического обеспечения при нагрузке в этом случае в значительной степени определялась величиной максимального УОК. Увеличение УОК при мышечной деятельности обеспечивается за счет уменьшения конечно-систолического объема (КСО) при мало изменяющейся величине его конечно-диастолического объема (КДО). Это обусловлено использованием резервов увеличения сократительной способности миокарда в условиях физической нагрузки.

Следовательно, при дозированной физической нагрузке увеличение МОК (с  $5,5 \pm 1,4$  в покое до  $10,1 \pm 2,5$  в конце 5-й минуты) у юношей происходило в основном за счет УОК, при меньшем, чем у девушек (с  $4,4 \pm 1,3$  в покое до  $8,5 \pm 1,0$  в конце 5-й минуты) частоты сердечных сокращений. Существенным механизмом увеличения УО при физической нагрузке является повышение симпатической активности. Активность же симпатической части вегетативной нервной системы оказывает существенное влияние на гемодинамику и сократительную способность миокарда.

К концу 10-й минуты восстановительного периода практически все исследуемые показатели возвращались к исходному уровню.

**Заключение.** Данные исследования позволяют утверждать, что существуют некоторые поло-

вые отличия в особенностях гемодинамики в покое и при выполнении физической нагрузки. Различия гемодинамического обеспечения срочной адаптации у юношей выражаются более высокими показателями систолического артериального давления, среднего гемодинамического давления и более низкой частотой сердечных сокращений при выполнении мышечной нагрузки. Тогда как у девушек наблюдается более высокая величина ЧСС, низкие показатели систолического артериального давления, общего сопротивления периферического и среднего гемодинамического давления.

Что касается общего периферического сопротивления у девушек, то оно было более низким, чем у юношей за счет включения периферического звена регуляции кровообращения. Увеличение минутного объема крови у девушек в наших исследованиях происходило, в основном, за счет увеличения частоты сердечных сокращений, а у юношей – нарастания ударного объема крови.

Выполнение дозированной мышечной нагрузки изменили также показатели, определяющие энергетические характеристики сердечной деятельности. Так ОСВ крови у юношей увеличилась на 75 % или с  $225,4 \pm 58,5$  в покое до  $394,3 \pm 69,7$  ( $P < 0,001$ ) в конце нагрузки, тогда, как у девушек ОСВ лишь на 51 %. У юношей мощность сокращения левого желудочка – на 61 % (с  $2,9 \pm 0,7$  в покое, и достигало до  $7,7 \pm 1,7$ ) в конце 5-й минуты. Достоверные различия наблюдались также в потреблении миокардом кислорода, так двойное производство возросло на 261 % или составило  $90,5 \pm 10,6$  в период покоя и  $325,1 \pm 32,6$  к концу ВЭМ-пробы.

#### Литература

1. Абзалов, Р.А. Показатели ударного объема крови у спортсменов разного возраста и спортивной квалификации / Р.А. Абзалов, О.И. Павлова // Теория и практика физической культуры. – 1997. – № 4. – С. 8–10.
2. Баевский, Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии / Р.М. Баевский. – М.: Медицина, 1979. – 280 с.
3. Ведяев, Ф.П. Типологический анализ кардиогемодинамики у юношей и девушек в покое и в условиях эмоционального напряжения / Ф.П. Ведяев, В.А. Демидов, Ю.Г. Гаевский // Физиология человека. – 1990. – Т. 16. – № 6. – С. 113–118.
4. Глезер, Г.А. Изучение основных гемодинамических показателей и функций почек у здоровых лиц при физической нагрузке / Г.А. Глезер, К.Д. Лубуж, Г.А. Лебяшова // Кардиология. – 1975. – Т. 2. – № 5.
5. Дембо, А.Г. Сердце современного человека

и физические нагрузки / А.Г. Дембо // Казанский медицинский журнал. – 1967. – № 1. – С. 1–4.

6. Дембо, А.Г. Сердце спортсмена и направленность тренировочного процесса / А.Г. Дембо // Спорт, возраст и здоровье: тез. Всемирного научного конгресса 3-го направления. – М., 1980. – С. 69.

7. Дембо, А.Г. Спортивная кардиология / А.Г. Дембо, Э.В. Земцовский. – Л.: Медицина, 1989. – 460 с.

8. Демидов, В.А. Системная организация механизмов кардиогемодинамической устойчивости к эмоциональному стрессу: автореф. дис. ... д-ра мед. наук / В.А. Демидов. – Харьков, 1991. – 34 с.

9. Демидов, В.А. Системная организация кардиогемодинамики при целенаправленном поведении, моделирующем спортивную деятельность / В.А. Демидов // Тез. докл. 1-го съезда физиологов Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1988. – С. 26–27.

10. Динбер, Р.Д. Направленность тренировочного процесса и гемодинамика у спортсменов / Р.Д. Динбер и др. // Медицинские проблемы физической культуры. – Киев: Здоровье. – 1980. – Вып. 7. – С. 91–97.

11. Казаков, М.Б. Баллистокардиография у спортсменов с различной направленностью тренировочного процесса / М.Б. Казаков, И.К. Маликова, Ю.В. Савостьянов. – Свердловск, 1983. – 79 с.

12. Калугина, Г.Е. Сократительная способность миокарда у спортсменов с разными типами гемодинамики / Г.Е. Калугина // Теория и практика физической культуры. – 1987. – № 4. – С. 45–46.

13. Михайлов, В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения / В.М. Михайлов. – Иваново, 2002. – 288 с.

14. Савицкий Н.Н. Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики / Н.Н. Савицкий. – Л.: Медицина, 1963. – 298 с.

15. Савицкий Н.Н. О физиологических нормах объема кровообращения у человека / Н.Н. Савицкий // Достижения современной кардиологии. – М., 1970. – С. 233–239.

16. Школьник, Н.М. Тетраполярная грудная реография как метод оценки насосной функции сердца у спортсменов динамических видов спорта / Н.М. Школьник // Теория и практика физической культуры. – 1987. – № 5. – С. 50–51.

17. Astrand, P. Intraarterial blood pressure during exercise with different muscle group / P. Astrand, B. Ekblom, R. Messin // J. Appl. Physiol. – 1965. – № 20. – P. 2.

18. Tabakin S. Hemodynamic response of normal men to graded treatment exercise / S. Tabakin et all. // J. Appl. Physiol. – 1964. – № 19. – P. 5.