

УДК 796:612.1

*Л.Ф. САПСАЙ, И.А. САПСАЙ*

# **ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВООБРАЩЕНИЯ НА НАГРУЗКИ СТАТИЧЕСКОГО И ДИНАМИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАПРАВЛЕННОСТИ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА**

*Цель настоящего исследования заключалась в проведении сравнительного анализа изменений показателей кровообращения в ответ на статические и динамические нагрузки. Адаптация аппарата кровообращения к физическим нагрузкам зависит от*

направленности тренировочного процесса и имеет существенные различия. Установлено, что статическая нагрузка достигается большей физиологической ценой и изменениями показателей кровообращения в сравнении с динамической нагрузкой. Спортсмены, развивающие выносливость при выполнении статической и динамической нагрузок, а также спортсмены, тренирующиеся на развитие силы при выполнении статической нагрузки имеют более экономичные изменения показателей гемодинамики в сравнении с лицами, не занимающимися спортом. Это свидетельствует о более совершенной адаптационной реакции аппарата кровообращения у систематически тренирующихся лиц, особенно на выносливость.

Систематические тренировочные занятия существенно влияют на формирование особенностей сердечно-сосудистой системы, на которую приходится большая нагрузка на всех этапах тренировочного процесса [1, 5-7, 12]. Эти особенности достаточно устойчивы. Адаптация аппарата кровообращения к физическим нагрузкам зависит от направленности тренировочного процесса и имеет существенные различия. При выполнении физических нагрузок отличие в их воздействии заключается в том, что статические упражнения создают нагрузку на сердце сопротивлением выбросу, а динамические – притоком [9]. В процессе тренировки в каждом виде спорта формируются комплексы приспособительных реакций, обеспечивающих морфологическую и функциональную перестройку (адаптацию) систем организма применительно к виду спорта (запросу движения) [10].

**Организация и методика исследования.** В проведенном исследовании участвовало 45 студентов мужского пола Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. В зависимости от характера выполняемых тренировочных нагрузок они были условно распределены на две группы по 15 человек. Первую составили спортсмены, имеющие спортивный стаж  $3,73 \pm 0,5$  года, тренирующиеся в силовых видах спорта (поднятии тяжестей, армрестлинге). Это группа, развивающая силу (ГРС). Вторую группу, развивающую выносливость (ГРВ), составили легкоатлеты-бегуны на средние и длинные дистанции, лыжники-гонщики, которые по спортивной квалификации соответствовали испытуемым первой группы. Спортивный стаж ГРВ составил  $5,63 \pm 0,85$  года. В исследовании участвовала и третья, контрольная, группа (КГ) практически здоровых студентов (юношей) в количестве 15 человек, которая занималась физическими упражнениями в рамках вузовской программы по физическому воспитанию студентов основного отделения. Возрастные и весоростовые показатели испытуемых представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Возрастные и весоростовые показатели испытуемых, выполняющих статическую нагрузку (M±m)**

№ группы	Наименование тренировочных занятий	Возраст, лет	Рост, см	Вес, кг
1	Группа, развивающая силу (ГРС)	$20,78 \pm 0,42$	$176,07 \pm 1,42$	$83,03 \pm 3,40$
2	Группа, развивающая выносливость (ГРВ)	$20,25 \pm 0,55$	$180,31 \pm 1,65$	$83,03 \pm 3,40$
3	Контрольная группа (КГ)	$19,89 \pm 0,43$	$177,53 \pm 1,38$	$72,87 \pm 2,00$

Статическая нагрузка выполнялась в положении стоя и заключалась в удержании груза с применением статического усилия в 5, 10 и 15 кг последовательно. Данный вид нагрузки применяли по методике, предложенной З. Б. Белоцерковским с соавторами [3]. Измерение гемодинамических показателей определяли при весовой статической нагрузке в 15 кг.

Динамическая нагрузка проводилась с помощью субмаксимального велоэргометрического теста PWC<sub>170</sub> с использованием методических рекомендаций [2, 8]. Данное исследование было организовано на базе лаборатории кафедры

физиологии и биохимии Белорусского государственного университета физической культуры. В нем приняло участие 32 спортсмена (юноши), распределенных в зависимости от характера выполняемых тренировочных нагрузок также на две группы: ГРС и ГРВ, как для выполнения статических нагрузок. Первую группу составили 16 испытуемых развивающих силу (ГРС), стаж занятий спортом –  $5,25 \pm 0,84$  года. Они выполняли физические нагрузки в поднимании тяжестей, армрестлинге. Вторую группу в количестве 16 человек составили спортсмены, развивающие выносливость (ГРВ) – бег на средние и длинные дистанции, спортивная ходьба. Стаж занятий спортом –  $5,42 \pm 0,59$  года. В третью, контрольную, группу (КГ) вошли 16 практически здоровых студентов БГУФК, которые занимались преимущественно общей физической подготовкой и не достигли первого спортивного разряда в отдельном виде спорта. Возрастные и весоростовые показатели испытуемых представлены в табл. 2.

Спортивная квалификация принявших в исследовании спортсменов – первоуровневые, кандидаты в мастера спорта и мастера спорта.

Таблица 2

**Возрастные и весоростовые показатели испытуемых, выполняющих динамическую нагрузку ( $M \pm m$ )**

№ группы	Наименование тренировочных занятий	Возраст, лет	Рост, см	Вес, кг
1	Группа, развивающая силу (ГРС)	$20,72 \pm 0,39$	$176,25 \pm 1,34$	$83,47 \pm 3,21$
2	Группа, развивающая выносливость (ГРВ)	$20,26 \pm 0,54$	$180,31 \pm 1,60$	$69,69 \pm 2,04$
3	Контрольная группа (КГ)	$19,78 \pm 0,42$	$178,06 \pm 1,44$	$73,38 \pm 2,00$

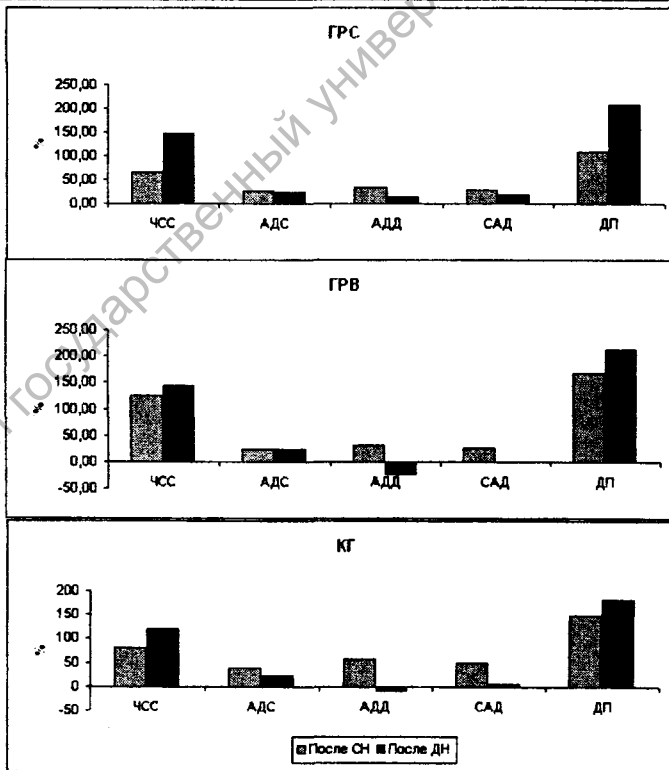


Рис. Характеристика изменений гемодинамики при статических и динамических нагрузках

У всех испытуемых до и после выполнения статической и динамической (в тесте PWC<sub>170</sub>) нагрузок определялись: частота сердечных сокращений (ЧСС) с помощью монитора сердечного ритма системы Polar (Финляндия), систолическое и диастолическое артериальное давление (АДС и АДД), среднее артериальное давление (САД). Рассчитывался показатель двойного произведения (ДП), АДСхЧСС:100, для косвенного суждения о потреблении кислорода миокардом [3].

**Результаты и их обсуждение.** При выполнении упражнений динамического и статического характера с вовлечением в работу больших групп мышц различия гемодинамического ответа обнаруживаются уже на стадии срочных адаптационных реакций. В проведенных нами исследованиях для ГРС и КГ – динамическая нагрузка, а для ГРС и КГ – статическая нагрузка являются неспецифическими и реакцию аппарата кровообращения при ее однократном выполнении можно рассматривать с известной долей условности как свойственную стадии срочной адаптации. Для того чтобы провести анализ воздействия данных видов нагрузки на изменение показателей гемодинамики, мы перевели изменения показателей кровообращения в ответ на нагрузки в проценты, принимая их исходные величины (состояние физиологического покоя) за 100 % (рис.). Как видно из рисунка, проведенные нами нагрузки вызвали разные изменения ЧСС, что не дает основания сопоставлять величины других гемодинамических показателей. Установлено, что ЧСС линейно связана с интенсивностью непредельной физической нагрузки. Наличие прямо пропорциональной зависимости между мощностью работы и величиной ЧСС позволяет косвенно по ее изменению судить об интенсивности выполняемых физических нагрузок, физиологической стоимости работы [11]. Исходя из полученных данных (табл. 3, 4), заключаем, что динамическая работа требовала большей физиологической стоимости, чем статическая. По данным З.Б. Белоцерковского с соавторами [4], при выполнении статической нагрузки при одной и той же величине ЧСС САД и ДАД и особенно ДП повышаются более значительно, чем при динамических нагрузках: это особенно заметно при последовательном увеличении нагрузки, а, следовательно, большей ЧСС. В нашем исследовании изменение АДС и АДД (особенно в группах спортсменов) при выполнении двух нагрузок составили 22,5 – 25,6%, в КГ данные показатели изменились на 38,3 и 55,6% соответственно. При выполнении статической нагрузки САД увеличилось больше (на 55,6%), чем у занимающихся спортом. САД возросло при статическом усилии в ГРС на 30,1%, в ГРВ на 25,5%.

Таблица 3

## Изменение показателей гемодинамики после статической нагрузки

Группы	Нагрузка	ЧСС уд./мин	АДС мм рт.ст.	АДД мм рт.ст.	САД мм рт.ст.	ДП усл. ед.
ГРС	до	76,13	122,00	73,33	90,00	93,02
	после	126,40	153,33	99,00	117,11	194,24
ГРВ	до	58,07	122,67	72,00	89,34	72,89
	после	130,00	150,27	93,00	112,09	195,22
КГ	до	80,60	122,00	74,33	90,22	98,45
	после	145,00	168,67	115,67	133,33	244,62

Адаптационная реакция САД на динамическую нагрузку в обследованных группах практически не изменилась по сравнению с состоянием покоя, кроме ГРС (на 18,7%). Представленные на рисунке и таблицах 3, 4 данные отражают изменение физиологических показателей у спортсменов с различной направленностью тренировочных нагрузок в ответ на стандартную статическую и динамическую нагрузку. Изменение ЧСС в ответ на непривычную физическую работу статического характера в ГРВ составило – 130 уд./мин., в ГРС – 126 уд./мин. и

145 уд./мин. Большой прирост ЧСС, объясняется меньшим пульсом в состоянии покоя.

Таблица 4

**Изменение показателей гемодинамики  
после динамической нагрузки**

Группы	Нагрузка	ЧСС уд./мин.	АДС мм рт.ст.	АДД мм рт.ст.	САД мм рт.ст.	ДП усл.ед.
ГРС	до	67,36	122,81	70,31	87,81	82,74
	после	166,50	153,13	79,75	104,21	254,61
ГРВ	до	58,04	117,19	70,31	85,94	68,14
	после	141,19	145,50	53,75	85,00	212,67
КГ	до	72,83	125,44	75,94	92,44	91,94
	после	167,88	153,75	69,69	97,81	257,97

Численно величина ДП в ответ на статическую нагрузку увеличилась в группах спортсменов одинаково, наибольший прирост (на 59%) в ГРВ. В группе активно не занимающихся спортом показатель ДП после выполнения статической нагрузки почти на 50 усл. ед. стал больше, чем у систематически тренирующихся. После выполнения динамической нагрузки величина ДП в ГРВ составила 212,67 усл. ед., против 254,61 и 257,97 усл. ед. в ГРС и КГ соответственно. Во время выполнения физической нагрузки повышается потребление кислорода миокардом; чем меньше величина ДП, тем более экономно работает сердце, а, следовательно, реально отражает более совершенную адаптационную реакцию аппарата кровообращения.

Таким образом, по результатам проведенного анализа можно заключить, что при равной ЧСС статические нагрузки по сравнению с динамическими выполняются менее экономично в энергетически более напряженном для системы кровообращения режиме. Спортсмены, тренирующиеся на развитие силы при выполнении статической нагрузки, а спортсмены развивающие выносливость при выполнении статической и динамической нагрузки имеют более экономичные изменения показатели гемодинамики в сравнении с лицами, не занимающимися спортом. Это свидетельствует о более совершенной адаптационной реакции аппарата кровообращения у систематически тренирующихся лиц, особенно на выносливость.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. **Баевский, Р.М.** Оценка эффективности профилактических мероприятий на основе изменения адаптационного потенциала системы кровообращения / Р.М. Баевский [и др.] // Здоровоохранение Российской Федерации. – 1987. – № 8. – С. 6-10.
2. **Белоцерковский, З.Б.** Определение физической работоспособности у спортсменов по тесту PWC<sub>170</sub> с помощью специфических нагрузок: метод. рекомендации для инструкторов физической культуры / З.Б. Белоцерковский – М., 1980. – 39 с.
3. **Белоцерковский, З.Б.** Адаптация спортсменов к выполнению специфических статических нагрузок / З.Б. Белоцерковский [и др.] // Теория и практика физической культуры. – 2000. – № 7. – С. 46-48.
4. **Белоцерковский, З.Б.** Гемодинамическая реакция при статических и динамических нагрузках у спортсменов / З.Б. Белоцерковский, Б.Г. Любина, Ю.А. Борисова // Физиология человека. – 2002. – Т. 28. – № 2. – С. 89-94.
5. **Быков, У.В.** Сравнительная характеристика изменения гемодинамики действующих и завершивших выступление спортсменов: дис. ... канд. мед. наук. / У.В. Быков – Челябинск: ЧГМА, 1996. – 147 с.
6. **Дембо, А.Г.** О генезе некоторых изменений гемодинамики у спортсменов / А.Г. Дембо [и др.] // Кардиология. – 1970. – № 3. – С. 103-108.

7. **Исаев, А.П.** Функциональные критерии гемодинамики в системе тренировки спортсменов (индивидуальность, обор, управление): учеб. пособие для студентов, тренеров, физиологов и врачей / А.П. Исаев, А.А. Астахов, Л.М. Куликов; под общ. ред. А.П. Исаева. – Челябинск, 1993. – 170 с.
8. **Карпман, В.Л.** Исследование физической работоспособности у спортсменов / В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.А. Гудков; под общ. ред. В.Л. Карпмана. – М.: 1974. – 93 с.
9. **Лабуцкий, Ю.В.** Дозированная нагрузка изометрическим напряжением скелетных мышц в проблеме прогнозирования кровообращения / Ю.В. Лабуцкий, Ю.В. Белецкий, А.А. Горбаченков // Физиология человека. – 1979. – Т. 5. – № 6. – С. 1076-1082.
10. **Солодков, А.С.** Физиологические основы адаптации к физическим нагрузкам: Лекция / ГДОИФК им. П.Ф. Лесгафта. – Л.: 1988. – 38 с.
11. **Тхоревский, В.И.** Функции сердца при мышечной деятельности: методические разработки для студентов и слушателей факультетов усовершенствования квалификации ГЦОЛИФКа, 1991. – С. 19, 25-26.
12. **Фомин Н.А.** Возрастные изменения естественных защитных факторов, кардиореспираторных функций и кислотно-щелочного равновесия при мышечной деятельности: автореф. ... дис. д-ра биол. наук / Н.А. Фомин. – Л., 1972. – 52 с.

Поступила в редакцию 18.04.2006.